



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA**

CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS
DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO
LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO/A EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTORES:

WILLIAM PAUL ARÉVALO PAREDES

LADY CAROLINA GUANUCHE CHACÓN

Riobamba-Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS
DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO
LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO/A EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTORES: WILLIAM PAUL ARÉVALO PAREDES

LADY CAROLINA GUANUCHE CHACÓN

DIRECTOR: Ing. EDISSON FERNANDO CALDERÓN FREIRE

Riobamba-Ecuador

2022

© 2022. William Paul Arévalo Paredes & Lady Carolina Guanuche Chacón

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, William Paul Arévalo Paredes y Lady Carolina Guanuche Chacón, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de diciembre de 2022



William Paul Arévalo Paredes

CI: 180304606-7

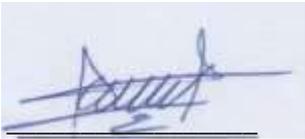


Lady Carolina Guanuche Chacón

CI: 080456490-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1**, realizado por los señores: **WILLIAM PAUL ARÉVALO PAREDES** y **LADY CAROLINA GUANUCHE CHACÓN**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Marco Antonio Haro Medina PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-15
Ing. Edison Fernando Calderón Freire DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-15
Ing. Eduardo Segundo Hernández Dávila MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-12-15

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi madre Ángela y de manera especial a mi padre William (+) que a pesar de ya no estar junto a mí fue quien me brindo todo su apoyo, a mi hermana, a mi hijo Ian, a mis abuelas Ligia y Teresa, y un agradecimiento especial a Guisella que en todos estos años me apoyó y me motivó a no rendirme, no decaer y seguir adelante para culminar mi carrera profesional, finalmente a toda mi familia y amigos que estuvieron apoyándome en este camino difícil, no me queda nada más que decir gracias a cada persona que contribuyó a alcanzar este logro.

William Arévalo

El presente trabajo se lo dedico a tres personas importantes que no pudieron estar aquí para ver este nuevo logro en mi vida mis abuelos Eulogio, Delia quienes estuvieron al inicio de este proceso y mi padre Oswaldo quien no pudo estar, y de manera especial se lo dedico a mis hermanas y mi madre quienes han sido mi apoyo y fortaleza incondicional en los momentos más difíciles durante toda mi formación.

Lady Guanuche

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, a la Facultad de Mecánica y en especial a la distinguida Escuela de Ingeniería Mantenimiento Industrial, por brindarme su excelente formación académica y formar profesionales de calidad.

Al Ing. Edison Calderón e Ing. Eduardo Hernández, quienes con sus conocimientos nos brindaron su ayuda para poder culminar el presente Trabajo de Integración Curricular de manera excelente.

William Arévalo

En esta nueva meta agradezco a mi madre y mis hermanas por ser mi apoyo incondicional e indispensable durante mi proceso de formación, mi madre por ser mi fortaleza en cada momento difícil y estar siempre con sus palabras de aliento. Mi hermana quien fue mi compañera y soporte durante mi trayectoria estudiantil.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a la Escuela de Mantenimiento Industrial por abrirme sus puertas permitirme continuar mi formación profesional en sus aulas y hacer este sueño posible, a través de los conocimientos impartidos por todos sus docentes, agradezco a los miembros del Trabajo de Integración por ser una guía para realizar este proyecto de la mejor manera.

Lady Guanuche

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Definición del problema.....	3
1.3. Justificación del problema.....	3
1.4. Delimitación del problema.....	4
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.6. Hipótesis.....	5
1.6.1. <i>Variable dependiente</i>	5
1.6.2. <i>Variables independientes</i>	5
1.7. Fundamentos de la corrosión.....	5
1.7.1. <i>Corrosión según el medio</i>	6
1.7.1.1. <i>Corrosión química</i>	6
1.7.1.2. <i>Corrosión electroquímica</i>	6
1.7.2. <i>Corrosión según su forma</i>	7
1.7.2.1. <i>Corrosión uniforme</i>	7
1.7.2.2. <i>Corrosión focalizada</i>	7
1.7.3. <i>Ambientes corrosivos</i>	10
1.7.4. <i>Corrosión en aceros</i>	10
1.8. Técnicas de protección contra la corrosión.....	10
1.8.1. <i>Sandblasting</i>	11
1.8.2. <i>Pruebas de rugosidad</i>	11
1.8.3. <i>Tipos de protección anticorrosiva</i>	12

1.8.3.1.	<i>Protección por recubrimiento</i>	12
1.8.3.2.	<i>Inhibidores de corrosión</i>	12
1.8.3.3.	<i>Protección catódica</i>	13
1.8.4.	<i>Tipos de recubrimientos superficiales</i>	13
1.8.5.	<i>Volumen de solidos</i>	14
1.8.6.	<i>Espesor de película</i>	14
1.8.6.1.	<i>Espesor de película húmeda</i>	14
1.8.6.2.	<i>Espesor de película seca</i>	15
1.8.7.	<i>Medición del espesor por ultrasonido</i>	16
1.9.	Sistemas de recubrimientos	16
1.9.1.	<i>Función del imprimante</i>	16
1.9.2.	<i>Función de la capa intermedia</i>	16
1.9.3.	<i>Función del acabado</i>	16
1.10.	Terminología de la corrosión	16
1.10.1.	<i>Norma SSPC/ NACE</i>	17
1.10.2.	<i>Norma SSPC-SP-5 NACE I</i>	17
1.11.	Métodos de adherencia	18
1.11.1.	<i>Método A de corte en X</i>	19
1.11.2.	<i>Método de adherencia por empuje</i>	19
1.12.	Métodos de recubrimientos superficiales	20
1.12.1.	<i>Sistema de una capa</i>	20
1.12.2.	<i>Sistemas de capas múltiples</i>	20
1.13.	Anaconda Navigator	20
1.13.1.	<i>Jupyter notebook</i>	20
1.13.2.	<i>Análisis de datos mediante Python</i>	21
1.13.2.1.	<i>Funciones específicas con Python</i>	21

CAPÍTULO II

2.	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y ENSAYOS DE ADHERENCIA	22
2.1.	Establecer el número de la muestra	22
2.1.1.	<i>Ambientes corrosivos</i>	23
2.2.	Placas de acero ASTM A 36	23
2.2.1.	<i>Recubrimiento superficial según la norma SSPC-SP-5</i>	24
2.3.	Preparación de las placas de acero	25
2.3.1.	<i>Codificación</i>	26
2.3.2.	<i>Preparación superficial</i>	26

2.3.2.1.	<i>Sandblasting</i>	26
2.3.2.2.	<i>Press-O-film</i>	28
2.4.	Proceso de recubrimiento	30
2.4.1.	<i>Aspectos previos</i>	31
2.4.2.	<i>Preparación de la pintura</i>	31
2.4.3.	<i>Proceso de pintado</i>	32
2.4.4.	<i>Medición de espesor de película húmeda</i>	34
2.4.5.	<i>Medición de espesor de película seca</i>	35
2.5.	Ensayos de adherencia	35
2.5.1.	<i>Pruebas Holiday</i>	35
2.5.2.	<i>Pruebas de Ultrasonido</i>	36
2.5.3.	<i>Pruebas de cote en X o Método de corte en "A"</i>	37
2.5.4.	<i>Pruebas de Pull-Off</i>	38

CAPITULO III

3.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
3.1.	Prueba PRESS-O-FILM	39
3.1.1.	<i>Test de Normalidad</i>	40
3.1.2.	<i>Normalización de datos por medio de la técnica bootstrapping</i>	42
3.1.3.	<i>Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test)</i>	46
3.2.	Prueba de espesores en capa húmeda	47
3.3.	Prueba de espesores en la primera capa seca	48
3.3.1.	<i>Test de Normalidad</i>	52
3.3.2.	<i>Normalización de datos por medio de la técnica bootstrapping</i>	54
3.3.3.	<i>Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test)</i>	58
3.4.	Prueba de espesores en la segunda capa seca	59
3.4.1.	<i>Test de Normalidad</i>	61
3.4.2.	<i>Normalización de datos por medio de la técnica bootstrapping</i>	64
3.4.3.	<i>Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test)</i>	68
3.5.	Prueba de Holiday	69
3.6.	Prueba de corte en X	69
3.6.1.	<i>Test de permutaciones</i>	69
3.7.	Pruebas de Pull Off	72
3.7.1.	<i>Test de Normalidad</i>	73
3.7.2.	<i>Test de T-student</i>	76
	CONCLUSIONES	77

RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Tipos de recubrimiento superficial	13
Tabla 2-1:	Descripción de la norma SSPC-SP	17
Tabla 3-1:	Clasificación de resultados de adherencia, método A (Norma ASTM D3359-02)	19
Tabla 1-2:	Datos previos de adherencia.	22
Tabla 2-2:	Cálculo del número de muestra	23
Tabla 3-2:	Composición química.....	23
Tabla 4-2:	Propiedades mecánicas.....	24
Tabla 5-2:	Datos de espesores de película húmeda del primer	26
Tabla 6-2:	Siglas de acuerdo a las condiciones de temperatura.....	30
Tabla 7-2:	Condiciones ambientales para la primera capa.....	30
Tabla 8-2:	Condiciones ambientales para la segunda capa.....	30
Tabla 9-2:	Características de los recubrimientos	31
Tabla 1-3:	Datos prueba de PRESS-O-FILM de las placas P1	39
Tabla 2-3:	Datos prueba de PRESS-O-FILM de las placas P2.....	40
Tabla 3-3:	Datos prueba de PRESS-O-FILM de las placas P3.....	40
Tabla 4-3:	Test de Normalidad de Shapiro Wilk	41
Tabla 5-3:	Medidas estadísticas de Press O Film	43
Tabla 6-3:	Test de U de Mann-Whitney-Wilcoxon.....	46
Tabla 7-3:	Datos de espesores de película húmedo del primer	47
Tabla 8-3:	Datos de espesores de película húmedo del acabado.....	47
Tabla 9-3:	Datos de prueba de espesor de película de las placas P1.....	49
Tabla 10-3:	Datos de prueba de espesor de película de las placas P2.....	50
Tabla 11-3:	Datos de prueba de espesor de película de las placas P3.....	51
Tabla 12-3:	Prueba de normalidad de la primera capa	53
Tabla 13-3:	Medidas de tendencia central	55
Tabla 14-3:	Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon	58
Tabla 15-3:	Datos de las pruebas de ultrasonido para la placa P1	60
Tabla 16-3:	Datos de las pruebas de ultrasonido para la placa P2	60
Tabla 17-3:	Datos de las pruebas de ultrasonido para la placa P3	61
Tabla 18-3:	Prueba de normalidad de la segunda capa	62
Tabla 19-3:	Medidas de tendencia central de la segunda capa	65
Tabla 20-3:	Test de T-student	68
Tabla 21-3:	Prueba Holiday	69
Tabla 22-3:	Datos de la prueba de corte en X.....	69

Tabla 23-3:	Medidas de tendencia central	71
Tabla 24-3:	Datos de pruebas de Pull Off de la placa P2.....	72
Tabla 25-3:	Datos de pruebas de Pull Off de la placa P3.....	72
Tabla 26-3:	Prueba de normalidad de Pull Off	73
Tabla 27-3:	Meidas de tendencia cental.....	75
Tabla 28-3:	Test de T student	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Corrosión por fricción.....	8
Figura 2-1:	Corrosión por cavitación.....	8
Figura 3-1:	Corrosión intergranular.....	9
Figura 4-1:	Corrosión por erosión	9
Figura 5-1:	Técnica de Sandblasting	11
Figura 6-1:	Galga medidora o peine	15
Figura 1-2:	Placas antes de la preparación.....	25
Figura 2-2:	Diagramas de las placas	25
Figura 3-2:	Sandblasting a las placas de acero	27
Figura 4-2:	Compresor SULLIAR-260.....	27
Figura 5-2:	Boquilla para Sand Blast número 6.....	27
Figura 6-2:	Abrasivo metálico de grano redondo	28
Figura 7-2:	Placas luego de aplicar sandblasting.....	28
Figura 8-2:	Reloj comparador.....	29
Figura 9-2:	Cinta Testex para pruebas PRESS-O-FILM.....	29
Figura 10-2:	Muestra de aplicación de las cintas PRESS-O-FILM.....	29
Figura 11-2:	Termohigrómetro Digital	30
Figura 12-2:	Preparación de las pinturas	32
Figura 13-2:	Bomba Airless Graco ST MAX II 495 PC Pro-17E871	32
Figura 14-2:	Calentamiento de las placas de acero previo al pintado.....	33
Figura 15-2:	Aplicación del primer o primera capa.....	33
Figura 16-2:	Aplicación del acabado o segunda capa.....	33
Figura 17-2:	Medición de espesores de capa húmeda	34
Figura 18-2:	Galga medidora de espesor de película húmeda	34
Figura 19-2:	Medidor de espesor magnético.	35
Figura 20-2:	Detector de microorificios 270	36
Figura 21-2:	Medidor de espesor Magnético	36
Figura 22-2:	Cortes en X	37
Figura 23-2:	Comprobación del nivel de adherencia.....	37
Figura 24-2:	Medidor de adherencia hidráulico.....	38
Figura 25-2:	Dollys y pega Scotch Weld.....	38
Figura 26-2:	Prueba de Pull-Off	38
Figura 1-3:	Gráfica Q-Q¶de la comparación de la prueba Press O Film	41
Figura 2-3:	Histograma de los datos reales obtenidos	42

Figura 3-3:	Diagrama de dispersión de los valores reales	42
Figura 4-3:	Histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real	44
Figura 5-3:	Gráfica Q-Q de normalidad entre datos normalizados.....	44
Figura 6-3:	Histograma de muestras normalizadas.....	44
Figura 7-3:	Diagrama de dispersión de datos normalizados	45
Figura 8-3:	Diagrama de cajas con datos reales.....	45
Figura 9-3:	Diagrama de cajas con datos reales.....	46
Figura 10-3:	Gráfica Q-Q de la prueba de la primera capa.....	53
Figura 11-3:	Histograma de los datos obtenidos.....	53
Figura 12-3:	Diagrama de dispersión.....	54
Figura 13-3:	Histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real	55
Figura 14-3:	Gráfica Q-Q datos normalizados espesores primera capa seca.....	56
Figura 15-3:	Histograma de datos normalizados	56
Figura 16-3:	Diagrama de dispersión de datos normalizados	57
Figura 17-3:	Diagrama de cajas con datos reales.....	57
Figura 18-3:	Diagrama de cajas con datos normalizados	58
Figura 19-3:	Gráfica Q-Q de la segunda capa	63
Figura 20-3:	Histograma de los datos obtenidos.....	63
Figura 21-3:	Diagrama de dispersión.....	64
Figura 22-3:	Histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real	65
Figura 23-3:	Gráfica Q-Q datos normalizados espesores de la segunda capa	66
Figura 24-3:	Histograma de datos normalizados	66
Figura 25-3:	Diagrama de dispersión de datos normalizados	67
Figura 26-3:	Diagrama de cajas con datos reales.....	67
Figura 27-3:	Diagrama de cajas con datos normalizados	68
Figura 28-3:	Diferencia de porciones entre grupos.....	71
Figura 29-3:	Gráfica Q-Q de la prueba de Pull Off	73
Figura 30-3:	Histograma de los datos obtenidos.....	74
Figura 31-3:	Diagrama de dispersión.....	74
Figura 32-3:	Histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real	75
Figura 33-3:	Diagrama de cajas con y sin preparación superficial	76

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

μm	Micrómetros
psi	Libra por pulgada cuadrada
MPa	Megapascales
mils	Milésima de pulgada

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA DE LAS PINTURAS

ANEXO B: NORMA NACE No. 1/SSPC-SP 5

ANEXO C: NORMA NACE SP 0188

ANEXO D: NORMA SSPC PA 2

ANEXO E: PRUEBA DE ADHESIÓN POR CORTE ASTM D 3359-02 ASTM

ANEXO F: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA AL ARRANQUE DE LOS RECUBRIMIENTOS UTILIZANDO PROBADORES DE ADHERENCIA PORTÁTILES.

ANEXO G: INFORME DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LAS PLACAS

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el nivel de adherencia en placas de acero sometidas a preparación superficial bajo la norma SSPC-SP-5 NACE 1, para lo cual se tuvo que preparar las placas que se iban y las que no iban a tener sandblasting. La preparación de las placas de acero por medio de sandblasting es el primer paso para conocer si la adherencia en las placas mejora al final, por lo cual se establecieron placas de muestra a las cuales no se las sometió a preparación superficial para realizar una comparación. Después se midió la rugosidad de las placas con y sin preparación superficial; también se midió las condiciones ambientales para poder aplicar la primera capa y medir espesores de película húmeda, se dejó curar la pintura por un día para proceder a aplicar la segunda capa de pintura, de la misma manera se midió espesores de película húmeda y también se dejó curar las placas, pero en esta capa por 3 días. Después se procedió a realizar las pruebas de ultrasonido, holiday, corte en X y pull off para obtener los datos para el análisis de resultados. Para el análisis estadístico se utilizó Python, por medio de este software aplicamos las pruebas de Shapiro Wilks para las pruebas de normalidad, la técnica de normalización de datos por medio de bootstrapping, la prueba t-test para la comparación de datos y saber si mejora o no la adherencia en las placas. Además, se utilizó el test de permutaciones para comparar las muestras cualitativas de la prueba de corte en X. Así se concluye después del análisis de resultados, que la adherencia mejora con la preparación superficial de las placas de acero bajo la norma mencionada en relación con las placas donde no se realizó preparación superficial. Se recomienda realizar más ensayos complementarios especialmente los de pull off.

Palabras clave: <ADHERENCIA>, <CORROSIÓN>, <SANDBLASTING>, <PREPARACIÓN SUPERFICIAL>, <ENSAYOS>, <NORMALIDAD>, <RECUBRIMIENTO>, <ESPESORES>.

0182-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The objective of the present investigation was to determine the level of adherence in steel plates subjected to surface preparation under the SSPC-SP-5 NACE 1 standard, for which it was necessary to prepare the plates that were going and those that were not going to have sandblasting. The preparation of the steel plates utilizing sandblasting is the first step to know if the plate adhesion improves in the end, for which sample plates were established. Those plates were not subjected to surface preparation to make a comparison. The roughness of the plates with and without surface preparation was then measured. The environmental conditions were also measured to be able to apply the first layer and measure wet film thicknesses. The paint was allowed to cure for a day to proceed to apply the second layer of paint. In the same way, the wet film thicknesses were measured, and the plates were allowed to cure, but in this layer for 3 days. Then we proceeded to perform the ultrasound, holiday, X cut and pull off tests to obtain the data for the analysis of the results. Python was used for the statistical analysis; through this software, the Shapiro Wilks tests were applied for the normality tests, the data normalization technique through bootstrapping, the t-test for data comparison and to know whether or not it improves adhesion to the plates. In addition, the permutation test was used to compare the qualitative samples of the X-cut test. Thus, after analyzing the results, it is concluded that adhesion improves with the surface preparation of the steel plates under the standard mentioned above in relation to plates where no surface preparation was performed. It is recommended to carry out more complementary tests, especially those of pull-off.

Keywords: <ADHERENCE>, <CORROSION>, <SANDBLASTING>, <SURFACE PREPARATION>, <TESTS>, <NORMALITY>, <COATING>, <THICKNESS>.



Lic. Sandra Leticia Guijarro Paguay
C.I.: 0603366113

INTRODUCCIÓN

Hoy en día cada una de las estructuras metálicas de acero, pueden encontrarse expuestas a varios ambientes de la atmósfera, a salpicaduras o a su vez al derrame de sustancias que sean químicas, o corrosivas, así como también se pueden exponer a condiciones que se vean inmersas a degradación y oxidación. En este sentido, las preparaciones cuidadosas para las superficies antes y durante la aplicación de un sistema protector, de manera necesaria colabora para obtener una mejor protección del acero, y al final del proceso reduce costos de mantenimiento proporcionando calidad en los materiales, por lo que, la preparación de superficie se convierte en el paso más importante en el procedimiento para aplicar recubrimientos a cualquier superficie.

Se recalca que, actualmente el método óptimo para limpieza, así como también para la preparación de superficies es el Sandblasting o chorro de arena abrasivo, mismo que ha sido el pionero en la limpieza de cualquier tipo de estructuras de origen metálico (Pérez et al. 2015). Por su extenso uso, este procedimiento ha ido incorporándose en las principales organizaciones internacionales.

Por otra parte, La Sociedad de los Revestimientos Protectores por sus siglas en inglés SSPC- (The Society for Protective Coatings) y la Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión, por sus siglas en inglés –NACE- (National Association Of Corrosion Engineers) normas estadounidenses, han contribuido para reglar propiedades y características específicas de los abrasivos, además de establecer los grados óptimos de preparación para una utilización exitosa.

La presente investigación contiene el análisis de placas de acero (A36) sometidas a Sandblasting o chorro de arena abrasivo, bajo la norma SSPC-SP-5 NACE 1, para eliminar cualquier tipo de escama de laminación, oxido, pintura o cualquier material incrustante, posteriormente se realizaran pruebas de rugosidad con el método Press-O-Film (POF), luego las probetas serán expuestas a varias capas de pintura para el recubrimiento superficial y finalmente se someterá a control de calidad por medio de varios equipos y métodos como: pruebas Holiday, medidor de espesores de pintura, ultrasonido y garras. Y cada uno de estos análisis permitirá conocer y determinar la eficiencia, eficacia y rentabilidad de la aplicación de estos procedimientos y normas en los materiales de acero.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

Mantener cuidados de preparación en las superficies metálicas antes y después de un proceso de protección, incrementara la durabilidad del material, esto puede permitir reducción de costos por mantenimiento, en sentido, se ratifica la aplicación adecuada y eficiente para lograr un mejor desempeño. De esta manera se describen los trabajos más relevantes y de criterio científico e investigativo que respalden este trabajo y sirven de referencia.

(Guilcaso, 2017) en su trabajo “ÁNÁLISIS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS APLICADO AL ACERO DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACIÓN (HSLA) ASTM A 1011 GR 50 Y SU INCIDENCIA EN LA TASA DE CORROSIÓN PARA APLICACIONES EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA”, determinó las tasas de corrosión del acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA) ASTM A 1011 grado 50 y la incidencia, en donde destaca la importancia de aplicar métodos de recubrimiento adecuados para mejorar la calidad y durabilidad en los materiales metálicos.

Además, describe que si no se proporciona una limpieza adecuada a las superficies no van a tener una adecuada adherencia del recubrimiento al metal por lo que corre el riesgo de degradarse incumpliendo con el objetivo para el cual fue creado y causando daños al perder las propiedades físicas y mecánicas.

(Gomis, 2020), en su investigación “La preparación superficial como factor capital de la protección anticorrosiva” ratificó que la preparación superficial suele ser muy olvidado en proyectos de recubrimientos de equipos, por lo que es necesario considerar su importancia en protección frente a la corrosión ya que constituye un factor diferencial del que depende drásticamente la vida útil del recubrimiento.

Por otra parte, la aplicación eficiente en los lineamientos y normas reduce a un pequeñísimo grupo a las empresas capaces de desarrollar esta actividad con profesionalidad y solvencia técnica que garantizan la robustez y durabilidad de sus proyectos. En este sentido confiere que la capacitación y preparación debe ser inédita y de calidad para ofrecer soluciones eficientes en esta área y para la industria.

(Jimenez, 2015), en su estudio “Niveles de protección anticorrosiva en atmósfera marina proporcionada por recubrimientos de bajo impacto ambiental” expresó que si aplica de manera eficiente los procedimientos óptimos direccionados para anticorrosión pueden formar una capas resistente contra los efectos de la naturaleza como los rayos UV, el calor, los cambios de temperatura, la humedad, la lluvia, los contaminantes atmosféricos, etc., además de evitar al agrietamiento, tizado o pérdida de espesor de película, brindando un mejor nivel de protección anticorrosiva entre los estudiados, planteando de esta manera el trabajo eficiente que se debe proporcionar a un material antes de ser comercializado, pues prevenir fallas evita el gasto excesivo de dinero, tiempo y otros recursos.

1.2. Definición del problema

Para evitar que un producto final se rechace por incumplimiento de calidad (Material de acero), se debe aplicar una serie de pruebas para que se garantice la fabricación de estos materiales y cumpla con los estándares de calidad para recubrimientos superficiales requeridos en base a normativa. De esta manera, realizando ensayos antes, durante y después del recubrimiento, se puede evitar cualquier tipo de reproceso en la fabricación que genere pérdida económica y de tiempo.

1.3. Justificación del problema

La corrosión es el desgaste que sufre el material, esto representa graves consecuencias que son: reducción de la eficiencia de los procesos, costos de mantenimiento, costos de producción, costos por mano de obra y costos por reemplazo de equipos. Éste es uno de los principales problemas que sufren las industrias, en consecuencia, también es un problema para el ingeniero de mantenimiento. Con la aplicación correcta de la NORMA SSPC-SP-5 NACE 1, se busca mejorar la confiabilidad, aumentando la eficiencia del material y reduciendo las pérdidas de material, mano de obra y tiempo implementado, teniendo una mejora económica en la industria.

Además, considerando a la corrosión superficial como un deterioro uniforme que sufre el material metálico y que también pueden presentarse en zonas específicas provocando posibles riesgos potenciales del elemento (Jimenez, 2015), recae la necesidad de realizar pruebas y estudios eficientes con la finalidad de alargar la vida útil del material metálico, y de esta forma se puede ir reduciendo los tiempos de mantenimiento. Por otra parte, para obtener una superficie limpia lista para realizar el correcto proceso de pintura, es necesario la utilización de las normas SSPC de preparación de superficies (Berroa, 2019), por lo que, con el apoyo de la limpieza con chorro abrasivo permite eliminación de la escama de laminación, oxido, pintura y cualquier otro material que puede poner

en riesgo la calidad del producto o material final, además, este procedimiento conocido como Sandblasting, puede generar una larga duración en el material, y se puede lograr un perfil de anclaje óptimo el cual ayudara a emplear menor cantidad de pintura en el recubrimiento superficial, reduciendo los costos de los materiales y aumentando el rendimiento en los aceros.

Finalmente, para la aplicación de pintura sobre el material debe ser de manera uniforme sin generar burbujas, un análisis completo permitiría tomar las decisiones más óptimas y eficientes para conseguir un material que cumpla con todas las condiciones y características óptimas, en este sentido, eliminar la corrosión en los aceros es un beneficio al medio ambiente ya que existiría un menor desecho de los mismos, y aplicando correctamente las normas los aceros podrán estar más tiempo en ambientes corrosivos lo cual reduciría el impacto ambiental que la corrosión genera, y reduciendo gastos innecesarios en recursos económicos, materiales y humanos, para que a posterior puedan superar las pruebas de calidad con los estándares más altos.

1.4. Delimitación del problema

La corrosión al ser un proceso un tanto natural y espontaneo, puede desgastar de forma paulatina los materiales de acero, a la vez implica un mayor gasto de los recursos en las industrias, por otra parte, se conoce que pueden existir diferentes circunstancias lo que provocara que un material de acero sufra corrosión y a la vez existen diversas técnicas y alternativas para evitarlo. De tal forma, se necesita seguir profundizando los procedimientos y eficacia de estos en diferentes contextos y lugares para verificar la garantía, así como mayor facilidad de realizar pruebas para verificar que los recubrimientos de los materiales se encuentren aplicados de manera correcta y eficiente, además se puede fabricar materiales de acero con más resistencia a la corrosión. De tal forma se pretende poner a prueba la técnica de sandblasting y recubrimientos superficiales siguiendo las normas definidas en la investigación en varias placas de acero para un análisis completo y que permita obtener resultados eficientes para mejorar la durabilidad de productos de acero que cuentan las industrias ecuatorianas.

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo general*

Determinar del nivel de adherencia en placas de acero sometidas a preparación superficial bajo la norma SSPC-SP-5 NACE 1.

1.5.2. *Objetivos específicos*

Preparar las probetas para su análisis superficial y posteriormente verificar que se encuentre dentro de la norma.

Aplicar un procedimiento de pintura (recubrimiento superficial) que asegure que no exista corrosión en las probetas.

Revisar la aplicación del recubrimiento superficial utilizando los diversos métodos que se encuentran establecidos en la norma.

Establecer un procedimiento para analizar la preparación superficial y todo lo que conlleva un recubrimiento efectivo y eficiente de una superficie metálica.

1.6. *Hipótesis*

El perfil de anclaje establecido en las normas de calidad de los recubrimientos superficiales mejora la adherencia.

1.6.1. *Variable dependiente*

Adherencia del sistema de recubrimiento sobre la superficie.

1.6.2. *Variables independientes*

Rugosidad de la superficie a recubrir.

Espesor de pintura del recubrimiento

1.7. *Fundamentos de la corrosión*

Se define a la corrosión como el deterioro que sufre un material a consecuencia de una exposición química en su entorno, por lo que, la mayor parte de la corrosión de los materiales ocurre principalmente por ataques electroquímicos, ya que los metales tienen electrones libres que son capaces de establecer pilas electroquímicas dentro de los mismos. Para (Ortiz, 2019, p. 30) la corrosión es un proceso de degradación y, por consiguiente, se caracteriza como la disipación de energía en alguna forma.

La corrosión de los metales es una consecuencia natural de su existencia temporal en ese estado. Por otra parte, (Devera , 2019) definen a la corrosión como un término que se utiliza para describir el proceso de deterioro de materiales metálicos, incluyendo tanto metales puros, como aleaciones de estos, mediante reacciones químicas y electroquímicas.

Según (Tirado, 2018), estos materiales metálicos son obtenidos a través del procesamiento de minerales y minas, que constituyen su estado natural, induciéndolos a un estado de mayor energía. El fenómeno de la corrosión ocurre debido a que, con el tiempo, dichos materiales tratan de alcanzar su estado natural, el cual constituye un estado energético de menor potencial, lo que les permite estabilizarse termodinámicamente.

1.7.1. Corrosión según el medio

El daño que ocasiona la corrosión es extenso y para reducir o mitigarlo no se debe actuar a tiempo ya que de no hacerlo los efectos pueden ser costosos, en este sentido resulta más importante la prevención, es así, que dentro de la corrosión de acuerdo con el medio de exposición se encuentran las siguientes.

1.7.1.1. Corrosión química

Este tipo de corrosión se hace presente en aquellos casos en los que el metal reacciona con un medio no iónico, es decir, la oxidación de un metal en aire expuesto a elevadas temperaturas (Salazar, 2020, pp. 13-15), por lo que sí se expone una superficie metálica limpia a la acción del oxígeno, el metal comenzará a reaccionar con el oxígeno formando óxidos.

1.7.1.2. Corrosión electroquímica

Según (Fisco, 2018), en condiciones o temperatura ambiente la forma de corrosión más frecuente y seria es de índole electroquímica, este tipo de corrosión implica un transporte de electricidad a través de un electrolito.

Por lo que, en los procesos de corrosión electroquímica circulan corrientes eléctricas, sobre el material expuesto a corrosión, estas corrientes se producen porque el material presenta zonas con diferente reactividad (centros anódicos y catódicos); existe un paso conductor que conecta las zonas anódica y catódica (el metal conduce los electrones) y ambos microelectrodos están inmersos en un mismo electrolito.

a) Corrosión galvánica

Se da cuando dos metales diferentes están en contacto, uno activo y el otro noble; por un medio electrolítico hay flujo de electrones entre ellos, el metal se vuelve menos resistente a la corrosión pasa a ser ánodo mientras el más resistente se vuelve cátodo.

1.7.2. Corrosión según su forma

De acuerdo con la forma la corrosión en las diferentes estructuras metálicas puede presentarse de la siguiente manera.

1.7.2.1. Corrosión uniforme

Este tipo de corrosión se muestra de manera homogénea sobre las superficies metálicas, en su mayoría las recubre en totalidad y su penetración es similar en todos los puntos del metal.

1.7.2.2. Corrosión focalizada

Esta corrosión hace referencia a una invasión profunda en un punto focalizado del metal. De manera frecuente se convierte en difícil para detectar, ya que el pequeño diámetro o perforaciones permite que estas se encuentren cubiertas con excesiva cubierta de corrosión.

a) Corrosión en placas

La corrosión en placas es el problema más frecuente al cual se enfrentan las empresas que trabajan con materiales o máquinas que cuentan con una base de acero ya sea por el ambiente o por diversos factores que ocasionan este desgaste que por lo general es perceptible a la vista, es así que las industrias buscan la manera de reducir el efecto de la corrosión con diversos métodos de recubrimientos.

b) Corrosión por picadura

También denominada “pitting” se produce en materiales pasivados, es decir al acumularse agentes oxidantes y aumentar el pH del medio, se deteriora la capa pasiva, generándose el proceso corrosivo en zonas localizadas, es decir, que este tipo de corrosión se genera cuando la capa de óxido formada en el metal se rompe y el metal virgen que se encuentra debajo se quede desprotegido al medio en el que se encuentre.

c) Corrosión por fricción o fretting

Este tipo de corrosión genera daños a elementos como ejes o cubos que pueden encontrarse de manera firme, pero que pueden moverse entre sí, por lo que el movimiento puede ser causa de oscilación o vibraciones.

Además, los signos de corrosión aparecen en las superficies de contacto de los componentes si el agente corrosivo ha atacado la capa superficial de un material reactivo, la superficie del material es entonces activada, lo que causa reacciones con el medio circundante (aire, agua, lubricantes), además la corrosión por fricción también alienta la formación de microgrietas, generando un impacto negativo en la resistencia a la fatiga del material y puede conducir a la falla por fatiga (Moreno et al. 2013, p. 10).



Figura 1-1: Corrosión por fricción

Fuente: (Morales, 2008)

d) Corrosión por cavitación

Se presenta en sistemas de transporte de líquidos construidos con materiales pasivados. Variaciones en la presión del sistema provocan flujos con burbujas de aire, que implosionan contra el material, es así como la capa pasivada se deteriora, provocando daños similares de mayor tamaño que la corrosión por picaduras (Fisco, 2018, pp. 42-45).



Figura 2-1: Corrosión por cavitación

Fuente: (Vallejo, 2016)

e) **Corrosión microbiológica**

En ella organismos biológicos originan la grieta o proceden como aceleradores del proceso corrosivo localizado, esta se produce normalmente en medios acuosos en donde los metales están sumergidos o flotando.

f) **Corrosión *intergranular***

Este daño causa pérdidas en la resistencia que deteriora los bordes en los granos, pese a que los aspectos externos de los materiales no son observables la corrosión es común el deterioro en aceros inoxidable o en las aleaciones de níquel.



Figura 3-1: Corrosión intergranular

Fuente: (Vallejo, 2016)

g) **Corrosión *por erosión***

Esta se da por el movimiento de las superficies en el metal o en medio de su estructura, es caracterizado por las fricciones que se dan en la superficie y es paralela al movimiento, siendo significativa en aleaciones blandas.

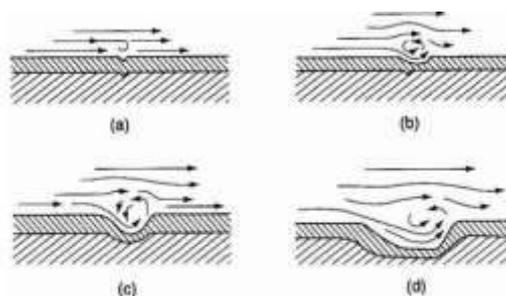


Figura 4-1: Corrosión por erosión

Fuente: (Vallejo, 2016)

h) Corrosión por esfuerzo

Esta corrosión se da por la aparición de la cierta tensión en las estructuras internas provocada por una deformación en el frío.

1.7.3. *Ambientes corrosivos*

Para, (Pérez et al, 2015) la corrosión del acero estructural es un proceso electro-químico que requiere la presencia simultánea de humedad y oxígeno, lo que da lugar a un ambiente corrosivo. Esencialmente, el hierro en el acero se oxida para producir óxido, que ocupa aproximadamente seis veces el volumen del material original, además, la velocidad a la que avanza el proceso de corrosión depende de una serie de factores, pero principalmente del microclima que rodea inmediatamente la estructura.

1.7.4. *Corrosión en aceros*

La corrosión en el acero y en otros materiales, hace referencia al desgaste que sufren los metales, por, la continua exposición a diversos factores climáticos o externos que deterioran y dañan, alterando la composición del metal.

Por su parte, (Moreno et al., 2013) señala que la corrosión es la ruina gradual de materiales (normalmente aceros) por exposición a ambientes agresivos o no agresivos y la generación de una reacción química con su entorno, los metales pueden reaccionar con algún tipo de contaminante del aire o con el oxígeno que causa una oxidación electroquímica, es muy propensa en los aceros y produce óxidos de hierro principalmente.

Es así, que la corrosión modifica las propiedades físico-químicas de los aceros y promueve su deterioro, lo que en ocasiones conlleva consecuencias fatales. Muchas aleaciones estructurales de acero se corroen simplemente por la exposición a la humedad en el aire, pero el proceso puede ser fuertemente afectado por la exposición a ciertas sustancias contaminantes.

1.8. Técnicas de protección contra la corrosión

Es la regulación de la reacción de corrosión y tiene como objetivo conservar las propiedades físicas y mecánicas de los metales y en ciertos casos también particulares, las técnicas de protección contra la corrosión no solo se las puede hacer mediante recubrimientos superficiales, también existen diversos métodos como: recubrimiento por inmersión en baños de zinc, estaño,

aluminio y plomo, por capa química, protección catódica. Como se mencionó anteriormente los recubrimientos superficiales es uno de los métodos para proteger los aceros de la corrosión y uno de los más eficientes dentro de esta área, para lo cual se seguirá los siguientes procedimientos.

1.8.1. *Sandblasting*

Durante varios años, el conocido chorro de arena abrasivo se ha considerado como necesario e importante para la limpieza y preparación de superficies para que estas sean revestidas, por lo que este sistema hace mención a la limpieza que se les proporciona a las superficies mediante la acción de un abrasivo granulado expulsado por aire comprimido a través de una boquilla, esta limpieza es conocida como «sandblasting» y permite remover principalmente la corrosión de los materiales o de cualquier tipo de recubrimiento de manera superficial, de esta manera se prepara para un recubrimiento final, por lo que, para el arenado es indispensable seleccionar los implementos de acuerdo al tamaño y el componente esto permitirá que la operación sea eficiente y muestre un resultado exitoso.

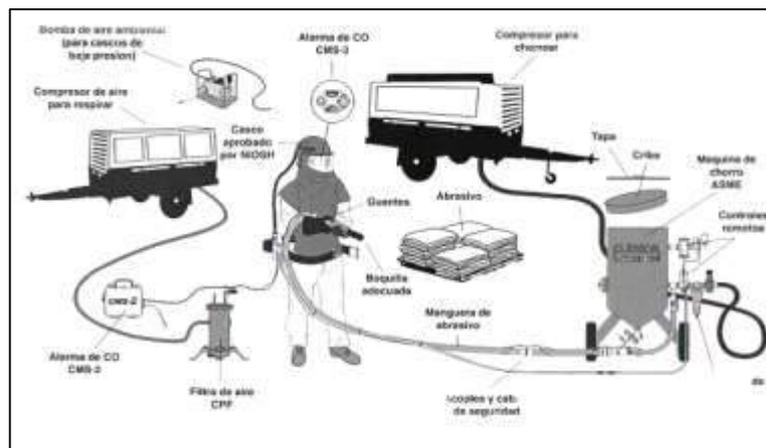


Figura 5-1: Técnica de Sandblasting

Fuente: (Espinosa, 2015)

1.8.2. *Pruebas de rugosidad*

Superficies reales, por más perfectas que sean, presentan particularidades que son una marca del método empleado para su obtención, por ejemplo: torneado, fresado, rectificado, bruñido, lapidado, etc., las superficies así producidas se presentan como conjunto de irregularidades, espaciamiento regular o irregular y que tienden a formar un patrón o textura característica en su extensión, en esta textura superficial se distinguen dos componentes distintos: rugosidad y ondulación. La rugosidad o textura primaria, está formada por surcos o marcas dejadas por los agentes que atacan la superficie en el proceso de mecanizado (herramienta, partículas abrasivas,

acción química, etc.) y se encuentra superpuesta al perfil de ondulación., y los espacios entre crestas varían entre 4 y 50 veces la profundidad de la depresión (Alves, 2011, pp. 24-28).

1.8.3. Tipos de protección anticorrosiva

La exposición al agua, a temperaturas elevadas y a sustancias agresivas generan los diferentes tipos de corrosión, cualquier elemento de metal que se encuentre en el exterior es susceptible de sufrirla, para prevenir los daños es conveniente apostar por aluminio y acero inoxidable, intentar mantener secas las superficies, emplear recubrimientos de grasa o bien aplicar pinturas anticorrosión. Lo mejor es emplear uno o varios sistemas de protección que se mencionan a continuación.

1.8.3.1. Protección por recubrimiento

Algo tan simple como crear una película protectora sobre el metal, que lo aisle del entorno, resulta muy eficaz. Pueden ser recubrimientos no metálicos, como pinturas, barnices, plásticos, esmaltes y cerámicos. También existe la opción de recubrimientos metálicos, que se pueden aplicar de distintas maneras:

- a) **Por inmersión:** se sumerge el metal a proteger en un baño de metal fundido, que al enfriarse conforma una capa sólida protectora. Se suele utilizar el estaño, zinc (galvanizado), aluminio y plomo.
- b) **Por electrodeposición:** se transmite electricidad entre dos metales distintos, inmersos en un líquido conductor que hace las veces de electrolito. El metal que queramos proteger actuará de cátodo, el otro de ánodo. Sobre el primero se creará la película protectora. Un ejemplo de este sistema es el cromado niquelado.
- c) **Por capa química:** se logra provocando la reacción del metal con un agente químico. Se generan así en la superficie compuestos de poco espesor, que conforman una capa protectora. Es el caso de procesos como la cromatización (se aplica ácido crómico) y la fosfatación (se aplica ácido fosfórico y fosfatos).

1.8.3.2. Inhibidores de corrosión

Son aquellas sustancias químicas que, aplicadas sobre una superficie metálica, crean una capa protectora que impide la corrosión, los inhibidores son muy empleados para recubrir de forma

temporal los materiales, existen dos tipos: los de absorción, que forman esa película protectora, o los denominados como barrederos, que eliminan el oxígeno.

1.8.3.3. *Protección catódica*

Con esta técnica se consigue que el metal a proteger se comporte como cátodo a través del suministro de electrones, para lograrlo se usa otro metal más electronegativo que el primero, el denominado como ánodo de sacrificio, que se oxida comunicando los electrones liberados en el proceso al metal a proteger.

1.8.4. *Tipos de recubrimientos superficiales*

Tabla 1-1: Tipos de recubrimiento superficial

Tipo de recubrimiento	Característica
Niquelado	Se aplica generalmente a superficies de acero, zinc u otros metales brindándoles una capa protectora contra la oxidación, la corrosión, la abrasión y la erosión provocadas por la exposición a la intemperie.
Anodizado	Se utiliza para cambiar el acabado de una superficie de material durante el cual se le aplica una capa de protección artificial y adicional que se genera sobre un metal mediante un óxido.
Cromado	Implica someter la superficie de algún objeto de plástico o de algún otro metal a la aplicación de una capa de distintos calibres de cromo.
Cobrizado	Es un proceso durante el cual se aplica una capa de cobre directamente sobre la superficie de un objeto.
Galvanizado	Es el proceso de recubrimiento de hierro o acero con una capa de zinc sumergiendo el metal en un baño de zinc fundido a una temperatura de alrededor de 450 ° C.
Zincado	Consiste en aplicar una capa de zinc sobre la superficie de un objeto metálico con la finalidad de protegerlo contra la corrosión, la oxidación y la abrasión causadas por la exposición a los elementos climáticos.
Pinturas	La pintura, además de posibilitar aplicar el color que se desee, también puede aportar protección de distintos niveles a los objetos que utilicen pinturas como recubrimiento.
Lacas y Barnices	Se aplica al material ya sea laca o barniz, brindando una capa de protección que protege a las superficies factores climatológicos, además de ofrecer un elemento estético en donde se aplique.

Fuente: (Vázquez, 2018)

Realizado por: Arévalo, William; Guanuche Lady, 2022

Un recubrimiento, también conocido como revestimiento, es una capa que se aplica a un objeto al que se le llama sustrato y que es parte de una construcción, paredes, vigas, techos, láminas y otras superficies de un proyecto son susceptibles a llevar recubrimientos. Estos ayudan a proteger los materiales de los elementos climáticos, pero también del uso que cada tipo de construcción conlleva. Al igual que sus usos, se fabrican de distintos materiales y depende del sustrato al que se le aplicará y la utilización que se le dará para elegir el recubrimiento ideal, como se muestra en la tabla 1-1.

1.8.5. *Volumen de solidos*

Se entiende por volumen a una magnitud métrica, euclideana y de tipo escalar, que se puede definir como la extensión de un objeto en sus tres dimensiones, es decir, tomando en cuenta su longitud, ancho y altura, es así, que todos los cuerpos físicos ocupan un espacio que varía según sus proporciones, y la medida de dicho espacio es el volumen.

1.8.6. *Espesor de película*

La representación de los productos en existentes en el mercado nos formula un espesor determinado, este está determinada por dos tipos que son espesor que son espesor de partícula húmeda y espesor de partícula seca.

1.8.6.1. *Espesor de película húmeda*

Se requiere conocer el espesor de la partícula húmeda para que al momento de este aplicado se eviten pérdidas de tiempo, dinero y material debido que puede existir presencia de agrietamiento al momento del secado. La medición del espesor correcto se lo debe realizar una vez después del aplicado con el fin de obtener el espesor deseado, esta medición se la realiza con una platina que posee fisura estandarizadas llamado peine con dientes, además, el peine horizontal de acero puede medir hasta 1270 μm de espesor y un peine hexagonal puede medir hasta 3000 μm . Estas medidas pueden variar dependiendo el material (Villegas, 2018, p. 45).

Las mediciones del espesor de la película húmeda son útiles si se conoce la densidad de la pintura en relación con WFT/DFT se basa en el porcentaje de solidos por volumen de un material es especifico a aplicar (%SPV). Se puede aplicar el procedimiento DFT para determinar el valor de WFT este es solamente cuando el SPV del material a aplicar es del 50% (Carrero, 2018, p.39).

Fórmula:

$$DTF=WFT*\%SVP \quad (1)$$

$$WFT=\frac{DTF}{\%SVP} \quad (2)$$

Donde:

DTF= Espesor de partícula húmeda

WFT= Espesor de partícula seca

SVP= Porcentaje de sólido por volumen

Para realizar la medición de espesor de película húmeda utilizamos una galga medidora o peine esta posee unos dientes en sus extremos que nos ayuda a medir de manera fácil y rápida el espesor del recubrimiento después de ser aplicado el sustrato de manera inmediata. Estas galgas poseen una escala de 1 hasta 80 mil, también nos ayuda a medir resinas, lacas, barnices entre otros.



Figura 6-1: Galga medidora o peine

Fuente: (Tirado, 2018)

1.8.6.2. *Espesor de película seca*

Es el ultimo recubrimiento que se realiza cuando se ha secado, se recomienda realizar la medición en contacto directo con la superficie que se va a valorar, a su vez se recomienda realizar varias mediciones para obtener un valor promedio (Carrero, 2018, p.52). Por otra parte, para realizar estas mediciones se utilizan instrumentos magnéticos como equipos de corriente Eddy. Para obtener una buena medición la calibración de este equipo de debe realizar bajo la norma SSPC-PA (Tirado, 2018).

En el mercado existen medidores electrónicos y manuales, los medidores electrónicos tienen un pequeño dispositivo que se coloca en contacto con la superficie, el lector que posee este nos da automáticamente el espesor de la pintura. Los medidores manuales existen de dos tipos que son de pluma y de rueda. El de pluma contiene un imán en su interior el cual se coloca sobre la superficie y la pluma se empieza a retirar lentamente (Berroa, 2019, p. 25).

1.8.7. *Medición del espesor por ultrasonido*

El equipo implementado para realizar la medición es un ultrasonido tipo pulso-eco que es capaz de operar en frecuencias de 1 a 5 MHz y debe estar suministrado con un control de ganancia ubicada en unidades de 2.0 dB o menos.

1.9. *Sistemas de recubrimientos*

Los sistemas de recubrimientos o también llamado sistemas de pinturas pueden componerse por un sistema de capa simple o multicapas, las cuales deben cumplir ciertos parámetros para que sean compatibles entre sí. Lo más común es encontrar sistemas de un imprimante o primer y una capa de acabado, pero en la mayoría de casos se adiciona una capa intermedia la cual dependerá de los medios a los que el acero se encuentre expuesto y el nivel de corrosión del cual se lo desee proteger. (Minga, 2021, p. 44).

1.9.1. *Función del imprimante*

Es adherirse de manera correcta al metal, debe poseer propiedades de penetración admisibles para poder cubrir todas las porosidades de las superficies del metal y mantener la adherencia durante todo el ciclo de vida de este.

1.9.2. *Función de la capa intermedia*

Es la que certifica una buena adherencia de la pintura al metal esta se aplica después del imprimante y antes del acabado.

1.9.3. *Función del acabado*

Este protege al metal y debe ser resistente a ambientes corrosivos, además debe ser compatible con la capa intermedia.

1.10. *Terminología de la corrosión*

La correcta preparación de la superficie antes de la aplicación de cualquier método, revestimiento o pintura nos ayudara a obtener los resultados requeridos.

1.10.1. Norma SSPC/ NACE

La correcta preparación de la superficial ante cualquier tipo de revestimiento o pintura es un factor de importancia para la obtención de resultados finales. El revestimiento está afectado directamente con la capacidad de adherirse de manera adecuada al sustrato debido a esto se debe considerar de manera importante la eliminación de aceites, grasas, pinturas viejas y cualquier otro tipo de contaminante. Los trabajos de preparación superficial esta regularizado por la norma SSPC (Steel Structures Painting Council, Pittsburgh) y la NACE (The National Association of Corrosion Engineers) trata los asuntos técnicos relacionas con la corrosión de los materiales (Berroa, 2019).

Tabla 2-1: Descripción de la norma SSPC-SP

Norma SSPC	Descripción		Última revisión
SSPC-SP COM	Comentarios sobre Preparación de superficie para acero y sustratos de hormigón.		Mar 2015
SSPC-SP 1	Limpieza con solventes		Abr. 2015
SSPC-SP 2	Limpieza con herramientas manuales.	Cepillos, lijas, etc	Nov. 2014
SSPC-SP 3	Limpieza con herramientas manuales mecánicas.	Herramientas eléctricas o neumáticas	Nov. 2014
SSPC-SP 5 / NACE N° 1	Limpieza con chorro abrasivo.	Granallado metal blanco.	Ene. 2007
SSPC-SP 6 / NACE N° 3	Limpieza con chorro abrasivo.	Granallado comercial.	Ene. 2007
SSPC-SP 7 / NACE N° 4	Limpieza con chorro abrasivo.	Granallado lijero.	Ene. 2007
SSPC-SP 8	Decapado químico.		Nov. 2014
SSPC-SP 10 / NACE N° 2	Limpieza con chorro abrasivo.	Granallado semi-blanco.	Ene. 2007
SSPC-SP 11	Limpieza manual con herramientas mecánicas.	Limpieza metal limpio o desnudo/ rugosidad mínima de 25 micrones.	Jul. 2012
SSPC-SP 12 / NACE N° 5	Limpieza con agua presión – Waterjetting.	Reescrita en Julio 2012 y reemplazadas por las normas SSPC-SP WJ-1, 2, 3 Y 4.	Jul. 2002
SSPC-SP 13 / NACE N° 6	Limpieza de concreto.		Mar. 2003
SSPC-SP 14 / NACE N° 8	Granallado industrial.		Ene. 2007
SSPC-SP 15	Limpieza manual con herramientas mecánicas.	Limpieza comercial con rugosidad mínima de 25 micrones.	Jul. 2012
SSPC-SP 16	Limpieza de metales no ferrosos.	Galvanizado, Acero Inoxidable, cobre, aluminio, latón, etc.	Abr. 2010

Fuente: (Berroa, 2019)

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

1.10.2. Norma SSPC-SP-5 NACE 1

Esta norma cumple con los requerimientos para la limpieza abrasiva a metal blanco de superficie de acero recubierto mediante el uso abrasivo. La superficie con limpieza abrasiva a metal blanco,

genera una superficie limpia con abrasivos cuando se observa que está libre de todo aceite, polvo, suciedad, calamina, herrumbre, recubrimientos, óxidos, productos de corrosión y cualquier otro elemento que sea visible en el elemento (Amancha, 2019).

Las variaciones de aspecto admisibles no afectan la limpieza de la superficie, las variaciones causadas por el tipo de acero, condición, superficie original, grosor del acero, metal usado para soldar. Antes de realizar la limpieza se deben remover todos los depósitos de aceite, grasa o del algún contaminante de acuerdo con SSPC-SP 1, también se deben eliminar todas las imperfecciones de acuerdo con el grado requerido por los documentos de la gestión, para ello es necesario la utilización de aire comprimido limpio y seco para la limpieza abrasiva con la boquilla, además se puede usar cualquiera de los siguientes métodos para la preparación superficial:

- Limpieza abrasiva seca usando aire comprimido, boquillas para limpieza abrasiva y abrasivos.
- Limpieza abrasiva seca usando un sistema de abrasivos de ciclos cerrado recirculatorio.
- Limpieza abrasiva seca usando un sistema de abrasivos de ciclo cerrado recirculatorio con ruedas centrífugas y abrasivas.

Posterior a la limpieza se debe remover los depósitos visibles de aceite grasa u otros contaminantes de acuerdo con SSPC-SP 1, se debe eliminar todo los residuos y polvos a su vez también se eliminará todas las imperfecciones y se corregirá cualquier daño ocasionado al perfil de anclaje de las superficies, antes de realizar el recubrimiento toda la superficie debe cumplir con el grado de limpieza especificado por la norma, por lo que, todo el proceso de limpieza abrasiva se debe realizar bajo las reglas y regulaciones de salud y seguridad laborales y ambientes aplicables.

1.11. Métodos de adherencia

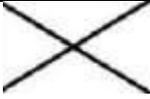
La adherencia es un recubrimiento que depende de varios factores como:

- Atracción intermolecular
- Superficie de anclaje
- Humectación
- Forma de aplicación
- Preparación de la superficie

Existen medidores de adherencia que permiten determinar la fuerza con la que un recubrimiento se adhiere al sustrato. En estos instrumentos se utilizan el método de tirón para medir la fuerza de levantamiento para desprender el sustrato, por lo que, se desprende una pequeña parte de recubrimiento del área que se va a evaluar.

1.11.1. Método A de corte en X

Tabla 3-1: Clasificación de resultados de adherencia, método A (Norma ASTM D 3359-02)

Clasificación	Pruebas después de la prueba	Descripción
5 A		Sin desprendimiento ni remoción
4 A		Desprendimiento a lo largo del corte en uno u otro lado
3 A		Rasgado de 1.6 mm a lo largo del corte en uno u otro lado
2 A		Rasgado de 3.2 mm a lo largo del corte en uno u otro lado
1 A		Remoción de la mayor parte del área de la X debajo de la cinta
0 A		Remoción sobre el área de la X

Fuente: (Coating, 2014)

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

El método A de corte en X es un método que se puede efectuar para determinar la resistencia a la separación de diferentes capas entre sí, este procedimiento se realiza a través de un corte en X con una herramienta de punta sobre a superficie de prueba, posterior es necesario la aplicación de cinta adhesiva sensible a la presión del corte. La cinta retirada debe formar un ángulo entre los cortes de 180° y la adherencia se debe evaluar en una escala de 0 a 5.0 que corresponde a más del 65% de la parte eliminada y del 5 al 0 % de la superficie eliminada (Coating, 2014).

1.11.2. Método de adherencia por empuje

Este método es ideal para superficies planas y curvas, es conocido también como Pull-Off. El equipo medidor de adherencia consta de los siguientes elementos: actuador de empuje, sufrideras,

adhesivo Cianoacrilato de curado rápido MC1500 y herramientas de limpieza de sufrideras, tapones de Nylon y estuche ABS.

1.12. Métodos de recubrimientos superficiales

Los recubrimientos son materiales transparentes o pigmentados formadores de películas que se encarga de proteger la superficie. Éstos se clasifican como orgánico o inorgánico. Los recubrimientos utilizados son orgánicos a partir de los organismos vivos, como el árbol del tung, semillas de ricino, pez entre otros. Los recubrimientos inorgánicos están conformados por el silicato de sodio, silicato de calcio, silicato del litio y silicato de etilo.

1.12.1. Sistema de una capa

Son los recubrimientos en los cuales se realiza solo una capa de pintura este procedimiento se realiza por motivos de decoración.

1.12.2. Sistemas de capas múltiples

En un procedimiento en el cual se realiza varias capas de pintura este procedimiento es muy habitual en inmersión y debe ser inerte a los químicos contienen o los líquidos de los alrededores.

1.13. Anaconda Navigator

Anaconda Navigator es una excelente interfaz de tipo gráfica, que permite iniciar aplicaciones y a la vez administrar de manera fácil gran cantidad de paquetes de datos; y pueden encontrarse disponibles para Windows, Macos y Linux de manera libre y gratuita (Alvarado, 2018, p.5). En otras palabras, Anaconda puede administrar varios entornos, distribuciones de Python y hasta 1000 paquetes de códigos abiertos.

1.13.1. Jupyter notebook

Jupyter Notebook es un interfaz web que sirve de conexión entre el código y los textos explicativos, esta manera se pueden incluir texto, video, imágenes, códigos, ecuaciones, visualizaciones, etc. mediante múltiples lenguajes de acuerdo a la necesidad del usuario (Cabrera y Díaz, 2018). De esta manera, los usuarios pueden crear y compartir en tiempo real

1.13.2. *Análisis de datos de las placas sometidas a preparación superficial bajo la norma SSPC-SP-5 NACE 1, mediante Python*

El lenguaje de programación que ofrece Python permite un análisis completo de datos estadísticos con una seguridad y confiabilidad garantizada, además Python cuenta con facilidades para la programación orientada a objetos, imperativa y funcional, por lo que se considera un lenguaje multi-paradigmas (Pérez et al, 2015).

1.13.2.1. *Funciones específicas con Python*

De acuerdo con Delgado (2022) Python es una herramienta que cubre la mayoría de las necesidades básicas de un programador y mucho más, por lo que, en esta se le da cobertura de forma muy intuitiva a tópicos como:

- Cadenas
- Estructura de datos
- Funciones numéricas y matemáticas
- Compresión de datos
- Formatos de archivo
- Criptografía
- Servicios de los Sistemas Operativos
- Comunicación entre procesos
- Manejo de datos de Internet
- Servicios multimedia

CAPÍTULO II

2. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y ENSAYOS DE ADHERENCIA

2.1. Establecer el número de la muestra

El tamaño de la muestra está conformado por el nivel de adherencia de la pintura sobre las placas de acero, para esto se tomó en cuenta la presión. Se debe considerar que es una muestra infinita para lo cual utilizaremos la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} * \sigma}{e} \right)^2 \quad (3)$$

Donde:

$Z_{\alpha/2}$: Se define según el número de intervalos

σ : Desviación estándar

e: Error máximo tolerable

Así con la ayuda de Excel establecimos un programa para calcular el número de la muestra en base a datos obtenidos de investigaciones previas:

Tabla 1-2: Datos previos de adherencia.

DATOS DE LA ADHERENCIA		
1	9,0	M Pa
2	8,8	M Pa
3	8,4	M Pa
4	9,5	M Pa
5	9,0	M Pa
6	8,5	M Pa
7	8,7	M Pa
8	9,0	M Pa
9	9,3	M Pa
10	8,5	M Pa
11	8,8	M Pa
12	9,1	M Pa
13	8,7	M Pa
14	9,5	M Pa
15	8,3	M Pa
16	9,5	M Pa
17	9,3	M Pa
18	8,6	M Pa

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Posteriormente se ingresó cada uno de los datos restantes en el programa y obtenemos el número de la muestra:

Tabla 2-2: Cálculo del número de muestra

$P(x) =$	0,9
$Z_{\alpha/2} =$	1,64485363
$SD =$	0,4
$e =$	0,1
$n =$	35,5403194

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Es así como se estableció un número de muestra de 36 probetas para el análisis.

2.1.1. *Ambientes corrosivos*

Los ambientes corrosivos son los responsables de causar fallas en los materiales, esto provoca los paros de las máquinas y elevados costos de mantenimiento.

El estudio de los diferentes métodos de protección ayuda a alargar la vida útil de las piezas o estructuras como por ejemplo en puentes, tanques, estructuras metálicas, aviones, barcos entre otros.

2.2. **Placas de acero ASTM A 36**

El material se expuso a diversas pruebas con el acero ASTM A36 o acero de uso estructural, también conocido como hierro negro, su porcentaje de carbono máximo es de 0,29 %.

El acero A 36 es comparado frecuentemente con el AISI 1018 debido a que su composición química es muy parecida.

Tabla 3-2: Composición química

	Composición química (% , \leq) para formas					
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu
ASTM0 A36	0,26	0,40	No requerimiento	0,04	0,05	0,20

Fuente: Materialmundial,2022

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Tabla 4-2: Propiedades mecánicas

Propiedades mecánicas		Notas
Resistencia a la tracción, MPa (ksi)	400 – 550 (58-80)	Placas de acero, formas y barras.
Límite elástico (Esfuerzo de fluencia), MPa (ksi), ≥	250 (36)	Espesor ≤ 200 mm (8 pulg.)
	220 (32)	Espesor de placas de acero > 200 mm (8 pulg.)
Elongación, %, ≥	20	Placas y barras en 200 mm (8 pulg.)
	23	Placas y barras en 50 mm (2 pulg.)
Dureza Brinell, HBW	119 - 162	Basado en la conversión de resistencia a la tracción.
Módulo de elasticidad, GPa (ksi)	200 (29 ³)	-
Prueba de impacto Charpy con muesca en V, J (ft*lb), ≥	27 (20)	Formas estructurales, ubicación alternativa del núcleo.
Módulo de corte, GPa (ksi)	79,3 (11,5 ³)	-
Fy del acero A36 (Límite de fluencia), MPa (ksi), ≥	250 (36)	-

Fuente: (Vázquez, 2018)

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Propiedades físicas

- Densidad del acero A36: 7,85 g/cm³ (0,284lb/in³)
- Punto de fusión: 1,425 – 1,538 °C (2,600 – 2,800 °F)
- Relación de Poissons: 0,26

2.2.1. Recubrimiento superficial según la norma SSPC-SP-5

En esta parte se utiliza la norma mencionada en la investigación para empezar con todos los ensayos y pruebas, es así que previamente se recomienda analizar la norma SSPC-SP-5 para empezar a realizar cada procedimiento que se menciona a continuación ver en el ANEXO B.

2.3. Preparación de las placas de acero

Para preparar las probetas se utiliza planchas de acero ASTM A36 de 5mm de espesor para lo cual se procede a cortarlas con dimensiones de 24 x 24 cm, las cuales posteriormente se las dividió en nueve secciones iguales de 8 cm con la finalidad de realizar los diversos procesos y pruebas a las que se somete dichas placas.



Figura 1-2: Placas antes de la preparación

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

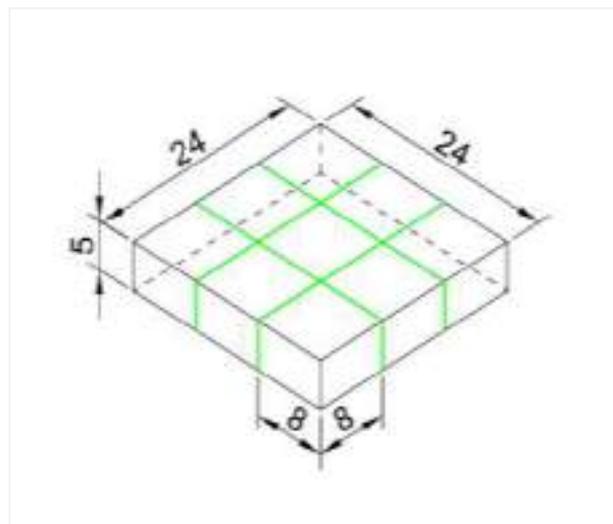


Figura 2-2: Diagramas de las placas

Realizado por: Arévalo William; Guanuche Lady, 2022

2.3.1. Codificación

Cada probeta se identifica con un código los cuales hacen referencia a los tipos de pruebas a las que van a ser sometidas: P1 para pruebas de corte en X, P2 para pruebas de Pull -Off y P3 para las probetas que se van a realizar sin la norma SSPC SP-5 NACE 1, además fueron divididas en 9 secciones por placa, las cuales se enumeraron de la siguiente manera. Las pruebas restantes de Press-O-Film, Espesor de película húmeda y seca, Holiday y Ultrasonido no fueron codificadas debido a que en todas las placas P1, P2 y P3 se realiza dichas pruebas.

Tabla 5-2: Datos de espesores de película húmeda del primer

P1											
P1A			P1B			P1C			P1D		
P1A-1	P1A-2	P1A-3	P1B-1	P1B-2	P1B-3	P1C-1	P1C-2	P1C-3	P1D-1	P1D-2	P1D-3
P1A-4	P1A-5	P1A-6	P1B-4	P1B-5	P1B-6	P1C-4	P1C-5	P1C-6	P1D-4	P1D-5	P1D-6
P1A-7	P1A-8	P1A-9	P1B-7	P1B-8	P1B-9	P1C-7	P1C-8	P1C-9	P1D-7	P1D-8	P1D-9
P2											
P2A			P2B			P2C			P2D		
P2A-1	P2A-2	P2A-3	P2B-1	P2B-2	P2B-3	P2C-1	P2C-2	P2C-3	P2D-1	P2D-2	P2D-3
P2A-4	P2A-5	P2A-6	P2B-4	P2B-5	P2B-6	P2C-4	P2C-5	P2C-6	P2D-4	P2D-5	P2D-6
P2A-7	P2A-8	P2A-9	P2B-7	P2B-8	P2B-9	P2C-7	P2C-8	P2C-9	P2D-7	P2D-8	P2D-9
P3											
P3A			P3B			P3C			P3D		
P3A-1	P3A-2	P3A-3	P3B-1	P3B-2	P3B-3	P3C-1	P3C-2	P3C-3	P3D-1	P3D-2	P3D-3
P3A-4	P3A-5	P3A-6	P3B-4	P3B-5	P3B-6	P3C-4	P3C-5	P3C-6	P3D-4	P3D-5	P3D-6
P3A-7	P3A-8	P3A-9	P3B-7	P3B-8	P3B-9	P3C-7	P3C-8	P3C-9	P3D-7	P3D-8	P3D-9

Realizado por: Arévalo William; Guanuche Lady, 2022

2.3.2. Preparación superficial

Para la preparación de la superficie o perfil de anclaje en las probetas se divide en dos partes las cuales son: limpieza por medio de sandblasting o chorro abrasivo y posteriormente realiza las pruebas de Press-O-film, según la norma SSPC SP-5 NACE.

2.3.2.1. Sandblasting

Los niveles de limpieza para las probetas se establecen de acuerdo con los requerimientos en las fichas técnicas de las pinturas con el objetivo de obtener la rugosidad ideal para la aplicación de dicha pintura la cual será de entre 1,6 a 2,8 mils de rugosidad. Estas características se pueden evidenciar en el ANEXO A.

Además, las probetas de acero ASTM A36 se somete a limpieza por sandblasting entre los 30 a 40 cm de distancia y de aplicación perpendicular al metal según norma SSPC-SP5. Como se puede visualizar en el ANEXO B.



Figura 3-2: Sandblasting a las placas de acero

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Por lo que, para este procedimiento se utiliza un compresor SULLAIR-260 de 6,9 bares de presión y una boquilla para sandblasting número 6, además se ocupó un abrasivo metálico de grano redondo.



Figura 4-2: Compresor SULLIAR-260

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022



Figura 5-2: Boquilla para Sand Blast número 6

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

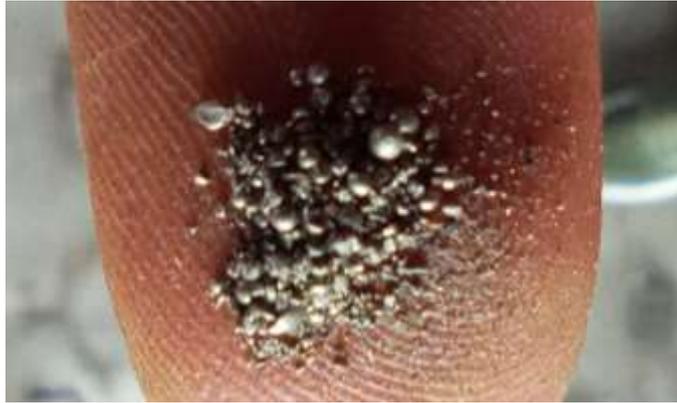


Figura 6-2: Abrasivo metálico de grano redondo

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Este procedimiento se realiza en ocho de las doce placas de acero, debido a que las cuatro placas restantes se las analiza sin la norma SSPC-SP5.

Finalmente, las placas en las cuales se aplica sandblasting, se evidencia un cambio notorio en su tonalidad, siendo está de color blanco, mismo que nos indica, que el metal se encuentra sin ningún tipo de protección y está listo para realizar las pruebas de Press-O-film y posterior el pintado.



Figura 7-2: Placas luego de aplicar sandblasting

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

2.3.2.2. *Press-O-film*

Para realizar las pruebas de rugosidad se utiliza un reloj comparador de espesores, de la marca Mitutoyo, modelo 2046S el cual permite medir desde los cero milímetros hasta los 10 mm.



Figura 8-2: Reloj comparador

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Además, se utiliza las cintas Press-O-film de la marca Testex con capacidad de tomar una muestra replica desde los 38 hasta las 115 μ m o lo que es igual de 1.49 hasta los 4.52 mils, siendo está ideal para el desarrollo eficiente del proyecto, ya que la rugosidad que debemos conseguir se encuentra entre los 1.6 hasta 2.8 mils como indica la ficha técnica del SIGMAFAST 278 que se visualiza en el ANEXO A.



Figura 9-2: Cinta Testex para pruebas PRESS-O-FILM

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

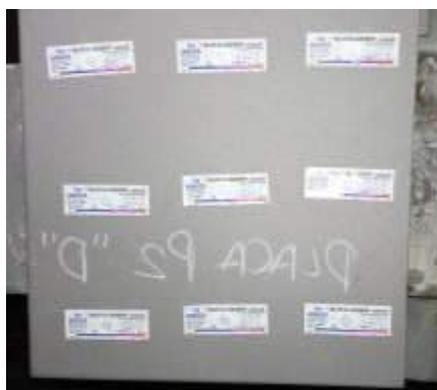


Figura 10-2: Muestra de aplicación de las cintas PRESS-O-FILM

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

2.4. Proceso de recubrimiento

Para la aplicación de los recubrimientos se realiza bajo las indicaciones climáticas que se encuentran en las fichas técnicas de cada pintura, como se especifica en el ANEXO A, tomando como referencia: la temperatura del aire, temperatura de la superficie, temperatura del punto de rocío, velocidad del viento y la diferencia entre las temperaturas de la superficie y punto de rocío, los cuales se controlaron con Termohigrómetro digital, para la vigilancia ambiental de marca Elcometer, modelo 319.

Tabla 6-2: Siglas de acuerdo con las condiciones de temperatura

Soleado	Nublado parcial	Nublado total	Lluvia
S	C	O	R

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Tabla 7-2: Condiciones ambientales para la primera capa

CONDICIONES AMBIENTALES					
Temperatura del ambiente	Humedad relativa	Temperatura del metal	Punto de rocío	D.P Dew point (Punto de rocío)	Condición
24,3 °C	43,2%	23,1	11,2 °C	11,9 °C	S

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Tabla 8-2: Condiciones ambientales para la segunda capa

CONDICIONES AMBIENTALES					
Temperatura del ambiente	Humedad relativa	Temperatura del metal	Punto de rocío	D.P Dew point (Punto de rocío)	Condición
21,8 °C	52,3%	24,9 °C	11,7 °C	13,2 °C	S

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022



Figura 11-2: Termohigrómetro Digital

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

2.4.1. Aspectos previos

Como se visualiza en la tabla 9-2, se debe tener consideración aspectos indispensables de las pinturas que van a ser empleadas durante el proceso, para cumplir con cada uno de los requerimientos que demanda su selección.

Tabla 9-2: Características de los recubrimientos

PINTURAS EMPLEADAS						
Proveedor	Nombre del recubrimiento	Tipo de recubrimiento	COV (g/l) concentración másica	Sólidos en volumen (%)	Color	Características
PPG Industries	SIGMAFAST™ 278	Epoxi con fosfato de zinc	230,0	80±2	Gris semibrillante	Imprimación y capa intermedia epoxi con zinc de dos componentes para sistemas de protección anticorrosiva, cura a temperaturas de -5°C, seco al tacto de 1 hora.
PPG Industries	SIGMADUR™ 550H	Poliuretano alifático acrílico	330,0	70±2	Verde amura	Excelente resistencia a condiciones de exposición atmosféricas, acabado de dos componentes, cura a temperaturas de hasta -5°C, tiempo total de los curados 3 días.

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

2.4.2. Preparación de la pintura

De acuerdo con las especificaciones establecidas por el SIGMAFAST™ 278, la preparación del primer de manera previa debe contener un 75% del sustrato y un 25% de disolvente lo que también es igual a la relación de 3:1. Por otra parte, para preparar el acabado SIGMADUR™ 550H siguiendo la ficha técnica se necesita un 87% del sustrato y un 13% de disolvente lo que es igual a la relación de 3,48:0,52.



Figura 12-2: Preparación de las pinturas

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Este procedimiento se lo realiza de forma manual, utilizando un recipiente idóneo para efectuar la mezcla, mediante la supervisión del personal calificado para este procedimiento, mismo que otorgó las indicaciones y especificaciones adecuadas para el proceso, evitando de esta manera que existe la pérdida o desperdicio de la pintura, con la finalidad de que la aplicación se lleve a cabo correctamente. Además, para aplicar el primer y el acabado se utilizó una bomba Airless Graco ST MAX II 495 PC Pro-17E871 con una presión máxima de 227 bares y además una boquilla número 215.



Figura 13-2: Bomba Airless Graco ST MAX II 495 PC Pro-17E871

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

2.4.3. *Proceso de pintado*

Para el proceso de pintado previamente se calienta las placas de acero con soplete de cobre con entrada de dos pulgadas conectada a un cilindro de gas licuado de petróleo, para obtener de manera más rápida una temperatura ideal para la ejecución de este proceso en las placas.



Figura 14-2: Calentamiento de las placas de acero previo al pintado

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Las 12 placas se colocan sobre la base de dos caballetes y se establece tres lotes de pintado respecto a la codificación que se estableció previamente, al pintar las placas con el primer, se dejó el tiempo necesario para el curado siendo un día completo de acuerdo con las fichas técnicas del primer, todo esto, previo a la aplicación del acabado.



Figura 15-2: Aplicación del primer o primera capa

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Para la aplicación del acabado se realiza de la misma manera que el primer, con la diferencia que para este procedimiento no se precalentó las placas, después de aplicar el acabado y siguiendo la recomendación de la ficha técnica se mantuvo en reposo durante tres días para el curado total de las placas antes de proceder a realizar las pruebas de adherencia.



Figura 16-2: Aplicación del acabado o segunda capa

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

2.4.4. *Medición de espesor de película húmeda*

Durante el proceso de pintado se mide espesores de película húmeda tanto al aplicar el primer como después de aplicar el acabado, en este caso no se lo realiza a las 36 muestras, solamente se realiza una por cada lote en P1, P2 y P3, ya que el pintado se realizó de manera uniforme a todas las placas y además es un ensayo destructivo por lo cual no es recomendable realizarlo en cada sección.



Figura 17-2: Medición de espesores de capa húmeda

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

El instrumento que se utiliza es un peine perforado hexagonal para película húmeda de marca Elcometer 112AL.



Figura 18-2: Galga medidora de espesor de película húmeda

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

2.4.5. *Medición de espesor de película seca*



Figura 19-2: Medidor de espesor magnético.

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Al igual que en la medición de espesores de capa húmeda, a esta parte también se realizó la medición de espesores de película seca durante el proceso de pintado. El espesor de la película seca se obtuvo después del curado del primer y del acabado, mediante un medidor de espesor magnéticos de marca Elcometer modelo A546CF55, por lo que, es necesario comprobar que este se encuentre correctamente calibrado antes de realizar las mediciones.

Esto se puede comprobar mediante la colocación del medidor sobre las galgas de diferentes colores dadas por el fabricante ya que el medidor posee un certificado de calibración, si el espesor de las galgas coincide con el valor dado por el medidor se puede decir que está correctamente calibrado. Para la obtención de los valores de las medidas éstas fueron tomadas una de cada lote debido a que el pintado se realizó de manera uniforme.

2.5. **Ensayos de adherencia**

Existen diferentes pruebas que nos ayudan comprobar el nivel de adherencia: las cuales mencionaremos y describiremos a continuación:

2.5.1. *Pruebas Holiday*

Para la realización de la prueba Holiday en las placas, se utiliza el equipo detector de porosidad de esponja húmeda Elcometer Detector de microorificios 270, consta de un detector de bajo voltaje,

al ser una prueba sencilla de aplicar, permite detectar las discontinuidades en la película como son las porosidades o huecos que podrían aparecer en las placas luego de la aplicación de la protección superficial, por lo que cada procedimiento dentro de esta prueba se realizó bajo las condiciones de la norma NACE SP 0188, como se evidencia en el ANEXO C.



Figura 20-2: Detector de microorificios 270

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Por lo que, esta prueba verificó si la corriente fluye y completa el circuito que se encuentra dentro del equipo, emitiendo una alerta en la cual indica que existe discontinuidades en la película de protección previamente aplicada.

2.5.2. Pruebas de Ultrasonido

Es una prueba no destructiva que se puede realizar a todas las placas, consiste en medir mediante ondas con intervalo de frecuencia, que nos ayudan a revelar defectos en las placas, y de esta manera poder determinar que espesor de película tiene cada parte, para esto se realiza la toma de medidas de tres secciones diferentes de cada sección, de acuerdo con la norma SSPC PA 2, como se evidencia en el ANEXO D.



Figura 21-2: Medidor de espesor Magnético

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

2.5.3. Pruebas de cote en X o Método de corte en "A"

Para realizar esta prueba se hace la medición del espesor, como este fue a mayor a los 5 mils se utilizó este método, que consiste en realizar dos cortes transversales en X aproximadamente de 4 cm, empleando una cuquilla con la ayuda de una regla metálica, estos cortes deben formar un ángulo de entre 30° y 45° de acuerdo con la normativa, mismo que se puede evidenciar en el ANEXO E.



Figura 22-2: Cortes en X

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Mediante la implementación de una lupa de aumento se deben verificar los cortes realizados al metal, posteriormente un tramo de cinta cubriendo en área donde se realiza el corte, se realiza el retiro de la cinta de manera paralela formando un ángulo de 180°, este retiro debe ser de un tirón.



Figura 23-2: Comprobación del nivel de adherencia

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

2.5.4. Pruebas de Pull-Off



Figura 24-2: Medidor de adherencia hidráulico

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022



Figura 25-2: Dollys y pega Scotch Weld

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Para efectuar este ensayo destructivo se toma en cuenta el ANEXO F, la probeta a evaluar debe estar previamente aplicada el acabado final, posteriormente se coloca la pega Scotch Weld MC 1500 de la marca 3M, sobre los dados también conocidos como dollys y se procede a pegarlos en varios puntos de cada placa, no es necesario realizar las nueve mediciones debido a que el área a realizar es pequeña y no es necesaria aplicarlas a todas, es suficiente con tres muestras por placa.

A continuación, como procedimientos finales se aplica la carga necesaria y se retira con el uso de un medidor de adherencia hidráulica; consecuentemente se retiraran los dados de las placas y se observa si existe desprendimiento de la película para su siguiente análisis.



Figura 26-2: Prueba de Pull-Off

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

CAPITULO III

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo tiene como propósito esencial analizar y comparar los principales resultados obtenidos después de la aplicación de la pintura y medir el nivel de adherencia en placas de acero sometidas a preparación superficial bajo la norma SSPC-SP-5 NACE 1.

Y dado que los equipos con los que se realizó las pruebas trabajaban con el sistema inglés de unidades, los datos son arrojados en mils, sin embargo, en el país se trabaja con el sistema internacional de unidades, en tal sentido, los datos son transformados a micrómetros para un mejor análisis de los resultados y se toma en consideración que la prueba de Pull Off trabaja en MPa.

A continuación, se muestran los principales datos obtenidos para cada uno de los análisis y comparaciones.

3.1. Prueba PRESS-O-FILM

Se toman muestras de Press o Film a placas sometidas a preparación superficial con sandblasting en un total de 72 mediciones y en un total de 36 mediciones sin preparación superficial con sandblasting.

Tabla 1-3: Datos prueba de PRESS-O-FILM de las placas P1

DATOS DE LA PRUEBA PRESS-O-FILM											
Placas P1											
P1A	µm	mils	P1B	µm	Mils	P1C	µm	mils	P1D	µm	Mils
P1A-1	60,96	2,4	P1B-1	60,96	2,4	P1C-1	66,04	2,6	P1D-1	60,96	2,4
P1A-2	55,88	2,2	P1B-2	60,96	2,4	P1C-2	66,04	2,6	P1D-2	55,88	2,2
P1A-3	60,96	2,4	P1B-3	55,88	2,2	P1C-3	66,04	2,6	P1D-3	60,96	2,4
P1A-4	55,88	2,2	P1B-4	66,04	2,6	P1C-4	66,04	2,6	P1D-4	60,96	2,4
P1A-5	50,8	2,0	P1B-5	60,96	2,4	P1C-5	71,12	2,8	P1D-5	71,12	2,8
P1A-6	55,88	2,2	P1B-6	60,96	2,4	P1C-6	60,96	2,4	P1D-6	66,04	2,6
P1A-7	50,8	2,0	P1B-7	68,58	2,7	P1C-7	60,96	2,4	P1D-7	66,04	2,6
P1A-8	55,88	2,2	P1B-8	60,96	2,4	P1C-8	60,96	2,4	P1D-8	60,96	2,4
P1A-9	40,64	1,6	P1B-9	55,88	2,2	P1C-9	53,34	2,1	P1D-9	60,96	2,4

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Tabla 2-3: Datos prueba de PRESS-O-FILM de las placas P2

DATOS DE LA PRUEBA PRESS-O-FILM											
Placas P2											
P2A	µm	mils	P2B	µm	mils	P2C	µm	mils	P2D	µm	Mils
P2A-1	66,04	2,6	P2B-1	60,96	2,4	P2C-1	60,96	2,4	P2D-1	60,96	2,4
2A-2	60,96	2,4	P2B-2	55,88	2,2	P2C-2	55,88	2,2	P2D-2	60,96	2,4
P2A-3	66,04	2,6	P2B-3	60,96	2,4	P2C-3	55,88	2,2	P2D-3	60,96	2,4
P2A-4	66,04	2,6	P2B-4	60,96	2,4	P2C-4	55,88	2,2	P2D-4	66,04	2,6
P2A-5	71,12	2,8	P2B-5	60,96	2,4	P2C-5	66,04	2,6	P2D-5	60,96	2,4
P2A-6	66,04	2,6	P2B-6	71,12	2,8	P2C-6	60,96	2,4	P2D-6	60,96	2,4
P2A-7	60,96	2,4	P2B-7	60,96	2,4	P2C-7	60,96	2,4	P2D-7	55,88	2,2
P2A-8	66,04	2,6	P2B-8	60,96	2,4	P2C-8	60,96	2,4	P2D-8	55,88	2,2
P2A-9	60,96	2,4	P2B-9	60,96	2,4	P2C-9	60,96	2,4	P2D-9	60,96	2,4

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Tabla 3-3: Datos prueba de PRESS-O-FILM de las placas P3

DATOS DE LA PRUEBA PRESS-O-FILM											
Placas P3											
P3A	µm	mils	P3B	µm	mils	P3C	µm	mils	P3D	µm	mils
P3A-1	50,8	2,0	P3B-1	50,8	2,0	P3C-1	40,64	1,6	P3D-1	40,64	1,6
P3A-2	40,64	1,6	P3B-2	40,64	1,6	P3C-2	40,64	1,6	P3D-2	40,64	1,6
P3A-3	40,64	1,6	P3B-3	50,8	2	P3C-3	40,64	1,6	P3D-3	40,64	1,6
P3A-4	60,96	2,4	P3B-4	40,64	1,6	P3C-4	40,64	1,6	P3D-4	50,8	2,0
P3A-5	50,8	2,0	P3B-5	40,64	1,6	P3C-5	40,64	1,6	P3D-5	40,64	1,6
P3A-6	40,64	1,6	P3B-6	60,96	2,4	P3C-6	40,64	1,6	P3D-6	40,64	1,6
P3A-7	40,64	1,6	P3B-7	40,64	1,6	P3C-7	50,8	2,0	P3D-7	40,64	1,6
P3A-8	50,8	2,0	P3B-8	50,8	2,0	P3C-8	40,64	1,6	P3D-8	40,64	1,6
P3A-9	50,8	1,6	P3B-9	40,64	1,6	P3C-9	40,64	1,6	P3D-9	40,64	1,6

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

3.1.1. Test de Normalidad

Mediante el test de normalidad de Shapiro Wilk, se logra demostrar si cada conjunto de mediciones obtenidas tanto para los datos de press o film en placas sometidas a preparación superficial con sandblasting como para los datos de Press O Film de las placas que no se sometieron a preparación superficial con sandblasting son normales.

#Normalidad Press o Film en placas con sandblasting

```
pof1 = [60.96, 55.88, 60.96, 55.88, 50.8, 55.88, 50.8, 55.88, 40.64, 60.96, 60.96, 55.88, 66.04, 60.96,
60.96, 68.58, 60.96, 55.88, 66.04, 66.04, 66.04, 66.04, 71.12, 60.96, 60.96, 60.96, 53.34, 60.96, 55.88,
60.96, 60.96, 71.12, 66.04, 66.04, 60.96, 60.96, 66.04, 60.96, 66.04, 66.04, 71.12, 66.04, 60.96, 66.04,
60.96, 60.96, 55.88, 60.96, 60.96, 60.96, 71.12, 60.96, 60.96, 60.96, 60.96, 55.88, 55.88, 55.88, 66.04,
60.96, 60.96, 60.96, 60.96, 60.96, 60.96, 60.96, 66.04, 60.96, 60.96, 55.88, 55.88, 60.96]
```

```
print("p valor de las placas con sandblasting = " + str(stats.shapiro(pof1)))
```

#Normalidad Press o Film en placas sin sandblasting

```
pof2 = [50.8, 40.64, 40.64, 60.96, 50.8, 40.64, 40.64, 50.8, 40.64, 50.8, 40.64, 50.8, 40.64, 40.64, 60.96,
40.64, 50.8, 40.64, 40.64, 40.64, 40.64, 40.64, 40.64, 40.64, 40.64, 50.8, 40.64, 40.64, 40.64, 40.64, 40.64, 50.8,
40.64, 40.64, 40.64, 40.64]
```

`print("p valor de las placas sin sandblasting=" + str(stats.shapiro(pof2)))`

Existe suficiente evidencia para aseverar que los datos de la prueba Press O Film sometidas a preparación superficial con sandblasting no se distribuye normalmente con el 95% de confianza. Por lo tanto, se considera que estos datos no se distribuyen normalmente. Por otra parte, Existe suficiente evidencia para aseverar que los datos de la prueba Press O Film sin preparación superficial con sandblasting no se distribuye normalmente con el 95% de confianza. Por lo tanto, se considera que estos datos no se distribuyen normalmente.

Tabla 4-3: Test de Normalidad de Shapiro Wilk

Prueba	Grupo	P. valor
Press O Film	Con sandblasting	3,3056362553907093e-06
	Sin sandblasting	1,225205803478957e-08

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

En la figura 1-3. Existe evidencia de que los resultados obtenidos de la prueba de Press O Film en placas sometidas a preparación superficial como para placas sin preparación superficial con sandblasting los datos no demuestran una distribución normal, por lo que, es necesario utilizar la técnica de bootstrapping para su normalización.

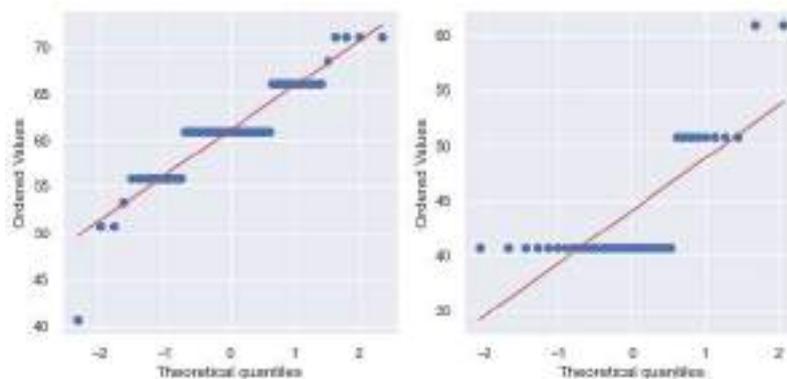


Figura 1-3: Gráfica Q-Q de la comparación de la prueba Press O Film

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 2-3. Se muestra el histograma de la distribución de los datos de la prueba Press O Film entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

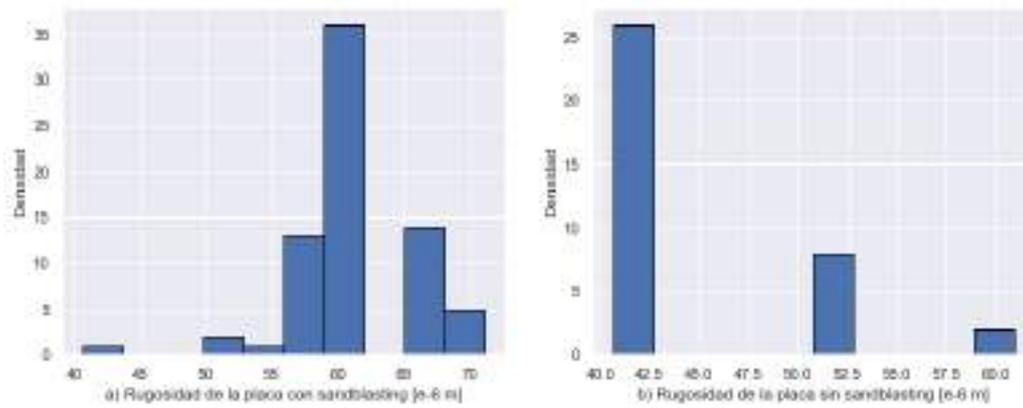


Figura 2-3: Histograma de los datos reales obtenidos
 Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 3-3. Se muestra la dispersión de los datos no normalizados de la prueba de Press O Film de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

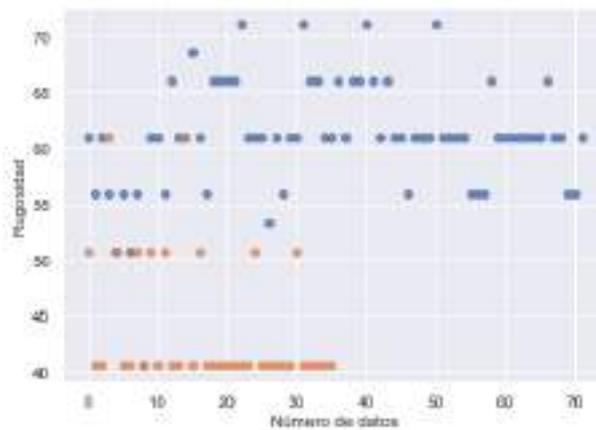


Figura 3-3: Diagrama de dispersión de los valores reales
 Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

3.1.2. Normalización de datos por medio de la técnica bootstrapping

Para esta prueba se realiza la normalización tanto para de los datos de Press O Film de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting como para los datos de Press O Film de las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

```
#Se generan 100 muestras bootstrap a las placas que fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting
prueba1 = [resample(pof1, replace=True, n_samples=len(pof1)) for _ in range(100)]
# Se computa la media para cada muestra
bpf1= [np.mean(s) for s in prueba1]
```

```

bpf1_df = pd.DataFrame(bpf1)
bpf1_df.describe()
stats.shapiro(bpf1)

```

```

ShapiroResult(statistic=0.9778537750244141, pvalue=0.09032518416643143)

```

#Se generan 100 muestras bootstrap a las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting

```

prueba2 = [resample(pof2, replace=True, n_samples=len(pof2)) for _ in range(100)]

```

Se computa la media para cada muestra

```

bpf2= [np.mean(s) for s in prueba2]

```

```

bpf2_df = pd.DataFrame(bpf2)

```

```

bpf2_df.describe()

```

```

çstats.shapiro(bpf2)

```

```

ShapiroResult(statistic=0.9757996201515198, pvalue=0.06232693791389465)

```

Tabla 5-3: Medidas estadísticas de Press O Fillm

Medidas de tendencia central			
Con sandblasting		Sin sandblasting	
Count	100,000000	Count	100,000000
Media	60,942361	Media	43,967400
Desviación estándar	0,572966	Desviación estándar	0,861545
Mínimo	59,760556	Mínimo	41,768889
25%	60,457292	25%	43,462222
50%	60,889444	50%	43,744444
75%	61,383333	75%	44,308889
Máximo	62,476944	Máximo	46,566667

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Por medio del test de shapiro wilk se comprueba que los datos normalizados por medio de la técnica de bootstrapping ya cumplen con una distribución normal tanto para los datos de Press O Film en las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting como para las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

En la figura 4-3. Se demuestra el histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real de los datos de la prueba de Press O Film entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting. La línea negra muestra la distribución normal teórica, mientras que la línea azul nos muestra la distribución normal real.

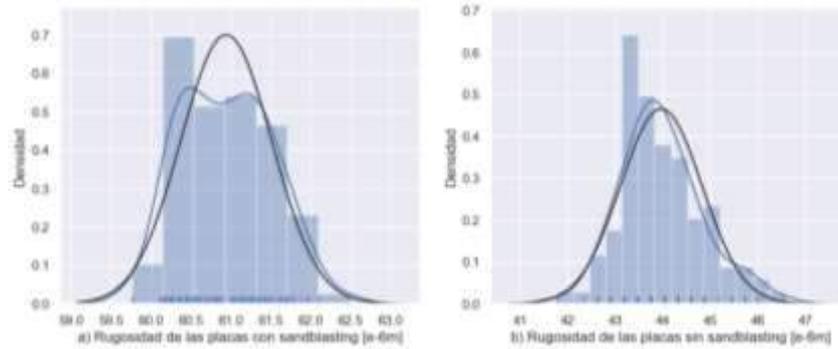


Figura 4-3: Histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 5-3. Se presenta la Gráfica Q-Q entre los datos normalizados de la prueba Press O Film de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting entre las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

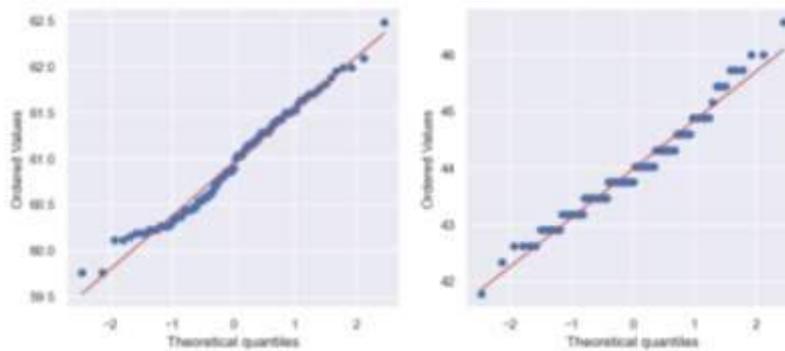


Figura 5-3: Gráfica Q-Q de normalidad entre datos normalizados

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 6-3. Se demuestra el histograma de la distribución de los datos de la prueba Press O Film normalizadas entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

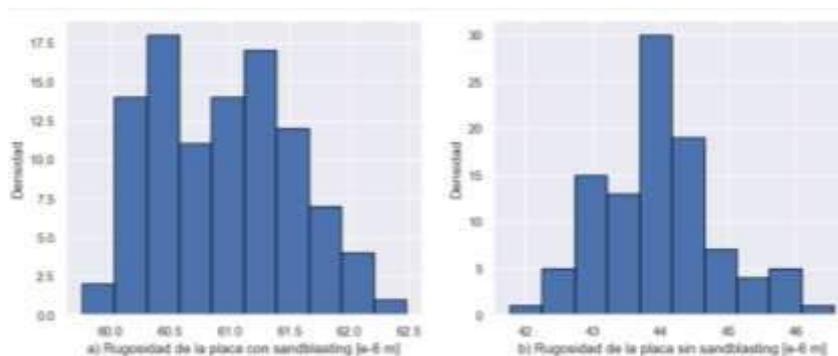


Figura 6-3: Histograma de muestras normalizadas

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

La figura 7-3. Muestra la distribución de los datos normalizados mediante la técnica de bootstrapping de la prueba de Press O Film de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

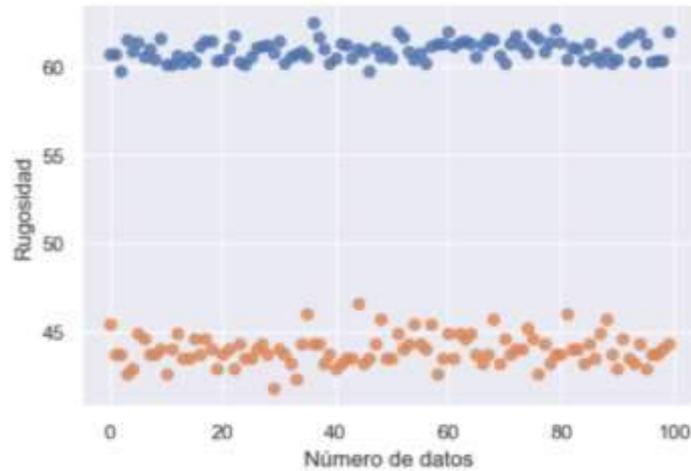


Figura 7-3: Diagrama de dispersión de datos normalizados

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 8-3. Se muestra en la comparación de mínimos, máximos, rango intercuartiles, mediana y partes aisladas entre los datos de Press O Film de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting y placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting mediante el diagrama de cajas o boxplot con los datos reales. Además, se observa que la mediana de la rugosidad con preparación superficial es mayor que la mediana de la rugosidad sin preparación superficial mediante sandblasting; sin embargo, las mediciones son muy dispersas.

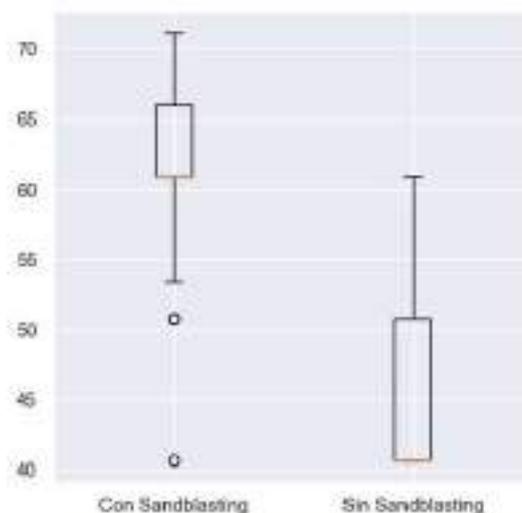


Figura 8-3: Diagrama de cajas con datos reales

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 9-3. Se muestra la comparación de mínimos, máximos, rango intercuartiles, mediana y partes aisladas entre los datos de Press O Film de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting mediante el diagrama de cajas o boxplot con los datos normalizados. Además, se observa que la mediana de la rugosidad con preparación superficial es mayor que la mediana de la rugosidad sin preparación superficial mediante sandblasting; sin embargo, las mediciones son muy dispersas. es mayor que la mediana de la rugosidad sin preparación superficial mediante sandblasting; sin embargo, las mediciones son muy dispersas.

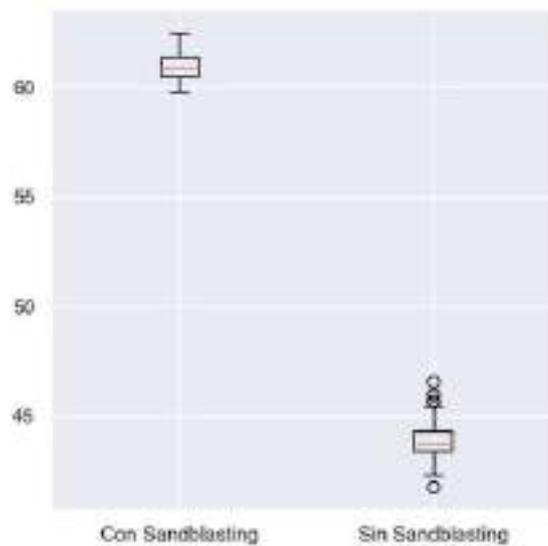


Figura 9-3: Diagrama de cajas con datos reales

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

3.1.3. Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test)

Mediante el test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test) se determina si existe diferencia significativa entre las medias de los valores de la prueba de press o film de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting

```
#test Wilcoxon
pg.mwu(pof1,pof2, alternative='greater')
```

Tabla 6-3. Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test)

	U-val	alternative	p. val	RBC	CLES
MWU	2493,0	greater	3,832121e-16	-0.923611	0.961806

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Nota: Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test) de cola derecha es greater porque los valores de la mediana con sandblasting son mayores

Ho: La rugosidad posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son menores que la rugosidad sin la preparación de la superficie con sandblasting.

H1: La rugosidad posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son mayores que la rugosidad sin la preparación de la superficie con sandblasting.

Como el p valor es igual a $3.832121e-16 < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa por lo que se concluye que existe suficiente evidencia para aseverar que la rugosidad posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son mayores que la rugosidad sin la preparación de la superficie con sandblasting.

3.2. Prueba de espesores en capa húmeda

Tabla 7-3: Datos de espesores de película húmeda del primer

DATOS DE ESPESORES DE PELICULA HÚMEDA DEL SIGMAFAST™ 278		
Lote	µm	Mils
P1	275	10,82
P2	275	10,82
P2	275	10,82

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Tabla 8-3: Datos de espesores de película húmeda del acabado

DATOS DE ESPESORES DE PELICULA HÚMEDA DEL SIGMADUR™ 550H		
Lote	µm	Mils
P1	300	11,81
P2	300	11,81
P3	300	11,81

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Al ser una prueba destructiva y de acuerdo con la práctica, solo se tomó una muestra por lote por lo que, no se realizó ningún otro tipo de análisis ya que la pintura se aplicó de manera uniforme en la superficie de las placas y se evidenció como resultado que los tres lotes tienen el mismo espesor, lo cual nos da un 100% de confiabilidad.

3.3. Prueba de espesores en la primera capa seca

Se toman muestras de espesores en primera capa seca a placa sometidas a preparación superficial con sandblasting de 120 mediciones y 60 mediciones a placas sin preparación superficial con sandblasting.

Tabla 9-3: Datos de prueba de espesor de película de las placas P1

PLACA P1-A														
μm	Mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
208,28	8,2	9,1	254	10,0	9,6	233,68	9,2	9,3	215,9	8,5	8,4	218,44	8,6	8,4
246,38	9,7		233,68	9,2		236,22	9,3		213,36	8,4		213,36	8,4	
241,3	9,5		241,3	9,5		241,3	9,5		208,28	8,2		210,82	8,3	
												Promedio total		9,0
PLACA P1-B														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
254	10	9,7	254	10	9,5	251,46	9,9	9,9	254	10	10,0	246,38	9,7	9,7
238,76	9,4		238,76	9,4		248,92	9,8		243,84	9,6		236,22	9,3	
243,84	9,6		233,68	9,2		254	10		261,62	10,3		254	10	
												Promedio total		9,7
PLACA P1-C														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
210,82	8,3	8,3	251,46	9,9	9,3	208,28	8,2	8,2	226,06	8,9	9,3	210,82	8,3	8,4
210,82	8,3		218,44	8,6		213,36	8,4		238,76	9,4		220,98	8,7	
213,36	8,4		236,22	9,3		200,66	7,9		241,3	9,5		205,74	8,1	
												Promedio total		8,7
PLACA P1-D														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
213,36	8,4	8,2	251,46	9,9	9,3	208,28	8,2	8,2	208,28	8,2	8,9	231,14	9,1	8,5
200,66	7,9		218,44	8,6		213,36	8,4		228,6	9		213,36	8,4	
208,28	8,2		236,22	9,3		200,66	7,9		238,76	9,4		203,2	8	
												Promedio total		8,6

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Tabla 10-3: Datos de prueba de espesor de película de las placas P2

PLACA P2-A														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
254	10	9,6	254	10	9,4	195,58	7,7	7,8	241,3	9,5	9,3	236,22	9,3	8,6
236,22	9,3		231,14	9,1		200,66	7,9		215,9	8,5		203,2	8	
238,76	9,4		233,68	9,2		200,66	7,9		251,46	9,9		215,9	8,5	
												Promedio total		8,9
PLACAP2 –B														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
254	10	9,6	226,06	8,9	9,0	233,68	9,2	9,2	246,38	9,7	9,5	213,36	8,4	9,1
243,84	9,6		220,98	8,7		231,14	9,1		236,22	9,3		231,14	9,1	
236,22	9,3		236,22	9,3		233,68	9,2		243,84	9,6		251,46	9,9	
												Promedio total		9,3
PLACAP2 –C														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
254	10	9,9	200,66	7,9	8,4	205,74	8,1	8,5	223,52	8,8	9,5	256,54	10,1	9,6
251,46	9,9		226,06	8,9		218,44	8,6		233,68	9,2		243,84	9,6	
248,92	9,8		215,9	8,5		220,98	8,7		266,7	10,5		228,6	9	
												Promedio total		9,2
PLACA P2-D														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
254	10	9,5	220,98	8,7	8,6	210,82	8,3	8,3	254	10	9,9	215,9	8,5	8,2
241,3	9,5		215,9	8,5		205,74	8,1		241,3	9,5		208,28	8,2	
231,14	9,1		215,9	8,5		213,36	8,4		259,08	10,2		203,2	8	
												Promedio total		8,9

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Tabla 11-3: Datos de prueba de espesor de película de las placas P3

PLACA P3-A														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
243,84	9,6	9,6	236,22	9,3	9,6	254	10	9,9	243,84	9,6	9,8	248,92	9,8	8,6
238,76	9,4		251,46	9,9		264,16	10,4		243,84	9,6		203,2	8	
251,46	9,9		246,38	9,7		236,22	9,3		259,08	10,2		233,68	9,2	
												Promedio total		9,6
PLACAP3-B														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
203,2	8	8,7	259,08	10,2	9,6	248,92	9,8	9,4	233,68	9,2	9,4	236,22	9,3	9,8
205,74	8,1		241,3	9,5		233,68	9,2		236,22	9,3		256,54	10,1	
251,46	9,9		228,6	9		236,22	9,3		248,92	9,8		254	10	
												Promedio total		9,4
PLACAP3-C														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
243,84	9,6	9,4	251,46	9,9	9,3	238,76	9,4	9,7	231,14	9,1	9,1	226,06	8,9	9,0
231,14	9,1		205,74	8,1		241,3	9,5		233,68	9,2		228,6	9	
241,3	9,5		251,46	9,9		259,08	10,2		228,6	9		231,14	9,1	
												Promedio total		9,3
PLACA P3-D														
μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio	μm	mils	Promedio
233,68	9,2	9,2	256,54	10,1	9,4	218,44	8,6	8,7	251,46	9,9	9,4	231,14	9,1	8,7
231,14	9,1		238,76	9,4		218,44	8,6		243,84	9,6		218,44	8,6	
233,68	9,2		220,98	8,7		228,6	9		218,44	8,6		213,36	8,4	
												Promedio total		9,1

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 202

3.3.1. *Test de Normalidad*

Mediante el test de normalidad de Shapiro Wilk, se logra conocer si cada conjunto de mediciones obtenidas tanto para los datos de espesores en primera capa seca en placas sometidas a preparación superficial con sandblasting como para los datos de primera capa seca de las placas que no se sometieron a preparación superficial con sandblasting son normales.

```
#Normalidad espesores de capa seca en primera capa en placas con sandblasting
```

```
ecs1= [208.28, 246.38, 241.3, 254, 233.68, 241.3, 233.68, 236.22, 241.3, 215.9, 213.36, 208.28, 218.44, 213.36, 210.82, 254, 238.76, 243.84, 254, 238.76, 233.68, 251.46, 248.92, 254, 254, 243.84, 261.62, 246.38, 236.22, 254, 210.82, 210.82, 213.36, 251.46, 218.44, 236.22, 208.28, 213.36, 200.66, 226.06, 238.76, 241.3, 210.82, 220.98, 205.74, 213.36, 200.66, 208.28, 251.46, 218.44, 236.22, 208.28, 213.36, 200.66, 208.28, 228.6, 238.76, 231.14, 213.36, 203.2, 254, 236.22, 238.76, 254, 231.14, 233.68, 195.58, 200.66, 200.66, 241.3, 215.9, 251.46, 236.22, 203.2, 215.9, 254, 243.84, 236.22, 226.06, 220.98, 236.22, 233.68, 231.14, 233.68, 246.38, 236.22, 243.84, 213.36, 231.14, 251.46, 254, 251.46, 248.92, 200.66, 226.06, 215.9, 205.74, 218.44, 220.98, 223.52, 233.68, 266.7, 256.54, 243.84, 228.6, 254, 241.3, 231.14, 220.98, 215.9, 215.9, 210.82, 205.74, 213.36, 254, 241.3, 259.08, 215.9, 208.28, 203.2]
```

```
print("p valor de las placas con sandblasting = " + str(stats.shapiro(ecs1)))
```

```
#Normalidad espesores de capa seca en primera capa en placas sin sandblasting
```

```
ecs2 = [243.84, 238.76, 251.46, 236.22, 251.46, 246.38, 254, 264.16, 236.22, 243.84, 243.84, 259.08, 248.92, 203.2, 233.68, 203.2, 205.74, 251.46, 259.08, 241.3, 228.6, 248.92, 233.68, 236.22, 233.68, 236.22, 248.92, 236.22, 256.54, 254, 243.84, 231.14, 241.3, 251.46, 205.74, 251.46, 238.76, 241.3, 259.08, 231.14, 233.68, 228.6, 226.06, 228.6, 231.14, 233.68, 231.14, 233.68, 256.54, 238.76, 220.98, 218.44, 218.44, 228.6, 251.46, 243.84, 218.44, 231.14, 218.44, 213.36]
```

```
print("p valor de las placas sin sandblasting=" + str(stats.shapiro(ecs2)))
```

Existe suficiente evidencia para aseverar que los datos de la muestra primera capa en seco con sandblasting no se distribuye normalmente con el 95% de confianza. Por lo tanto, se considera que estos datos no se distribuyen normalmente. Por otra parte, no existe suficiente evidencia para aseverar que los datos de la muestra primera capa en seco sin sandblasting se distribuye normalmente con el 95% de confianza. Por lo tanto, se considera que estos datos se distribuyen normalmente.

Tabla 12-3. Prueba de normalidad de la primera capa

Prueba	Grupo	P. valor
Espesor de primera capa seca	Con sandblasting	0.0002776433539111167
	Sin sandblasting	0.06610114872455597

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

En la figura 10-3. Se demuestra el gráfico q-q de los datos de la primera capa seca entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

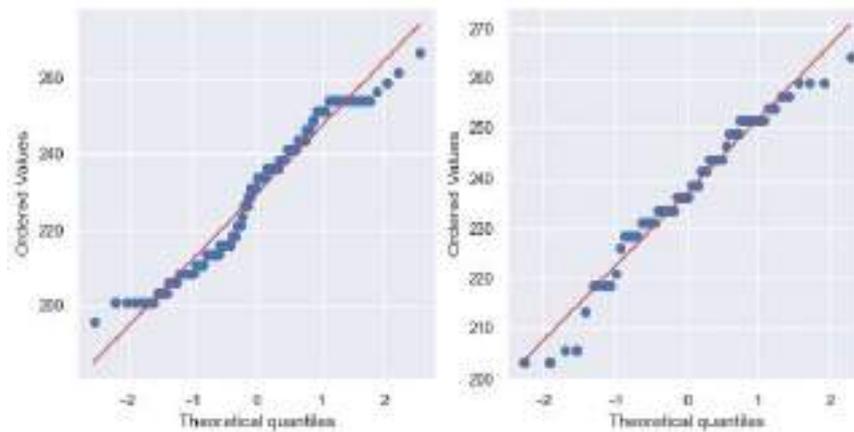


Figura 10-3: Gráfica Q-Q de la prueba de la primera capa

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 11-3. Se muestra el histograma de la distribución de cada uno de los datos obtenidos de la prueba de espesores en primera capa seca entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

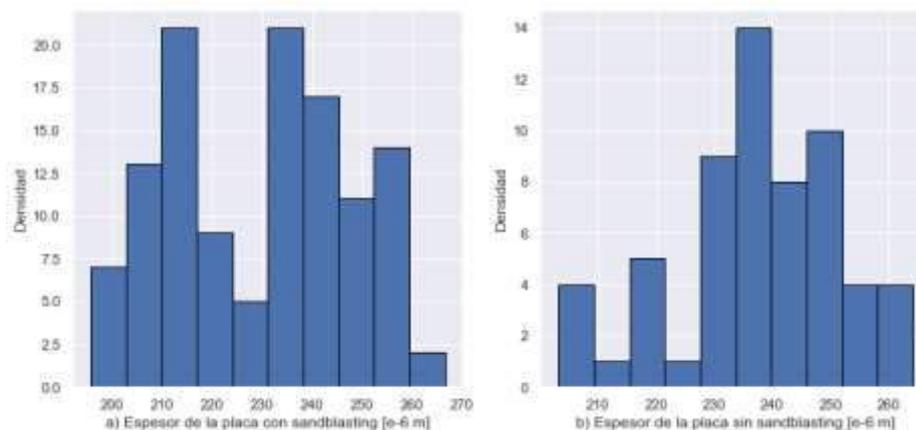


Figura 11-3: Histograma de los datos obtenidos

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 12-3. Muestra la distribución de los datos de la prueba de espesores en primera capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

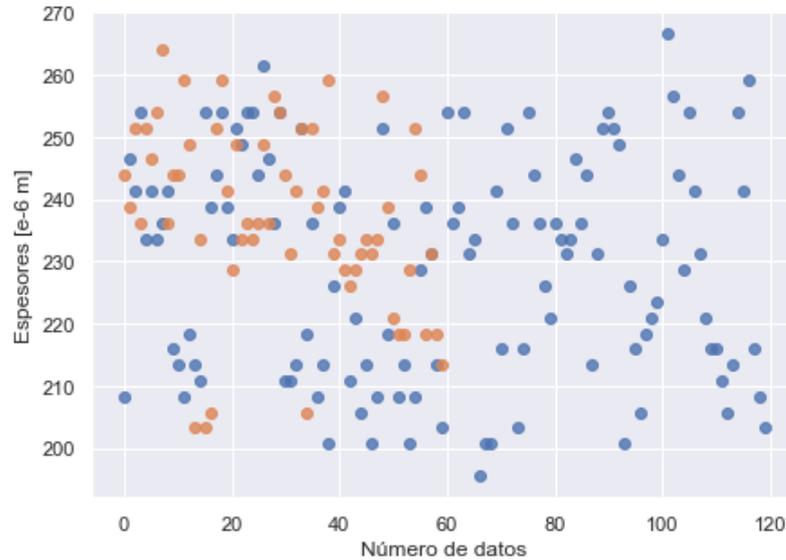


Figura 12-3: Diagrama de dispersión

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

3.3.2. Normalización de datos por medio de la técnica bootstrapping

Para esta prueba se realiza únicamente la normalización de los datos de espesores de la primera capa en seco de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting.

```
#Se generan 150 muestras bootstrap de espesores en primera capa seca
prueba1 = [resample(ecs1, replace=True, n_samples=len(ecs1)) for _ in range(150)]
```

```
# Se computa la media para cada muestra
```

```
ucs1= [np.mean(s) for s in prueba1]
```

```
ucs1_df = pd.DataFrame(ucs1)
```

```
ucs1_df.describe()
```

```
stats.shapiro(ucs1)
```

```
ShapiroResult(statistic=0.9925433397293091, pvalue=0.6262417435646057)
```

```
ucs2= [np.mean(s) for s in ecs2]
```

```
ucs2_df = pd.DataFrame(ucs2)
```

```
ucs2_df.describe()
```

stats.shapiro(ecs2)

ShapiroResult(statistic=**0.9630111455917358**, pvalue=**0.06610206514596939**)

Tabla 13-3: Medidas de tendencia central

Medidas de tendencia central			
Con sandblasting		Sin sandblasting	
count	150,000000	count	60,000000
media	229,667223	media	237,151333
Desviación estándar	1,631743	Desviación estándar	14,661962
Mínimo	224,557167	Mínimo	203,200000
25%	228,568250	25%	230,505000
50%	229,795917	50%	236,220000
75%	230,706083	75%	248,920000
Máximo	233,976333	Máximo	264,160000

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Por medio del test de shapiro wilk se comprobó que los datos normalizados por medio de la técnica de bootstrapping ya cumplen con una distribución normal para los datos de espesores en primera capa seca en las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting.

En la figura 13-3. Se muestra el histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real de los datos de la prueba de espesores en primera capa seca entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting. La línea negra nos muestra la distribución normal teórica, mientras que la línea azul nos muestra la distribución normal real.

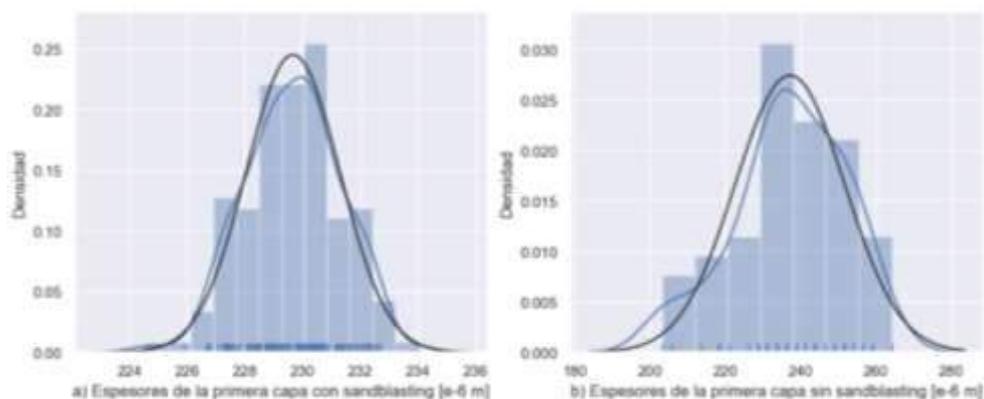


Figura 13-3: Histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 14-3. Gráfica Q-Q entre los datos normalizados de la prueba de espesores en primera capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting entre las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

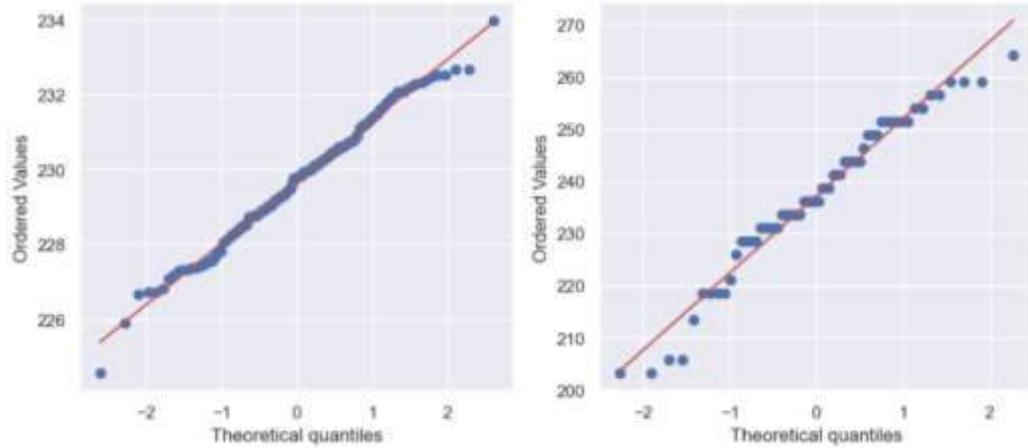


Figura 14-3: Gráfica Q-Q datos normalizados espesores primera capa seca

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 15-3. Se muestra el histograma de la distribución de los datos de la prueba de espesores en primera capa seca normalizadas entre, placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

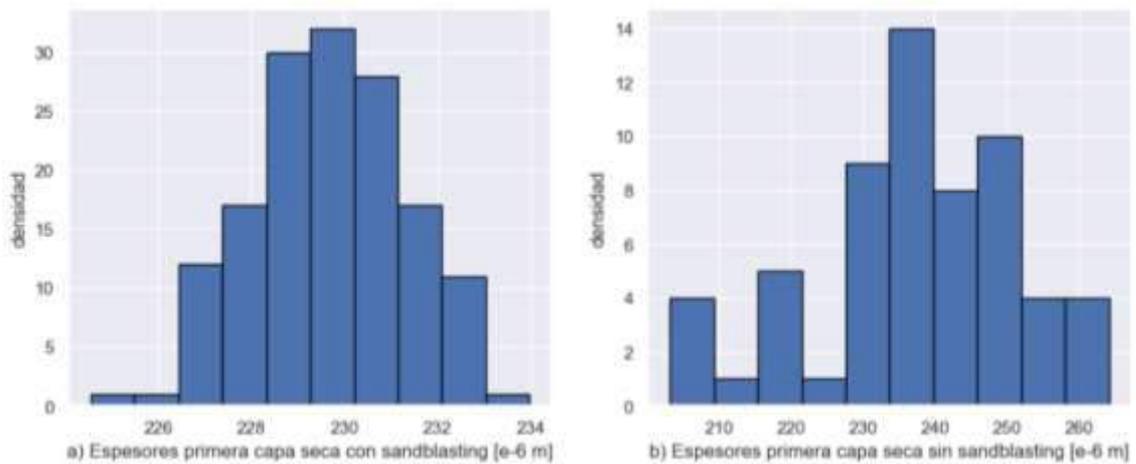


Figura 15-3: Histograma de datos normalizados

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 16-3. Se muestra la distribución de los datos normalizados mediante la técnica de bootstrapping de la prueba de espesores en primera capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

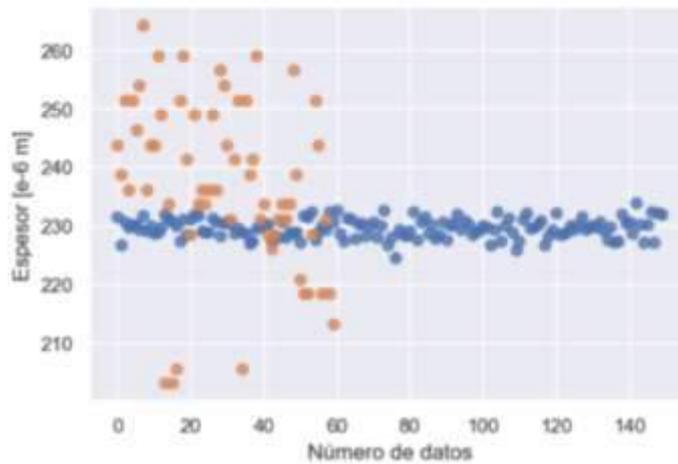


Figura 16-3: Diagrama de dispersión de datos normalizados

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 17-3. Se muestra la comparación de mínimos, máximos, rango intercuartiles, mediana y partes aisladas entre los datos de espesores de primera capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

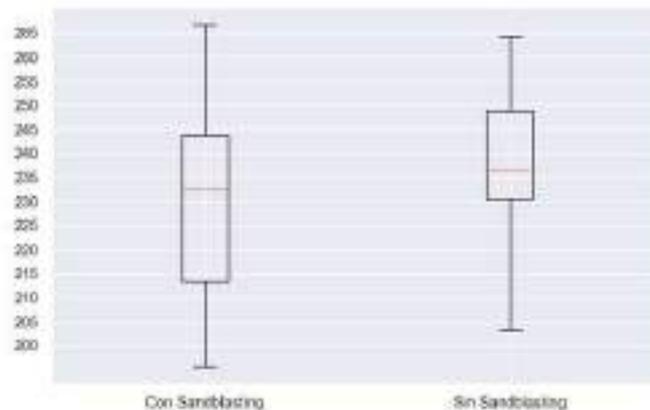


Figura 17-3: Diagrama de cajas con datos reales

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Se observa que la mediana de los espesores de la primera capa seca sin preparación superficial es mayor que la mediana de estos espesores con preparación superficial mediante sandblasting; sin embargo, las mediciones son muy dispersas.

En la figura 18-3. Se muestra la comparación de mínimos, máximos, rango intercuartiles, mediana y partes aisladas entre los datos de espesores de primera capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

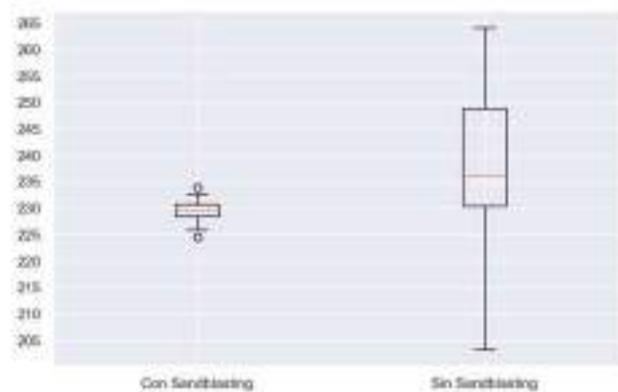


Figura 18-3: Diagrama de cajas con datos normalizados

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Se observa que la mediana de los espesores de la primera capa seca sin preparación superficial es mayor que la mediana de estos espesores con preparación superficial mediante sandblasting; sin embargo, las mediciones son muy dispersas.

3.3.3. Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test)

Mediante el test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test) se determina si existe diferencia significativa entre las medias de los valores de la prueba de espesores en primera capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

```
#test Wilcoxon
pg.mwu(ecs1,ecs2, alternative='less')
```

Tabla 14-3: Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon

	U-val	alternative	p-val	RBC	CLES
MWU	2760,5	less	0,005394	0,233194	0,616597

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Nota: Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test) de cola izquierda es less porque los valores de la mediana con sandblasting son menores

Ho: Los espesores de la primera capa seca posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son mayores que los espesores de la primera capa seca sin la preparación de la superficie con sandblasting.

H1: Los espesores de la primera capa seca posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son menores que los espesores de la primera capa seca sin la preparación de la superficie con sandblasting.

Como el p valor = 0,005394 < 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa por lo que se concluye que existe suficiente evidencia para aseverar que los espesores de la primera capa seca posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son menores que los espesores de la primera capa seca sin la preparación de la superficie con sandblasting.

3.4. Prueba de espesores en la segunda capa seca

Se toman muestras de espesores en segunda capa seca a placas sometidas a preparación superficial con sandblasting de 216 mediciones y 108 mediciones a placas sin preparación superficial con sandblasting.

Tabla 15-3. Datos de las pruebas de ultrasonido para la placa P1

P1					
PIA			PIB		
	μm	mils		μm	mils
P1A-1	337,82-353,06-360,68	13,3- 13,9- 14,2	P1B-1	403,86-457,2-434,34	15,9- 18- 17,1
P1A-2	281,94-309,88-269,24	11,1- 12,2- 10,6	P1B-2	360,68-370,84-363,22	14,2- 14,6- 14,3
P1A-3	332,74-309,88-299,72	13,1- 12,6- 11,8	P1B-3	393,7-388,62-342,9	15,5- 15,3- 13,5
P1A-4	365,76-302,26-337,82	14,4- 11,9- 13,3	P1B-4	381-332,74-287,02	15- 13,1- 11,3
P1A-5	266,7-284,48-276,86	10,5- 11,2- 10,9	P1B-5	322,58-342,9-325,12	12,7- 13,5- 12,8
P1A-6	302,86-302,86-284,48	11,9- 11,9- 11,2	P1B-6	322,58-340,36-335,28	12,7- 13,4- 13,2
P1A-7	363,22-358,14-370,84	14,3- 14,1- 14,6	P1B-7	386,08-388,62-411,48	15,2- 15,3- 16,2
P1A-8	304,8-299,72-289,56	12- 11,8- 11,4	P1B-8	337,82-378,46-381	13,3- 14,9- 15
P1A-9	309,88-365,76-307,34	12,2- 14,4- 12,1	P1B-9	368,3-340,36-363,22	14,5- 13,4- 14,3
Promedio	315,21	12,41 mils	Promedio	365,25	14,38 mils
PIC			PID		
	μm	mils		μm	mils
P1C-1	431,8-358,14-312,42	17- 14,1- 12,3	P1D-1	246,38-299,72-276,86	9,7- 11,8- 10,9
P1C-2	294,64-287,02-276,86	11,6- 11,3- 10,9	P1D-2	307,34-261,62-299,72	12,1- 10,3- 11,8
P1C-3	276,86-294,64-271,78	10,9- 11,6- 10,7	P1D-3	383,54-335,28-360,68	15,1- 13,2- 14,2
P1C-4	365,76-279,4-365,76	14,4- 11- 14,4	P1D-4	332,74-302,26-276,86	13,1- 11,9- 10,9
P1C-5	271,78-264,16-269,24	10,7- 10,4- 10,6	P1D-5	256,54-276,86-269,24	10,1- 10,9- 10,6
P1C-6	279,4-269,24-289,56	11- 10,6- 11,4	P1D-6	330,2-342,9-332,74	13- 13,5- 13,1
P1C-7	427,18-416,56-363,22	16,7- 16,4- 14,3	P1D-7	307,34-325,12-347,98	12,1- 12,8- 13,7
P1C-8	304,8-297,18-302,26	12- 11,7- 11,9	P1D-8	302,26-353,06-335,28	11,9- 13,9-13,2
P1C-9	271,78-322,58-279,4	10,7- 12,7- 11	P1D-9	337,82-406,4-318,26	13,3- 16- 12,53
Promedio	312,67	12,31mils	Promedio	318,26	12,53 mils

Realizado por: Arévalo William; Guanuche Lady, 2022

Tabla 16-3: Datos de las pruebas de ultrasonido para la placa P2

P2					
P2A			P2B		
	µm	mils		µm	mils
P2A-1	388,62-386,08-398,78	15,3 -15,2 - 15,7	P2B-1	386,08-396,24-386,08	15,2 -15,6 -15,2
P2A-2	325,12-312,42-322,58	12,8 -12,3 -12,7	P2B-2	322,58-314,96-312,42	12,7 -12,4 -12,3
P2A-3	340,36-335,28-335,28	13,4 -13,2 -13,2	P2B-3	314,96-304,8-314,96	12,4 -12 -12,4
P2A-4	332,74-292,1-307,34	13,1 -11,5 -12,1	P2B-4	441,96-375,92-403,86	17,4 -14,8 -15,9
P2A-5	292,1-259,08-271,78	11,5 -10,2 -10,7	P2B-5	304,8-289,56-274,32	12 -11,4 -10,8
P2A-6	309,88-281,94-294,64	12,2 -11,1 -11,6	P2B-6	276,86-279,94-299,72	10,9 -11 -11,8
P2A-7	289,56-350,52-302,26	11,4 -13,8 -11,9	P2B-7	426,72-401,32-439,42	16,8 -15,8 -17,3
P2A-8	261,62-256,54-284,48	10,3 -10,1 -11,2	P2B-8	327,66-320,04-320,04	12,9 -12,6 -12,6
P2A-9	330,2-371,5-355,6	13 -12,5 -14	P2B-9	292,1-307,34-330,2	11,5 -12,1 -13
Promedio	317,75	12,51 mils	Promedio	313,44	12,34 mils
P2C			P2D		
	µm	mils		µm	mils
P2C-1	350,52-337,82-360,68	13,8 -13,3 -14,2	P2D-1	342,9-332,74-337,8	13,5 -13,1 -13,3
P2C-2	396,24-327,66-307,34	15,6 -12,9 -12,1	P2D-2	314,96-307,34-297,18	12,4 -12,1 -11,7
P2C-3	416,56-322,58-335,28	16,4 -12,7 -13,2	P2D-3	347,98-289,56-355,6	13,7 -11,4 -14
P2C-4	342,9-302,26-309,88	13,5 -11,9 -12,2	P2D-4	320,04-322,58-304,8	12,6 -12,7 -12
P2C-5	281,94-289,56-279,4	11,1 -11,4 -11	P2D-5	287,02-294,64-276,86	11,3 -11,6 -10,9
P2C-6	312,42-287,02-289,56	12,3 -11,3 -11,4	P2D-6	299,72-299,72-309,88	11,8 -11,8 -12,2
P2C-7	325,12-350,52-355,6	12,8 -13,8 -14	P2D-7	355,6-457,2-383,54	14 -18 -15,1
P2C-8	254-302,26-294,64	10 -11,9 -11,6	P2D-8	375,92-383,54-325,12	14,8 -15,1 -12,8
P2C-9	314,96-322,58-320,04	12,4 -12,7 -12,6	P2D-9	314,96-368,3-416,56	12,4 -14,5 -16,4
Promedio	346,71	13,65 mils	Promedio	350,52	13,8mils

Realizado por: Arévalo William; Guanuche Lady, 2022

Tabla 17-3: Datos de las pruebas de ultrasonido para la placa P3

P3					
P3A			P3B		
	μm	mils		μm	mils
P3A-1	332,74-335,28-309,88	13,1 -13,2 -12,2	P3B-1	386,08-3783,46-345,44	15,2 -14,9 -13,6
P3A-2	307,34-325,12-325,8	12,1 -12,8 -12,8	P3B-2	345,44-320,04-312,42	13,6 -12,6 -12,3
P3A-3	398,78-408,94-347,98	15,7 -16,1-13,7	P3B-3	408,94-368,3-396,24	16,1 -14,5 -15,6
P3A-4	322,58-312,42-299,72	12,7 -12,3 -11,8	P3B-4	274,32-337,82-314,96	10,8 -13,3 -12,4
P3A-5	325,12-304,8-314,96	12,8 -12 -12,4	P3B-5	307,34-287,02-284,48	12,1 -11,3 -11,2
P3A-6	350,52-330,2-337,82	13,8 -13 -13,3	P3B-6	368,3-325,12-347,98	14,5 -12,8 -13,7
P3A-7	314,96-330,2-292,1	12,4 -13 -11,5	P3B-7	269,24-335,28-289,56	10,6 -13,2 -11,4
P3A-8	292,1-302,26-312,42	11,5 -11,9 -12,3	P3B-8	309,88-342,9-327,66	12,2 -13,5 -12,9
P3A-9	335,28-368,3-332,74	13,2 -14,5 -13,1	P3B-9	375,92-414,02-408,94	14,8 -16,3 -16,1
Promedio	329,18	12,96 mils	Promedio	13,39	13,39 mils
P3C			P3D		
	μm	mils		μm	mils
P3C-1	388,62-381-383,54	15,3 -15 -15,1	P3D-1	477,52-457,2-424,18	18,8 -18 -16,7
P3C-2	358,14-325,12-340,36	14,1 -12,8 -13,4	P3D-2	401,32-358,14-355,6	15,8 -14,1- 14
P3C-3	317,5-345,44-383,54	12,5 -13,6 -15,1	P3D-3	429,26-429,26-419,1	16,9 -16,9 -16,5
P3C-4	370,84-373,38-345,44	14,6 -14,7 -13,6	P3D-4	416,56-398,78-398,78	16,4 -15,7 -15,7
P3C-5	317,5-327,66-332,74	12,5 -12,9 -13,1	P3D-5	363,22-353,06-350,52	14,3 -13,9 -13,8
P3C-6	391,16-327,66-391,16	15,4 -12,9 -15,4	P3D-6	444,5-441,96-424,18	17,5 -17,4 -16,7
P3C-7	345,44-398,78-373,38	13,6 -15,7 -14,7	P3D-7	419,1-406,4-406,4	16,5 - 16 - 16
P3C-8	340,36-398,78-373,38	13,4 -15,7 -14,7	P3D-8	358,14-391,16-370,84	14,1 -15,4 -14,6
P3C-9	370,84-398,78-485,14	14,6 -15,7 -19,1	P3D-9	403,86-414,02-431,8	15,9 -16,3 -17
Promedio	370,08	14,57 mils	Promedio	418,08	16,46 mils

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

3.4.1. Test de Normalidad

Mediante el test de normalidad de Shapiro Wilk, se logra conocer si cada conjunto de mediciones obtenidas tanto para los datos de espesores en segunda capa seca en placas sometidas a preparación superficial con sandblasting como para los datos de primera capa seca de las placas que no se sometieron a preparación superficial con sandblasting son normales.

Normalidad espesores de capa seca en segunda capa en placas con sandblasting

esf1 = [337.82, 353.06, 360.68, 281.94, 309.88, 269.24, 332.74, 309.88, 299.72, 365.76, 302.26, 337.82, 266.7, 284.48, 276.86, 302.86, 302.86, 284.48, 363.22, 358.14, 370.84, 304.8, 299.72, 289.56, 309.88, 365.76, 307.34, 403.86, 457.2, 434.34, 360.68, 370.84, 363.22, 393.7, 388.62, 342.9, 381, 332.74, 287.02, 322.58, 342.9, 325.12, 322.58, 340.36, 335.28, 386.08, 388.62, 411.48, 337.82, 378.46, 381, 368.3, 340.36, 363.22, 431.8, 358.14, 312.42, 294.64, 287.02, 276.86, 276.86, 294.64, 271.78, 365.76, 279.4, 365.76, 271.78, 264.16, 269.24, 279.4, 269.24, 289.56, 427.18, 416.56, 363.22, 304.8, 297.18, 302.26, 271.78, 322.58, 279.4, 246.38, 299.72, 276.86, 307.34, 261.62, 299.72, 383.54, 335.28, 360.68, 332.74, 302.26, 276.86, 256.54, 276.86, 269.24, 330.2, 342.9, 332.74, 307.34, 325.12, 347.98, 302.26, 353.06, 335.28,

337.82, 406.4, 318.26, 388.62, 386.08, 398.78, 325.12, 312.42, 322.58, 340.36, 335.28, 335.28, 332.74, 292.1, 307.34, 292.1, 259.08, 271.78, 309.88, 281.94, 294.64, 289.56, 350.52, 302.26, 261.62, 256.54, 284.48, 330.2, 371.5, 355.6, 386.08, 396.24, 386.08, 322.58, 314.96, 312.42, 314.96, 304.8, 314.96, 441.96, 375.92, 403.86, 304.8, 289.56, 274.32, 276.86, 279.94, 299.72, 426.72, 401.32, 439.42, 327.66, 320.04, 320.04, 292.1, 307.34, 330.2, 350.52, 337.82, 360.68, 396.24, 327.66, 307.34, 416.56, 322.58, 335.28, 342.9, 302.26, 309.88, 281.94, 289.56, 279.4, 312.42, 287.02, 289.56, 325.12, 350.52, 355.6, 254,302.26, 294.64, 314.96, 322.58, 320.04, 342.9, 332.74, 337.8, 314.96, 307.34, 297.18, 347.98, 289.56, 355.6, 320.04, 322.58, 304.8, 287.02, 294.64, 276.86, 299.72, 299.72, 309.88, 355.6, 457.2, 383.54, 375.92, 383.54, 325.12, 314.96, 368.3, 416.56]

```
print("p valor de las placas con sandblasting = " + str(stats.shapiro(esf1)))
```

```
#Normlidad espesores de capa seca en segunda capa en placas sin sandblasting
```

```
esf2 = [332.74, 335.28, 309.88, 307.34, 325.12, 325.8, 398.78, 408.94, 347.98, 322.58, 312.42, 299.72, 325.12, 304.8, 314.96, 350.52, 330.2, 337.82, 314.96, 330.2, 292.1, 292.1, 302.26, 312.42, 335.28, 368.3, 332.74, 386.08, 378.46, 345.44, 345.44, 320.04, 312.42, 408.94, 368.3, 396.24, 274.32, 337.82, 314.96, 307.34, 287.02, 284.48, 368.3, 325.12, 347.98, 269.24, 335.28, 289.56, 309.88, 342.9, 327.66, 375.92, 414.02, 408.94, 388.62, 381, 383.54, 358.14, 325.12, 340.36, 317.5, 345.44, 383.54, 370.84, 373.38, 345.44, 317.5, 327.66, 332.74, 391.16, 327.66, 391.16, 345.44, 398.78, 373.38, 340.36, 398.78, 373.38, 370.84, 398.78, 485.14, 477.52, 457.2, 424.18, 401.32, 358.14, 355.6, 429.26, 429.26, 419.1, 416.56, 398.78, 398.78, 363.22, 353.06, 350.52, 444.5, 441.96, 424.18, 419.1, 406.4, 406.4, 358.14, 391.16, 370.84, 403.86, 414.02, 431.8]
```

```
print("p valor de las placas sin sandblasting = " + str(stats.shapiro(esf2)))
```

Existe suficiente evidencia para aseverar que los datos de la muestra de segunda capa en seco con sandblasting no se distribuyen normalmente con el 95% de confianza. Por lo tanto, se considera que estos datos no se distribuyen normalmente. Por otra parte, no existe suficiente evidencia para aseverar que los datos de la muestra de segunda capa en seco sin sandblasting se distribuyen normalmente con el 95% de confianza. Por lo tanto, se considera que estos datos se distribuyen normalmente.

Tabla 18-3: prueba de normalidad de la segunda capa

Prueba	Grupo	P. valor
Ultrasonido	Con sandblasting	1,3951764231023844e-05
	Sin sandblasting	0,08496047556400299

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

En la figura 19-3. Muestra el gráfico q-q de los datos de la segunda capa seca entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

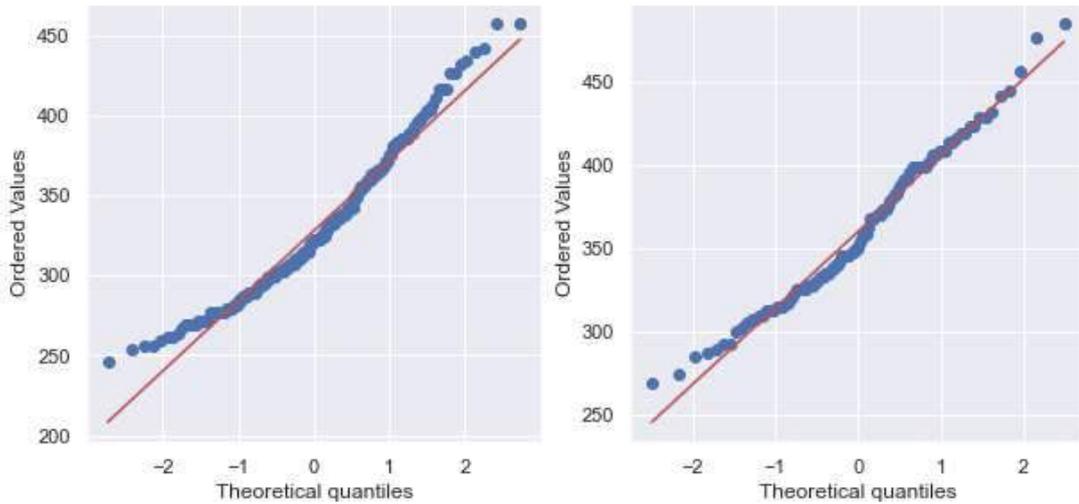


Figura 19-3: Gráfica Q-Q de la segunda capa

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 20-3. Se muestra el histograma de la distribución de los datos de la prueba de espesores en primera capa seca entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

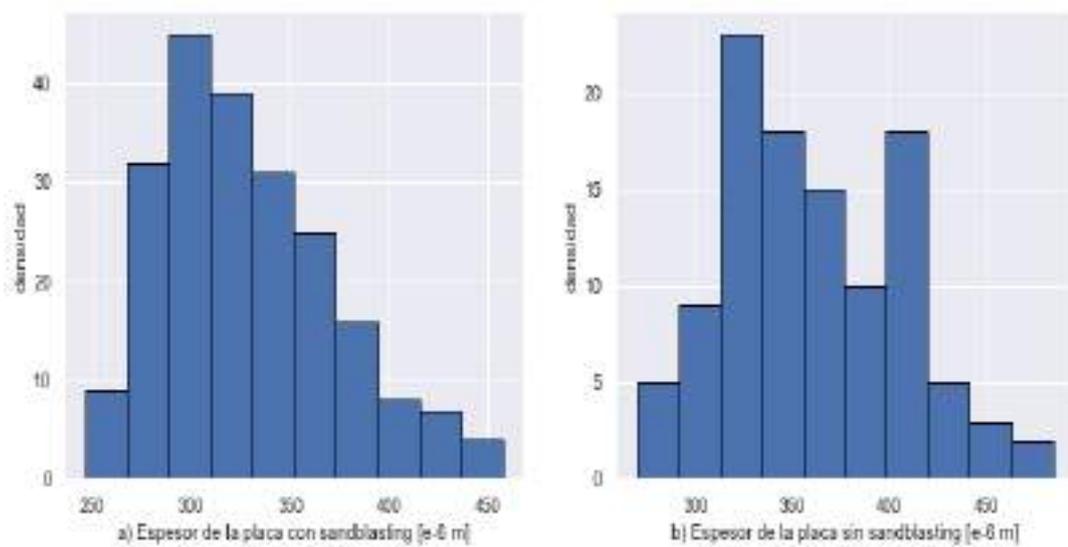


Figura 20-3: Histograma de los datos obtenidos

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 21-3. Se muestra la distribución de los datos de la prueba de espesores en segunda capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

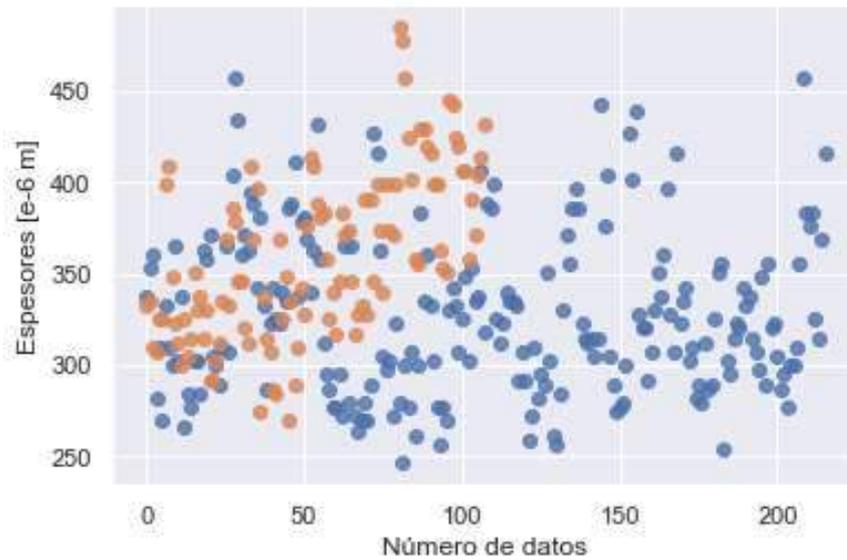


Figura 21-3: Diagrama de dispersión.

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

3.4.2. Normalización de datos por medio de la técnica bootstrapping

Para esta prueba se realiza únicamente la normalización de los datos de espesores de la segunda capa en seco de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting.

#Se generan 250 muestras bootstrap placas con sandblasting (capa seca en primera capa)

```
prueba1 = [resample(esf1, replace=True, n_samples=len(esf1)) for _ in range(250)]
```

Se computa la media para cada muestra

```
sec1 = [np.mean(s) for s in prueba1]
```

```
sec1_df = pd.DataFrame(sec1)
```

```
sec1_df.describe()
```

```
stats.shapiro(sec1)
```

```
ShapiroResult(statistic=0.9962190985679626, pvalue=0.8099815249443054)
```

```
sec2 = [np.mean(s) for s in esf2]
```

```
sec2_df = pd.DataFrame(sec2)
```

```
sec2_df.describe()
```

```
stats.shapiro(esf2)
```

```
ShapiroResult(statistic=0.9789718985557556, pvalue=0.08496047556400299)
```

Tabla 19-3: Medidas de tendencia central de la segunda capa

Medidas de tendencia central			
Con sandblasting		Sin sandblasting	
count	250,000000	count	108,000000
media	327,911331	media	360,027778
Desviación estándar	3,028000	Desviación estándar	45,798700
Mínimo	319,861296	Mínimo	269,240000
25%	325,865370	25%	325,120000
50%	327,698194	50%	351,790000
75%	330,234537	75%	398,780000
Máximo	335,713241	Máximo	485,140000

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Por medio del test de shapiro wilk se comprueba que los datos normalizados por medio de la técnica de bootstrapping ya cumplen con una distribución normal para los datos de espesores en segunda capa seca en las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting.

En la figura 22-3. Se muestra el histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real de los datos de la prueba de espesores en segunda capa seca entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting. La línea negra nos muestra la distribución normal teórica, mientras que la línea azul nos muestra la distribución normal real.

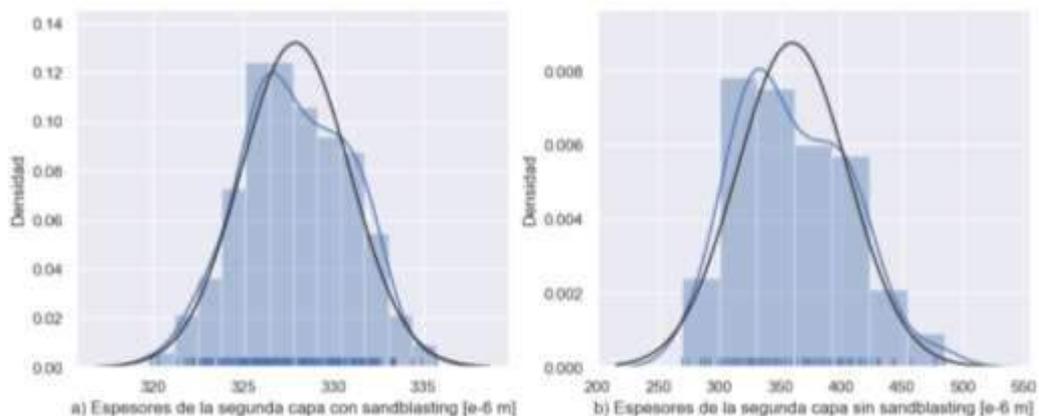


Figura 22-3: Histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 23-3. Se muestra la gráfica Q-Q entre los datos normalizados de la prueba de espesores en segunda capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting entre las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

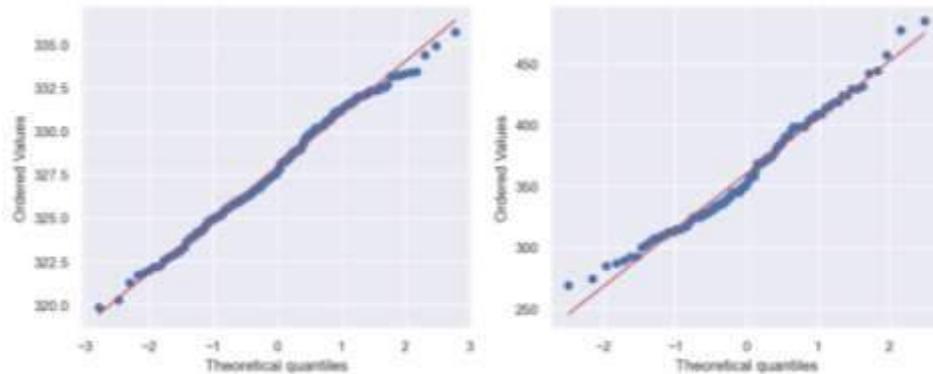


Figura 23-3: Gráfica Q-Q datos normalizados espesores de la segunda capa
Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 24-3. Se muestra el histograma de la distribución de los datos de la prueba de espesores en segunda capa seca normalizadas, entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

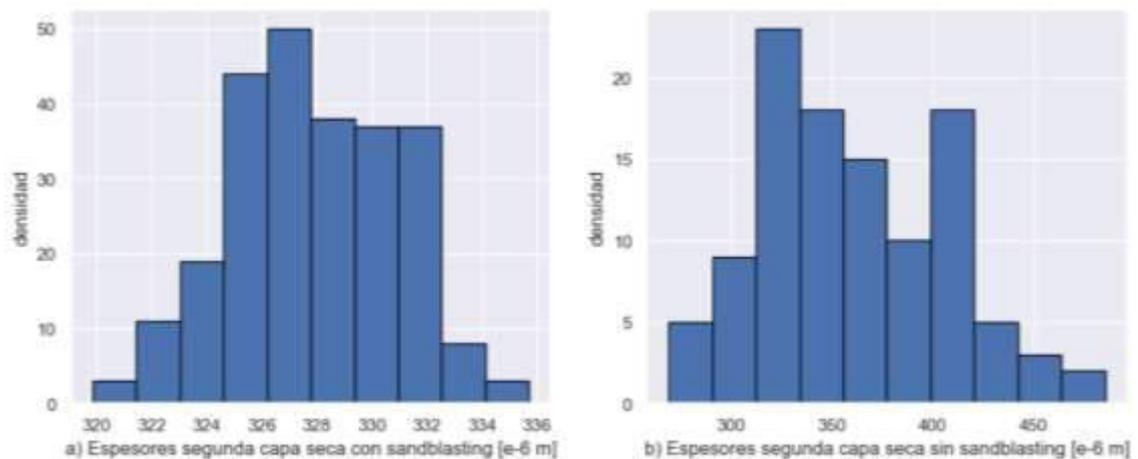


Figura 24-3: Histograma de datos normalizados
Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 25-3. Se muestra la distribución de los datos normalizados mediante la técnica de bootstrapping de la prueba de espesores en segunda capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

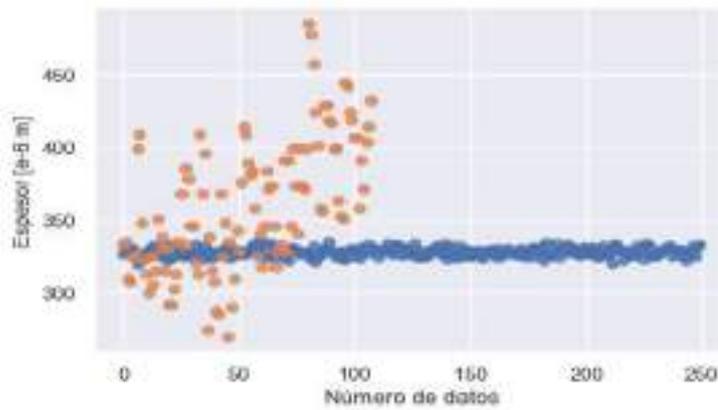


Figura 25-3: Diagrama de dispersión de datos normalizados

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 26-3. Muestra la comparación de mínimos, máximos, rango intercuartiles, mediana y partes aisladas entre los datos de espesores de segunda capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

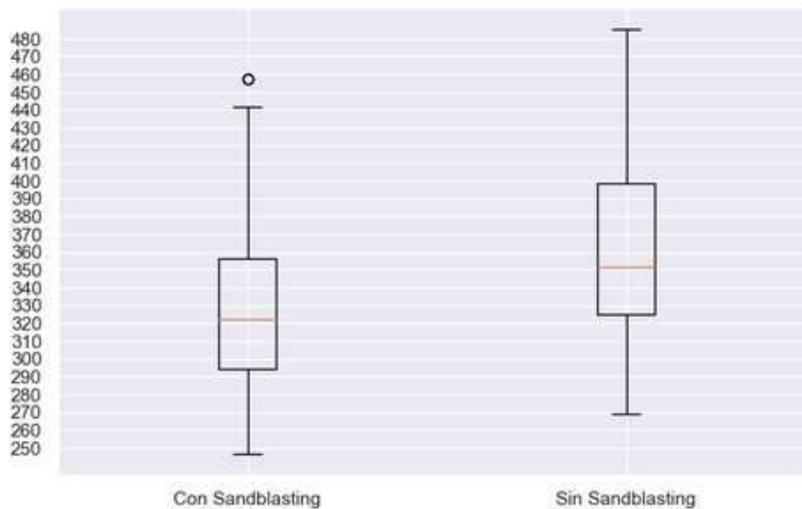


Figura 26-3: Diagrama de cajas con datos reales

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Se observa que la mediana de los espesores de la segunda capa seca sin preparación superficial es mayor que la mediana de estos espesores con preparación superficial mediante sandblasting; sin embargo, las mediciones son muy dispersas.

En la figura 27-3. Muestra la comparación de mínimos, máximos, rango intercuartiles, mediana y partes aisladas entre los datos de espesores de segunda capa seca de las placas sometidas a

preparación superficial con sandblasting y placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

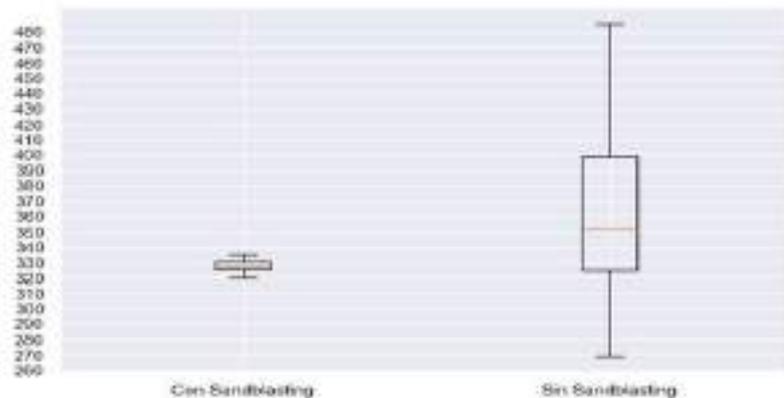


Figura 27-3: Diagrama de cajas con datos normalizados

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Se observa que la mediana de los espesores de la segunda capa seca sin preparación superficial es mayor que la mediana de estos espesores con preparación superficial mediante sandblasting; sin embargo, las mediciones son muy dispersas.

3.4.3. Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test)

Mediante el test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test) se determina si existe diferencia significativa entre las medias de los valores de la prueba de espesores en segunda capa seca de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

```
#test Wilcoxon
pg.mwu(esf1,esf2, alternative='less')
```

Tabla 20-3: Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test)

	U-val	alternative	p-val	RBC	CLES
MWU	7004,5	less	2,281389e-09	0,399477	0,699739

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Ho: Los espesores de la segunda capa seca posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son mayores que los espesores de la segunda capa seca sin la preparación de la segunda con sandblasting.

H1: Los espesores de la segunda capa seca posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son menores que los espesores de la segunda capa seca sin la preparación de la superficie con sandblasting.

Como el p valor = $2,281389e-09 < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa por lo que se concluye que existe suficiente evidencia para aseverar que los espesores de la segunda capa seca posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son menores que los espesores de la segunda capa seca sin la preparación de la superficie con sandblasting.

3.5. Prueba de Holiday

Tabla 21-3: Prueba Holiday

Datos de la prueba Holiday		
Placas	Sin Falla	Falla
Sandblasting	72	0
Sin Sandblasting	36	0

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

De acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba de Holiday aplicada a las placas de muestra, no arrojaron fallos considerables y al mostrar una confiabilidad del 100%, no fue necesario realizar análisis adicionales.

3.6. Prueba de corte en X

Se toman muestras cualitativas a placas sometidas a preparación superficial con sandblasting de 36 mediciones y 18 mediciones a placas sin preparación superficial con sandblasting.

Tabla 22-3: Datos de la prueba de corte en X

Pruebas de corte en X						
Placas	5A	4A	3A	2A	1A	0A
Sandblasting	13	23	0	0	0	0
Sin Sandblasting	11	5	0	0	0	0

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

3.6.1. Test de permutaciones

Se estima la distribución de muestras entre los datos de control y las de tratamiento.

```

# Datos

#
# De las 54 muestras hay 18 control y 36 tratados.

Sin_sandblasting = np.array(11 * [True] + 7 * [False])

Con_sandblasting = np.array(15 * [True] + 21 * [False])

def dif_proporciones(x1, x2):

    # La media de un vector booleano es la proporción de Trues

    estadistico = np.mean(x1) - np.mean(x2)

    return(estadistico)

dif_observada = dif_proporciones(Sin_sandblasting , Con_sandblasting)

print(f"Diferencia observada: {dif_observada}")

Diferencia observada: 0.19444444444444448

def permutaciones(x1, x2, fun_estadistico, n_iteraciones=9999):
    n_x1 = len(x1)
    n_x2 = len(x2)
    pool_datos = np.hstack((x1, x2))

    resultados_permutaciones = np.full(shape=n_iteraciones, fill_value=np.nan)

    for i in tqdm(range(n_iteraciones)):
        np.random.shuffle(pool_datos)
        estadistico = fun_estadistico(pool_datos[:n_x1], pool_datos[n_x1:])
        resultados_permutaciones[i] = estadistico

    return resultados_permutaciones

dist_permut = permutaciones(Sin_sandblasting , Con_sandblasting, fun_estadistico = dif_proporciones,
n_iteraciones = 9999)

100% ██████████ 9999/9999 [00:00<00:00, 51405.91it/s]

# Distribución de permutaciones
#
fig, ax = plt.subplots(ncols=1, nrows=1, figsize=(7,4))
ax.hist(dist_permut, bins=30, density=True, color='#3182bd', alpha=0.5)

```

```

ax.axvline(x=dist_permut.mean(), color='black', label='media distribución')
ax.axvline(x=dif_observada, color='red', label='diferencia observada')
ax.axvline(x=-dif_observada, color='red')

ax.set_title("")
ax.set_xlabel('diferencia de proporción entre grupos 5A y 4A')
ax.set_ylabel('densidad')
ax.legend();

```

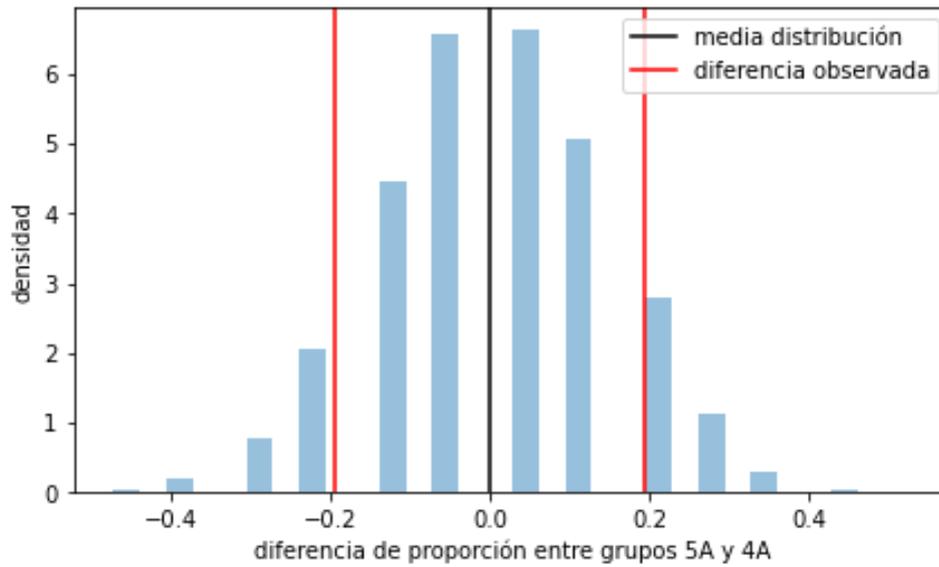


Figura 28-3: Diferencia de porciones entre grupos

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Se obtiene los valores de medida de tendencia central de las permutaciones obtenidas.

```
pd.Series(dist_permut).describe()
```

Tabla 23-3: Medidas de tendencia central

Medidas de tendencia central	
count	9999,000000
media	-0,001317
Desviación estándar	0,144309
Mínimo	-0,472222
25%	-0,138889
50%	0,027778
75%	0,111111
Máximo	0,527778

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

```

# P-valor empírico con y sin corrección
#
p_value = (sum(np.abs(dist_permut) > np.abs(dif_observada)))/len(dist_permut)
p_value_correc = (sum(np.abs(dist_permut) > np.abs(dif_observada)) + 1)/len(dist_permut + 1)
print(f"p-valor sin corrección: {p_value}")
print(f"p-valor con corrección: {p_value_correc}")
p-valor sin corrección: 0.15111511151115112
p-valor con corrección: 0.15121512151215122

```

Como el p-valor = 0,15121512151215122 > 0,05 se acepta la hipótesis nula, por lo que se concluye que no existe suficiente evidencia para aseverar que existen diferencias entre los resultados de las pruebas de corte en X de las placas con y sin tratamiento superficial con sandblasting.

3.7. Pruebas de Pull Off

Se toman muestras de presión a placas sometidas a preparación superficial con sandblasting de 120 mediciones y 60 mediciones a placas sin preparación superficial con sandblasting

Tabla 24-3: Datos de pruebas de Pull Off de la placa P2

DATOS DE LAS PRUEBAS DE PULL OFF					
P2					
P2A			P2B		
Sección	Psi	Mpa	Sección	Psi	Mpa
P2A-1	1800	12,41	P2B-2	1800	12,41
P2A-3	2100	14,48	P2B-6	1650	11,38
P2A-9	1900	13,1	P2B-7	1400	9,56
P2C			P2D		
Sección	Psi	Mpa	Sección	Psi	Mpa
P2C-2	2050	14,14	P2D-2	2050	14,14
P2C-7	2300	15,86	P2D-4	1750	12,07
P2C-9	2000	13,79	P2D-9	1800	12,41

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Tabla 25-3: Datos de pruebas de Pull Off de la placa P3

DATOS DE LAS PRUEBAS DE PULL OFF					
P3					
P3C			P3D		
Sección	Psi	Mpa	Sección	Psi	Mpa
P3C-2	1750	12,07	P3D-3	1800	12,41
P3C-4	1500	10,34	P3D-5	1800	12,41
P3C-6	1850	12,76	P3D-7	1200	8,27

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

3.7.1. Test de Normalidad

Mediante el test de normalidad de Shapiro Wilk, se logra conocer si cada conjunto de mediciones obtenidas tanto para los datos de Pull Off en placas sometidas a preparación superficial con sandblasting como para los datos de Pull Off de las placas que no se sometieron a preparación superficial con sandblasting son normales.

```
#Normalidad prueba Pull-Off placas con sandblasting
pull1= [12.41, 14.48, 13.1, 12.41, 9.65, 11.2, 14.14, 15.86, 13.79, 14.14, 12.07, 12.41]
print("p valor de las placas con sandblasting = " + str(stats.shapiro(pull1)))
#Normalidad prueba Pull-Off placas sin sandblasting
pull2 = [12.07, 10.34, 12.76, 12.41, 12.41, 8.27]
print("p valor de las placas sin sandblasting=" + str(stats.shapiro(pull2)))
```

No existe suficiente evidencia para aseverar que los datos de la muestra de pull off sin sandblasting se distribuye normalmente con el 95% de confianza. Por lo tanto, se considera que estos datos se distribuyen normalmente. Por otra parte, no existe suficiente evidencia para aseverar que los datos de la muestra de pull sin sandblasting se distribuyen normalmente con el 95% de confianza. Por lo tanto, se considera que estos datos se distribuyen normalmente.

Tabla 26-3: Prueba de normalidad de Pull Off

Prueba	Grupo	P. valor
Pull Off	Con sandblasting	0.9382045269012451
	Sin sandblasting	0.06133006885647774

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

En la figura 29-3. Se muestra el gráfico q-q de los datos de Pull Off entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

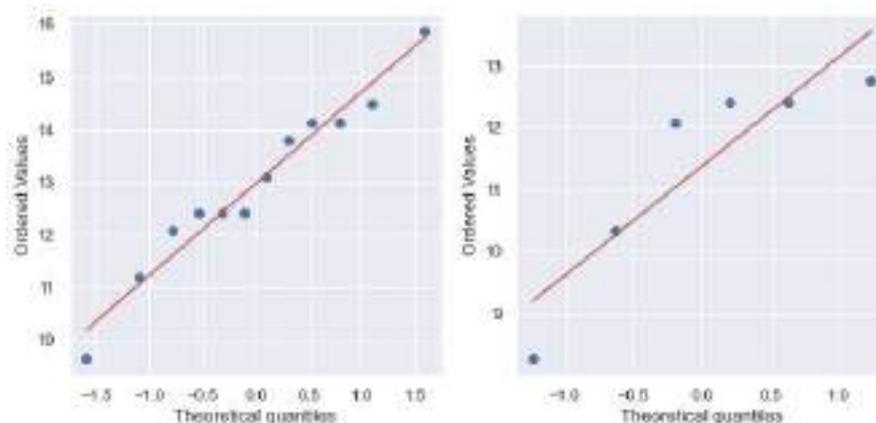


Figura 29-3: Gráfica Q-Q de la prueba de Pull Off

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 30-3. Se muestra el histograma de la distribución de los datos de la prueba de Pull Off entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

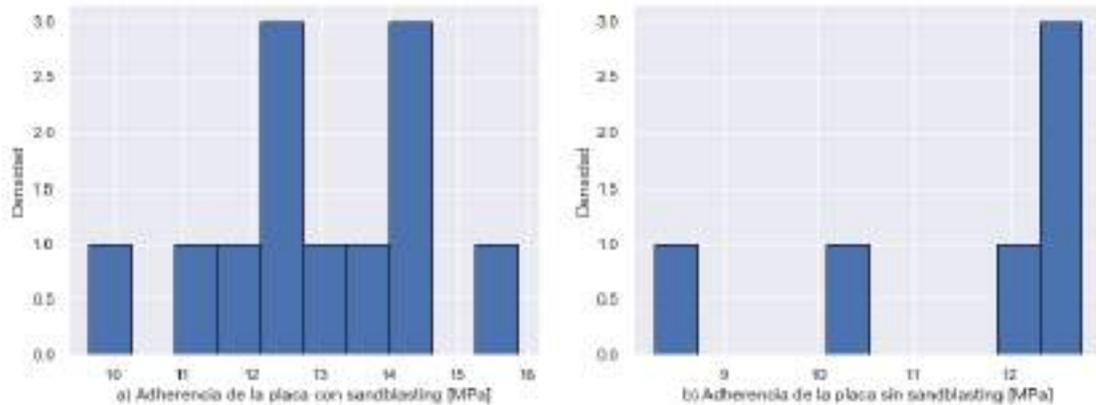


Figura 30-3: Histograma de los datos obtenidos

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

La figura 31-3. Muestra la distribución de los datos de la prueba de Pull Off de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

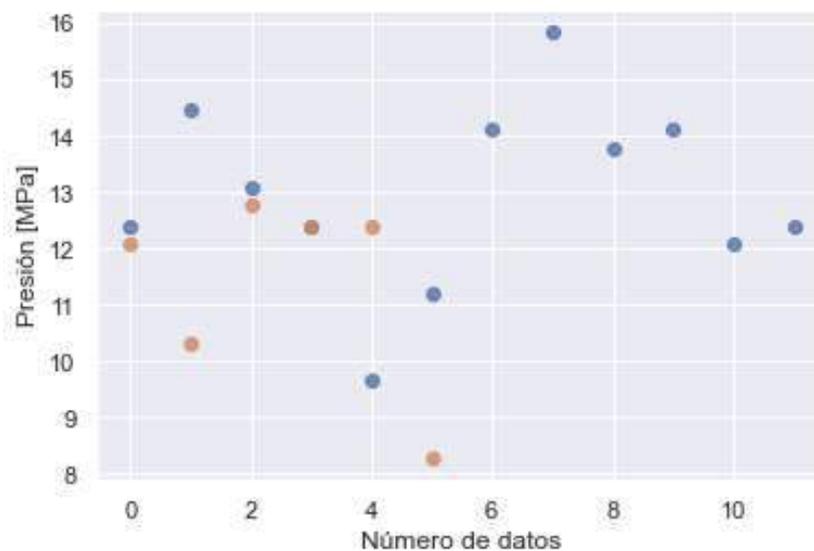


Figura 31-3: Diagrama de dispersión

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

```
off1= [np.mean(s) for s in pull1]
off1_df = pd.DataFrame(off1)
off1_df.describe()
off2= [np.mean(s) for s in pull2]
```

```
off2_df = pd.DataFrame(off2)
off2_df.describe()
```

Tabla 27-3: Medidas de tendencia central

Medidas de tendencia central			
Con sandblasting		Sin sandblasting	
count	12,000000	count	6,000000
media	12,971667	media	11,376667
Desviación estándar	1,650492	Desviación estándar	1,746765
Mínimo	9,650000	Mínimo	8,270000
25%	12,325000	25%	10,772500
50%	12,755000	50%	12,240000
75%	14,140000	75%	12,410000
Máximo	15,860000	Máximo	12,760000

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

La figura 32-3. Muestra el histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real de los datos de la prueba de Pull Off entre placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y sin preparación superficial con sandblasting.

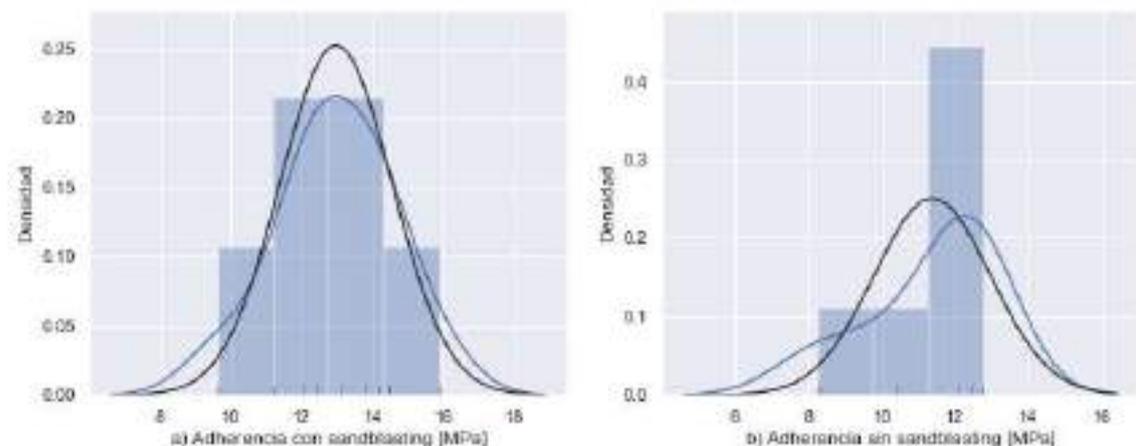


Figura 32-3: Histograma comparativo entre la distribución normal teórica y real

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

En la figura 33-3. Se muestra la comparación de mínimos, máximos, rango intercuartiles, mediana y partes aisladas entre los datos de Pull Off de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

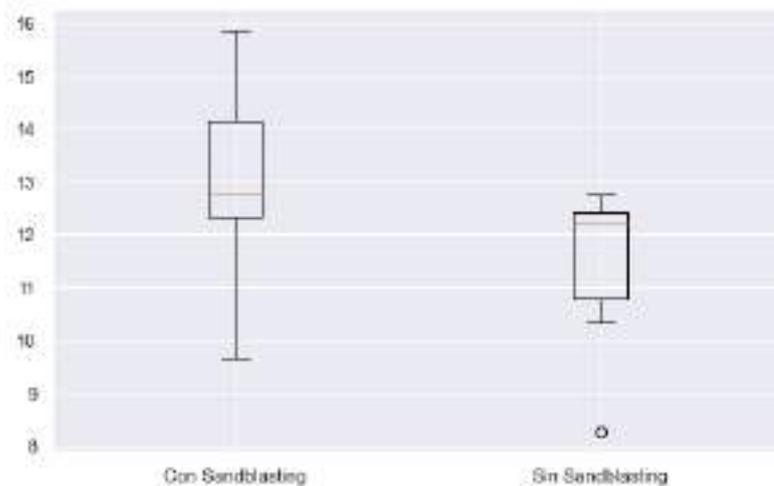


Figura 33-3: Diagrama de cajas con y sin preparación superficial

Realizado por: Arévalo, W.; Guanuche, L. 2022

Se observa que la mediana de la adherencia con preparación superficial es mayor que la mediana de la adherencia sin preparación superficial mediante sandblasting; sin embargo, las mediciones no son muy dispersas.

3.7.2. Test de T-student

Mediante el test T-student determina si existe diferencia significativa entre las medias de los valores de la prueba de adherencia de las placas sometidas a preparación superficial con sandblasting y las placas que no fueron sometidas a preparación superficial con sandblasting.

```
#t-test
pg.ttest(pull1,pull2, alternative='greater')
```

Tabla 28-3: Test de T student

	T	dof	alternative	p. val	CI 95%	Cohen-d	BF10	POWER
T-test	1.859761	9.591613	greater	0.046908	[0.03, inf]	0.948744	2.561	0.568114

Realizado por: Arévalo William, Guanuche Lady, 2022

Ho: La adherencia de pull off posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son menores que la adherencia de pull off sin la preparación de la superficie con sandblasting.

H1: La adherencia de pull off posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son mayores que la adherencia de pull off sin la preparación de la superficie con sandblasting.

Como el p valor = $0.046908 < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo que se concluye que existe suficiente evidencia para aseverar que la adherencia de Pull Off posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son mayores que la adherencia de Pull Off sin la preparación de la superficie con sandblasting.

CONCLUSIONES

Existen dos grupos de probetas para las respectivas pruebas, en el primer grupo se aplican preparación superficial con sandblasting, mientras que, en el segundo grupo no se aplicaron este procedimiento, de tal manera que se verifica mediante la prueba de Press O Film que las probetas del grupo inicial se encuentran con cierta rugosidad.

Se aplica a los dos grupos de probetas varias capas de pintura de acuerdo con las especificaciones del fabricante descritas en las fichas técnicas del sistema de pintura PPG Sigma C3.05, misma que menciona que se debe considerar un valor entre los 70 a 250 micrómetros en la primera capa seca y en la segunda capa seca este valor oscila entre los 50 a 150 micrómetros.

Al tener mayor rugosidad en las placas que se realiza preparación superficial en base a la norma establecida existe mayor penetración de la pintura a diferencia de las placas en las que no se realiza preparación superficial, ya que al ser una superficie lisa la pintura no penetra, además debido a que no cuenta con picos y valles característicos de una superficie rugosa al realizar pruebas de ultrasonido es evidente un mayor espesor de capa seca, tanto para la primera capa como para la segunda, de esta manera, los datos obtenidos en la media de las placas con preparación superficial en la segunda capa es igual a 328,02 μm , mientras que las placas sin preparación superficial es igual a 360,03 μm y al demostrar un p valor igual a $3.26\text{e-}11$ y $< 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa por lo que se concluye que existe suficiente evidencia para aseverar que los espesores de la segunda capa seca posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son menores que los espesores de la segunda capa seca sin la preparación de la superficie con sandblasting.

Mediante el análisis estadístico de los datos obtenidos en las diferentes pruebas permite tomar decisiones acerca de los niveles de pintura que se debe considerar al aplicar un recubrimiento superficial, es así que se demuestra que el rendimiento de la pintura mejora considerablemente en las placas con preparación superficial y por ende se comprueba que la adherencia mejora en estas placas a diferencia de las placas sin preparación superficial ya que la media de los datos en las placas con preparación superficial es igual a 12,97MPa mientras que en las placas sin preparación superficial es igual a 11,38 MPa, por tal motivo como el p valor es igual a 0.046908 y $< 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por lo tanto se concluye que existe suficiente evidencia para aseverar que la adherencia de Pull Off posterior a la preparación de la superficie con sandblasting, son mayores que la adherencia de Pull Off sin la preparación de la superficie con sandblasting.

RECOMENDACIONES

Como estudio inicial se plantea analizar la adherencia con y sin aplicación de sandblasting en probetas homogéneas, se espera que para próximos estudios o trabajos de investigación se comparen diferentes sistemas de pinturas y también diferentes formas y materiales de granalla para observar si la variable dependiente relacionada con la adherencia muestra diferentes cambios.

Para evitar el error generado por los datos es necesario realizar más experimentos con la finalidad de obtener una muestra más fiable para tomar decisiones claras en lo que respecta a la aplicación de sistema de pintura sobre una superficie.

Es necesario realizar una comparación entre la norma SSPC-SP-2 y la SSPC-SP-5 para asegurar que tan confiable es realizar una preparación superficial con herramientas manuales y chorro abrasivo, con el propósito de conocer a través de un análisis riguroso cual es la afectación en la adherencia de acuerdo con cada norma.

BIBLIOGRAFÍA

ALVES FERREIRA, M. et al. Evaluación de parámetros de rugosidad usando análisis de imágenes de diferentes microscopios ópticos y electrónicos. Información tecnológica. [En línea], 2011, (Colombia) 22(4), pp. 129-146. [Consulta: 01 julio 2022]. ISSN 07168756. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v22n4/art14.pdf>.

AMANCHA TORRES, Hugo Fabián. 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). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2019. pp. 1-285. [Consulta: 2022-05-30]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30669>

BERROA HUARACHI, Eder Gianfranco. Aplicación de control de calidad de los requisitos mínimos para el proceso de preparación superficial y recubrimiento en un tanque de clarificación del proyecto Tambomayo (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Santander, Colombia. 2019. pp. 15-45. [Consulta: 2022-04-15]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/11046/IMbehueg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CARRERO FISCO, Jorge. Análisis de recubrimientos orgánicos aplicados sobre aceros tipo ASTM a 131 para los astilleros de Cotecmar [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Libre de Colombia, Colombia. 2018. pp. 15-45. [Consulta: 2022-04-24]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11563/Proyecto%20Final%20Aprobado-%20Jorge%20Andr%C3%A9s%20Carrero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

COATING. Procedimiento para Prueba de Adhesión de Recubrimientos por el Método de Corte ASTM D 3359-02 ASTM (American Society for Testing Materials). 2018. pp. 2-9. [en línea] Disponible en: <https://qdoc.tips/prueba-de-adherencia-por-corte-pdf-free.html>

DEGADO REA, S. Aprende sobre Python. Investigación tecnológica. [En línea], 2022, (Colombia) 25(42), pp. 1-448. [Consulta: 9 julio 2022]. ISSN 07138556. Disponible en: <https://aprendepython.es/downloads/907b5202c1466977a8d6bd3a2641453f/aprendepython.pdf>.

DEVERA RUEDA, Fredy Alexander, & ORTIZ PALENCIA Denise Carolina. Guía para el control de calidad de estructuras metálicas [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Santander, Colombia. 2019. pp. 15-45.

[Consulta: 2022-04-15]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18447/2019OrtizDenise.pdf?sequence=4>

GÓMEZ BOTERO, M. et al. Evaluación de metodologías para la aplicación de sistemas de protección contra la corrosión en el interior de tanques de lastre en embarcaciones marinas. Revista Ingeniería y Desarrollo Fundación Universidad del Norte [En línea], 2017, (Colombia) 34(1), pp. 5-15. [Consulta: 13 abril 2022]. ISSN 2145-9371. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v35n1/2145-9371-inde-35-01-00174.pdf>

GÓMEZ ARCEO, D. et al. Protección anticorrosiva de un convertidos de óxido natural (Mimosa tenuiflora) aplicado sobre productos de corrosión de un acero AISI 1018. Nova Scientia [En línea], 2021, (Salamanca) 13(27), pp. 15-70. [Consulta: 15 abril 2022]. ISSN 2007-0705. Disponible en: <http://novascientia.delasalle.edu.mx/ojs/index.php/Nova/article/view/3021>

GOMIS, E. La preparación superficial como factor capital de la protección anticorrosiva - Industria Química. [en línea], 2020. [Consulta: 14 junio 2022]. Disponible en: <https://www.industriaquimica.es/articulos/20201209/preparacion-superficial-factor-capital-proteccion-anticorrosiva#.Yqh7i3aZPIU>.

GUILCASO MOLINA, Cristian Orlando. Análisis de recubrimientos anticorrosivos aplicado al acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA) ASTM a 1011 GR 50 y su incidencia en la tasa de corrosión para aplicaciones en la industria metalmecánica. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 2020. pp. 15-45. [Consulta: 2022-04-15]. Disponible en: <file:///C:/Users/ADMIN-MINEDUC/Desktop/Norma%20ISO%20690.pdf>

MORENO ESCOBAR, E. Estudio de desgaste por «fretting» de un recubrimiento tipo dúplex depositado sobre una aleación de aluminio 7075-T6. Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales. [En línea], 2013, (Venezuela) 33(2), pp. 1-15. [Consulta: 9 julio 2022]. ISSN 0255-6952 Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522013000200015

PEREZ LÓPEZ, g. et al. SALAZAR JIMÉNEZ, J. Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales (Nota técnica). Investigación y Ciencia. [En línea], 2016, (México) 24(69), pp. 36-46. [Consulta: 28 abril 2022]. ISSN 1665-4412. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67449381006>.

SALAZAR JIMÉNEZ, J. Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales (Nota técnica). *Tecnología en marcha*. [En línea], 2020, (Colombia) 28(3), pp. 2-7. [Consulta: 28 abril 2022]. ISSN 2789-8765. Disponible en: . <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n3/0379-3982-tem-28-03-00127.pdf>.

SANTANDER MORALES, Carolina Beatriz. Estudio experimental de corrosión en metales de uso industrial por Desulfobivrio desulfuricans [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. 2018. pp. 16-45. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103133/santander_cm.pdf?seque.

TIRADO TORRES, Carlos Daniel. Estudio de la calidad superficial de la película seca de pintura en las carretillas mediante el proceso de detección de discontinuidades, en la empresa IMESCO de la Ciudad de Ambato [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2018. pp. 16-45. [Consulta: 2022-06-25]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/29189>.

VALLEJO FIGUEROA, Julio Cesar. Conocimiento y prevención de la corrosión. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2016. pp. 1-147. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0513_M.pdf

VÁZQUEZ, M. *La corrosión: el peor de los villanos cuando dominan los metales*. [En línea]. Mar de la Plata: Editorial de la Universidad Nacional de Mar del Plata, 2018 [Consulta: 23 abril 2022]. Disponible en: http://www2.mdp.edu.ar/attachments/article/281/la_corrosion.pdf.

VILLEGAS SALAZAR, E. et al. Metodos de medición de espesores de películas. *Revista Mexicana de Física* [En línea], 2018, (México) 64 (1), pp. 2-4. [Consulta: 23 abril 2022]. ISSN 364-367. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmf/v64n4/0035-001X-rmf-64-04-364.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA DE LAS PINTURAS

FICHA TÉCNICA DE LA PINTURA SIGMAFAST™ 278

HOJA DE PRODUCTO

7 de octubre de 2019 (Revisión de 13 de abril de 2018)

SIGMAFAST™ 278

DESCRIPCIÓN

Imprimación epoxi con fosfato de zinc de dos componentes y altos sólidos, rápido curado y repintable incluso a bajas temperaturas

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Imprimación/capa intermedia epoxi para sistemas de protección anticorrosiva
- Excelente resistencia a la corrosión en exposición atmosférica
- Cura a temperaturas de hasta -5°C (23°F)
- Rápido curado para producción
- Fácil aplicación mediante pistola sin aire
- Amplio rango de aplicación

COLORES Y BRILLO

- Rojomarrón, gris y otros colores, entre ellos color MIO
- Semibrillante

Nota: Los epoxis amarillearán con el paso del tiempo y esto será aún más visible en el blanco y en el blanco roto. SIGMAFAST 278 deberá utilizarse solamente en áreas no cosméticas

DATOS BÁSICOS A 20°C (68°F)

Datos para el producto mezclado	
Número de componentes	Dos
Densidad	1,5 kg/l (12,5 lb/US gal)
Volumen de sólidos	80 ± 2%
COV (Suministrado)	Directiva 1999/13/EC, SED: max. 153,0 g/kg (Directiva 1999/13/EC, SED) UK PG 6/23(92) Apartado 3: max. 230,0 g/l (aprox. 1,9 lb/US gal) 220,0 g/ltr (1,8 lb/gal) (por Método EPA 24)
Espesor de película seca recomendado	75 - 250 µm (3,0 - 10,0 mils)
Rendimiento teórico	6,4 m ² /l para 125 µm (257 ft ² /US gal para 5,0 mils)
Seco al tacto	1 hora
Intervalo de repintado	Mínimo: 2 horas Máximo: Ilimitado
Curado total al cabo de	3 días
Estabilidad del envase	Base: al menos 24 meses cuando se almacena en lugar seco y fresco Endurecedor: al menos 24 meses cuando se almacena en lugar seco y fresco

Notas:

- Ver DATOS ADICIONALES - Espesor de la película seca y rendimiento teórico
- Ver DATOS ADICIONALES - Intervalos de repintado

SIGMAFAST™ 278

CONDICIONES RECOMENDADAS DEL SUBSTRATO Y TEMPERATURAS

Condiciones del sustrato

- Acero, chorro abrasivo a ISO-Sa2½ ó mínimo SSPC SP-6, perfil de chorro 40 – 70 µm (1.6 – 2.8 mils) ó limpieza mediante herramienta mecánica a mínimo ISO-St3 / SSPC SP3

Acero galvanizado

- La superficie debe de estar seca y libre de cualquier contaminación
- La superficie estará suficientemente rugosada (p.ej. lijado, chorro abrasivo ligero)

Acero imprimado ó capa previa

- La capa previa del revestimiento compatible estará seca y libre de cualquier contaminación
- La superficie de la capa previa deberá estar suficientemente rugosada en caso de considerarse necesario
- Cuando se aplica sobre silicato de zinc, es necesario hacer "mist coat" antes de la capa completa

Temperatura del sustrato y condiciones de aplicación

- La temperatura del sustrato durante la aplicación y el curado deberá estar al menos 3 °C (5 °F) por encima del punto de rocío
- La temperatura del sustrato durante la aplicación y el curado deberá estar por encima de -5°C (23°F) siempre y cuando el sustrato esté seco y libre de hielo

INSTRUCCIONES DE USO

Ratio de mezcla en volumen: base a endurecedor 75:25 (3:1)

- La temperatura de la pintura estará preferiblemente por encima de 15°C (59°F), si no fuera así se necesitaría añadir disolvente para conseguir la viscosidad de aplicación
- La adición de un exceso de disolvente reducirá la resistencia al descuelgue y ralentizará el curado
- De ser necesario, se debe añadir el disolvente después de mezclar los componentes

Tiempo de inducción

No tiene tiempo de inducción

Vida de la mezcla

1 hora a 20°C (68°F)



SIGMAFAST™ 278

DATOS ADICIONALES

Espesor de película seca y rendimiento teórico	
Espesor seco	Rendimiento teórico
75 µm (3,0 mils)	10,7 m ² /l (428 ft ² /US gal)
125 µm (5,0 mils)	6,4 m ² /l (257 ft ² /US gal)
250 µm (10,0 mils)	3,2 m ² /l (128 ft ² /US gal)

Intervalo de repintado para espesor seco hasta 125 µm (5.0 mils)						
Repintado con ...	Intervalo	-5°C (23°F)	0°C (32°F)	10°C (50°F)	20°C (68°F)	30°C (86°F)
Con diferentes revestimientos de dos componentes, tipo epoxy o poliuretano	Mínimo	24 horas	14 horas	4 horas	2 horas	1 hora
	Máximo	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado

Notas:

- Este producto tiene un tiempo máximo de repintado ilimitado siempre y cuando la superficie esté limpia de enyesado y otros contaminantes, si estuviera contaminada se deberá limpiar y dar rugosidad para asegurar la mejor adherencia de la siguiente capa.
- La adherencia óptima con la siguiente capa se obtiene cuando esta es aplicada antes del periodo total de curado
- Este producto amarillea rápidamente cuando se expone a la luz solar; esto no afectará a la integridad del acabado ni a sus propiedades anticorrosivas

Tiempo de curado para espesor seco hasta 125 µm (5.0 mils)			
Temperatura del sustrato	Seco al tacto	Seco para manipular	Curado total
-5°C (23°F)	16 horas	38 horas	no aplicable
0°C (32°F)	11 horas	24 horas	21 días
10°C (50°F)	4 horas	8 horas	8 días
20°C (68°F)	2 horas	4 horas	4 días
30°C (86°F)	1 hora	2 horas	3 días

Nota: Se debe de mantener una ventilación adecuada durante la aplicación y el curado (Por favor consulte las HOJAS DE INFORMACIÓN 1433 y 1434)

Vida de la mezcla (a viscosidad de aplicación)	
Temperatura del producto mezclado	Vida de la mezcla
0°C (32°F)	10 horas
10°C (50°F)	3 horas
20°C (68°F)	1 hora
30°C (86°F)	30 minutos

SIGMADUR™ 550 H

(SIGMADUR™ 568)

DESCRIPCIÓN

Acabado de poliuretano alifático acrílico de dos componentes, con altos sólidos y para alto espesor.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Excelente resistencia a las condiciones de exposición atmosféricas
- Buena retención de color y brillo
- Cura a temperaturas de hasta -5°C (23°F)
- Resistente a salpicaduras de aceites minerales y vegetales, parafinas, productos de petróleo alifáticos y productos químicos suaves
- Se puede repintar incluso después de una larga exposición atmosférica
- Buenas propiedades de aplicación con airless, brocha y rodillo
- Alto espesor hasta 150 µm (6,0 mils) en una capa
- Se puede aplicar directamente sobre metal
- Los tiempos de secado y curado se pueden reducir significativamente usando PPG 866M ACCELERATOR como aditivo

COLORES Y BRILLO

- Colores standard y otros bajo pedido
- Brillante

DATOS BÁSICOS A 20°C (68°F)

Datos para el producto mezclado	
Número de componentes	Dos
Densidad	1,5 kg/l (12,5 lb/US gal)
Volumen de sólidos	70 ± 2%
COV (Suministrado)	Directiva 1999/13/EC, SED: max. 220,0 g/kg (Directiva 1999/13/EC, SED) max. 330,0 g/l (aprox. 2,8 lb/gal) UK PG 6/23(92) Apartado 3: max. 259,0 g/l (aprox. 2,2 lb/US gal)
Espesor de película seca recomendado	50 - 150 µm (2,0 - 6,0 mils) dependiendo del sistema
Rendimiento teórico	14,0 m ² /l para 50 µm (561 ft ² /US gal para 2,0 mils) 9,3 m ² /l para 75 µm (374 ft ² /US gal para 3,0 mils)
Intervalo de repintado	Mínimo: 8 horas Máximo: Ilimitado
Estabilidad del envase	Base: al menos 36 meses cuando se almacena en lugar seco y fresco Endurecedor: al menos 24 meses cuando se almacena en lugar seco y fresco

Notas:

- Ver DATOS ADICIONALES – Espesor de la película seca y rendimiento teórico
- Ver DATOS ADICIONALES – Intervalos de repintado
- Ver DATOS ADICIONALES – Tiempo de curado

FICHA TÉCNICA DE LA PINTURA SIGMADUR™ 550 H

SIGMADUR™ 550 H

(SIGMADUR™ 568)

CONDICIONES RECOMENDADAS DEL SUBSTRATO Y TEMPERATURAS

Condiciones del sustrato

- Acero; limpieza abrasiva a grado ISO-Sa2½, con perfil de rugosidad 40 – 70 µm (1.6 – 1.8 mils), o limpieza con herramienta mecánica a grado ISO-St3
- La capa previa debe de ser compatible, estar seca y libre de cualquier contaminación.

Temperatura del sustrato y condiciones de aplicación

- La temperatura del sustrato durante la aplicación y el curado deberá estar al menos 3 °C (5 °F) por encima del punto de rocío
- La temperatura del sustrato durante la aplicación y el curado deberá estar por encima de -5°C (23°F) siempre y cuando el sustrato esté seco y libre de hielo
- La humedad relativa durante la aplicación y el curado no debe exceder el 85%
- La exposición antes del curado a la condensación y la lluvia, pueden provocar cambios en el brillo y color

INSTRUCCIONES DE USO

Proporción de mezcla, en volumen: base a endurecedor 87 : 13

- No adicionar más disolvente del requerido para una correcta aplicación
- La adición de un exceso de disolvente disminuirá la resistencia al descuelgue
- De ser necesario, se debe añadir el disolvente después de mezclar los componentes

Tiempo de inducción

No tiene tiempo de inducción.

PISTOLA CON AIRE

Disolvente recomendado

THINNER 21-06

Volumen de disolvente

10 - 15%, dependiendo del espesor recomendado y de las condiciones de aplicación

Orificio de boquilla

1.0 - 1.5 mm (aprox. 0.040 - 0.060 pulgadas)

Presión en boquilla

0,3 - 0,4 MPa (aprox. 3 - 4 bar; 44 - 58 p.s.i.)

SIGMADUR™ 550 H

(SIGMADUR™ 568)

Tiempo de curado para espesor seco hasta 150 µm (6.0 mils)			
Temperatura del sustrato	Seco al tacto	Seco para manipular	Curado total
-5°C (23°F)	24 horas	40 horas	22 días
0°C (32°F)	15 horas	30 horas	18 días
10°C (50°F)	5 horas	20 horas	10 días
20°C (68°F)	3 horas	12 horas	7 días
30°C (86°F)	2 horas	6 horas	4 días
40°C (104°F)	1 hora	3 horas	3 días

Tiempo de curado para espesor seco hasta 150 µm (6.0 mils) usando PPG 866M ACCELERATOR			
Temperatura del sustrato	Seco al tacto	Seco para manipular	Curado total
-5°C (23°F)	21 horas	32 horas	18 días
0°C (32°F)	12 horas	24 horas	15 días
10°C (50°F)	4 horas	15 horas	8 días
20°C (68°F)	2 horas	8 horas	6 días
30°C (86°F)	1,5 horas	4 horas	3 días
40°C (104°F)	1 hora	2 horas	48 horas

Notas:

- Se debe de mantener una ventilación adecuada durante la aplicación y el curado (Por favor consulte las HOJAS DE INFORMACIÓN 1433 y 1434)
- La exposición antes del curado a la condensación y la lluvia, pueden provocar cambios en el brillo y color

Vida de la mezcla (a viscosidad de aplicación)	
Temperatura del producto mezclado	Vida de la mezcla
10°C (50°F)	4 horas
20°C (68°F)	2,5 horas
30°C (86°F)	1,5 horas
40°C (104°F)	1 hora

Nota: La adición del PPG 866M ACCELERATOR al producto mezclado no afectará a la vida de la mezcla.

SIGMADUR™ 550 H

(SIGMADUR™ 568)

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

- Para las pinturas y disolventes recomendados, ver hojas de información 1430, 1431 y las fichas de seguridad de los productos
- Esta es una pintura base disolvente y hay que tomar precauciones para evitar la inhalación del nebulizado, al igual que evitar el contacto de la pintura húmeda con la piel y los ojos
- Contiene un agente de curado tóxico de polisocianato
- Evitar en todo momento la inhalación del pulverizado generado durante la aplicación

DISPONIBILIDAD MUNDIAL

PPG Protective and Marine Coatings tiene siempre el objetivo de suministrar exactamente los mismos productos de protección y recubrimiento en todo el mundo. Sin embargo, en ocasiones resulta necesario llevar a cabo ligeras modificaciones de los productos para adaptarlos a la legislación nacional o a las condiciones locales. En dichas circunstancias, se utiliza una ficha de datos de producto alternativa.

REFERENCIAS

• Explicación de fichas técnicas de productos	HOJA DE INFORMACION	1411
• Precauciones de seguridad	HOJA DE INFORMACION	1430
• Seguridad para la salud en espacios reducidos – Peligros de exposición y toxicidad	HOJA DE INFORMACION	1431
• Seguridad del trabajo en espacios reducidos	HOJA DE INFORMACION	1433
• Directrices para el uso de la ventilación	HOJA DE INFORMACION	1434

GARANTIA

PPG Protective and Marine Coatings garantiza (i) que es titular del producto; (ii) que la calidad del producto cumple las especificaciones de PPG en vigor en el momento de su producción, y (iii) que el producto se entrega libre de cualquier reclamación legítima de terceros por uso indebido de patentes estadounidenses asociadas al producto. ESTAS SON LAS ÚNICAS GARANTÍAS QUE PPG Protective and Marine Coatings OFRECE. PPG DECLINA CUALQUIER OTRA GARANTÍA EXPRESA O IMPLÍCITA CONTEMPLADA POR LA LEY O POR LAS PRÁCTICAS COMERCIALES, LO QUE INCLUYE DE FORMA NO EXHAUSTIVA CUALQUIER GARANTÍA DE IDONEIDAD PARA UN PROPOSITO O USO PARTICULAR. Cualquier reclamación que se presente bajo esta garantía deberá ser presentada por el Comprador directamente a PPG, mediante comunicación escrita en un plazo máximo de cinco (5) días desde la detección del defecto, pero en ningún caso más allá de la fecha de caducidad del producto o, en todo caso, no más tarde de un año a contar desde la fecha de entrega del producto al Comprador (tendrá validez la opción que sea más temprana). El Comprador no podrá hacer uso de la garantía si no notifica la no conformidad a PPG del modo indicado.

LIMITACIONES DE RESPONSABILIDAD

PPG Protective and Marine Coatings NO SERÁ RESPONSABLE EN NINGÚN CASO Y BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA (INCLUIDA NEGLIGENCIA DE CUALQUIER TIPO, RESPONSABILIDAD ESTRICTA O DAÑOS) DE CUALQUIER DAÑO INDIRECTO, ESPECIAL, CASUAL O CONSECUENTE RELACIONADO, DERIVADO O RESULTANTE DE CUALQUIER USO QUE SE DÉ AL PRODUCTO. La información que contiene el presente documento tiene carácter exclusivamente orientativo y está basada en pruebas de laboratorio que PPG Protective and Marine Coatings considera fiables. PPG Protective and Marine Coatings podrá modificar la información contenida en el presente documento en cualquier momento como resultado de su experiencia práctica y el desarrollo continuo del producto. Todas las recomendaciones o sugerencias relacionadas con el uso de los productos de PPG Protective and Marine Coatings, ya se emitan en forma de documentación técnica, en respuesta a una consulta específica o de otra manera, se basan en datos que, según el conocimiento de PPG Protective and Marine Coatings, son fiables. El producto y la información relacionada están diseñados para usarse con los conocimientos necesarios y la cualificación exigida por la industria. El usuario final es responsable de determinar la idoneidad del producto para su aplicación concreta. Se considera que el Comprador ha hecho las verificaciones oportunas por su cuenta y riesgo. PPG Protective and Marine Coatings no tiene control sobre la calidad o condición del sustrato, o sobre cualquier factor que afecte al uso y la aplicación del producto. Por consiguiente, PPG Protective and Marine Coatings no acepta ninguna responsabilidad originada por cualquier pérdida, lesión o daño resultante del uso del producto o de la presente información (salvo aserrio por escrito en contrario). Si existen variaciones en el entorno de aplicación, cambios en los procedimientos de uso o extrapolación de datos, los resultados podrían ser insatisfactorios. Este documento prevalecerá sobre cualquier versión anterior. El Comprador deberá asegurarse de que esta información se mantiene vigente antes de utilizar el producto. La documentación actualizada referente a todos los productos de protección y recubrimiento para aplicaciones navales de PPG Protective and Marine Coatings se encuentran en www.ppgmc.com. La versión inglesa de este documento prevalecerá sobre cualquier traducción de la misma.

ANEXO B: NORMA NACE No. 1/SSPC-SP 5

The PPG logo, and all other PPG marks are property of the PPG group of companies. All other third-party marks are property of their respective owners.



Norma en Conjunto para la Preparación de Superficies

NACE No. 1/SSPC-SP 5 Limpieza Abrasiva a Metal Blanco

Esta norma de NACE International (NACE)/SSPC representa un consenso de aquellos miembros individuales que han revisado este documento, su alcance y sus provisiones. Su intención es ayudar al fabricante, consumidor y público en general. Aceptarla no impide de ninguna manera que nadie, sin importar que haya adoptado la norma o no, fabrique, comercialice, compre, o utilice aquellos productos, procesos o procedimientos no tratados por esta norma. Ninguna parte del contenido de esta norma de NACE/SSPC puede ser interpretada como el otorgamiento de algún derecho, ni otra manera de implicación para la fabricación, venta o uso en conjunto con algún método, aparato o producto cubierto por Patente, ni para indemnizar ni proteger a nadie de la responsabilidad de haber violado dicha Patente. Esta norma está basada en la tecnología actual y de ninguna manera debe ser interpretada como una restricción para el uso de mejores procedimientos o materiales. Esta norma tampoco aplica a todos los casos relacionados con el tema. Existen circunstancias impredecibles que pueden negar la utilidad de esta norma en situaciones específicas. NACE y SSPC no asumen ninguna responsabilidad por la interpretación ni el uso de esta norma por otros interesados y sólo aceptan la responsabilidad por aquellas interpretaciones oficiales emitidas por NACE o SSPC de acuerdo con sus procedimientos y políticas directivas, los cuales excluyen la emisión de cualquier interpretación por voluntarios individuales.

Los usuarios de esta norma de NACE/SSPC son responsables de revisar los documentos adecuados de salud, seguridad, medio ambiente y reglamentarios, y de determinar previamente lo apropiado de su aplicación en relación a esta norma. Esta norma de NACE/SSPC no trata necesariamente todos los problemas potenciales de salud, seguridad y riesgos ambientales asociados con el uso de materiales, equipos y/u operaciones descritos o referidos por esta norma. Los usuarios de esta norma de NACE/SSPC también son responsables de establecer prácticas apropiadas para la salud, seguridad y protección ambiental, si es necesario en consulta con las autoridades reguladoras competentes, para garantizar el cumplimiento de cualquier requerimiento regulatorio aplicable existente antes del uso de esta norma.

NOTA DE ADVERTENCIA: Las normas de NACE/SSPC están sujetas a una revisión periódica y pueden ser actualizadas o retiradas en cualquier momento de acuerdo con los procedimientos del comité técnico. Se le sugiere al usuario obtener la última edición. NACE y SSPC requieren que las acciones que deban ser tomadas para reafirmar, actualizar o retirar esta norma, se ejecuten dentro de los cinco años siguientes a la fecha de la publicación inicial.

Reafirmada 2006-09-13
Reafirmada 1999-09-07
Aprobada Octubre 1994

ISBN 1-57590-107-2

©2006, SSPC: La Sociedad para Recubrimientos Protectores y NACE Internacional

Prefacio

Esta norma en conjunto cubre el uso de abrasivos durante la limpieza abrasiva para lograr un grado definido de limpieza sobre superficies de acero antes de la aplicación de un sistema de recubrimientos protectores externos o internos. Esta norma fue encaminada al uso de autores de especificaciones, aplicadores, inspectores u otros que puedan ser responsables de definir un grado estandarizado de limpieza de superficie para recubrimientos externos o internos.

El enfoque de esta norma es la limpieza abrasiva a metal blanco. Las limpiezas abrasivas a metal casi blanco, comercial, industrial y superficial son tratadas en normas separadas.

La limpieza abrasiva a metal blanco proporciona un mayor grado de limpieza que la limpieza abrasiva a metal casi blanco (NACE No. 2/SSPC-SP 10¹).

La diferencia entre la limpieza abrasiva a metal blanco y la limpieza abrasiva a metal casi blanco es que la limpieza abrasiva a metal blanco remueve todo el recubrimiento, calamina, herrumbre, óxidos, productos de corrosión y cualquier otro elemento ajeno a la superficie. La limpieza abrasiva a metal casi blanco permite la permanencia de sombras ligeras, rayas moderadas o decoloraciones menores causadas por las manchas de óxido, calamina o recubrimiento aplicado anteriormente sobre un máximo del 5% de cada unidad de área superficial como se define en NACE No. 2/SSPC-SP 10.

Esta norma en conjunto fue preparada originalmente en 1994 y fue reafirmada en 1999 por el Grupo de Tareas A de SSPC/NACE para la Preparación de Superficies por Limpieza Abrasiva. Este grupo de tareas en conjunto incluye miembros del Comité para la Preparación de Superficies de SSPC y del Comité Unidad T-6G para Preparación de Superficies de NACE. Fue reafirmada en 2006 por el Grupo de Tecnología Específica (STG) 04 de NACE: Recubrimientos Protectores para Interiores y Exteriores: Preparación de Superficies, y el Comité para la Preparación de Superficies de SSPC.

En las normas de NACE, los términos debe, tiene que, debería, puede, están usados de acuerdo a las definiciones de estos términos en el Manual de Estilo de las Publicaciones NACE, 4^a edición, Párrafo 7.4.1.9. Tiene que y debe son usados para declarar requerimientos obligatorios. El término debería se usa para declarar algo considerado bueno y recomendado, pero no absolutamente obligatorio. El término puede se usa para declarar aquello que se considera opcional.

(Nota de traducción: Los términos "shall, must, should, y may" en inglés son verbos auxiliares que conforman parte del predicado en general. Por ejemplo, la frase en inglés, "The inspector shall measure..." se traduce al castellano simplemente como, "El inspector medirá..." donde el verbo en tiempo futuro indica el mismo grado de obligación que los términos antes mencionados en inglés.)

ESTA NORMA FUE TRADUCIDA CON EL PERMISO EXCLUSIVO DE NACE INTERNACIONAL. LA ÚNICA VERSIÓN OFICIAL DE ESTA NORMA ES LA VERSIÓN EN LENGUA INGLESA.

Norma en Conjunto para la Preparación de Superficies

NACE No. 1/SSPC-SP 5 Limpieza Abrasiva a Metal Blanco

Índice

1. General	3
2. Definiciones	3
3. Documentos Requeridos	3
4. Procedimientos antes de la Limpieza Abrasiva	4
5. Métodos y Operación para la Limpieza Abrasiva	4
6. Abrasivos usados para la Limpieza Abrasiva	4
7. Procedimientos Posteriores a la Limpieza Abrasiva e Inmediatamente Antes de Recubrir	5
8. Inspección	5
9. Requerimientos de Seguridad y Ambientales	5
10. Comentarios (No-obligatorios)	6
Referencias	6
Apéndice A: Notas Explicatorias (No-obligatorias)	8

Sección 1: General

- 1.1 Esta norma en conjunto cubre los requerimientos para la limpieza abrasiva a metal blanco de superficies de acero recubiertas o desnudas mediante el uso de abrasivos. Estos requerimientos incluyen la condición final de la superficie, materiales y procedimientos necesarios para alcanzar y verificar la condición final.
- 1.2 Se describen los requerimientos obligatorios en las Secciones 1 a 9. La Sección 10 "Comentarios" y el Apéndice A "Notas Explicatorias" no conforman requerimientos obligatorios para esta norma.
- 1.3 Información acerca de la funcionalidad de la limpieza abrasiva a metal blanco se encuentra en el Párrafo A1 del Apéndice A.
- 1.4 Información acerca del uso de esta norma para trabajos de recubrimientos para mantenimiento se encuentra en el Párrafo A2 del Apéndice A.

Sección 2: Definiciones

- 2.1 **Superficie con Limpieza Abrasiva a Metal Blanco:** Una superficie limpiada con abrasivos hasta el metal blanco, cuando es observada sin amplificación, estará libre de todo aceite, grasa, polvo, suciedad, calamina, herrumbre, recubrimientos, óxidos, productos de corrosión y cualquier otro elemento ajeno a la superficie que sea visible.
- 2.1.1 Variaciones de apariencia aceptables que no afectan la limpieza de la superficie como se define en el Párrafo 2.1 incluyen las variaciones causadas por el tipo de acero, condición superficial original, grosor del acero, metal usado para soldar, marcas de fabricación, tratamiento térmico, zonas afectadas por calor, abrasivos usados para limpieza abrasiva y diferencias debido a la técnica de limpieza abrasiva.
- 2.1.2 SSPC-VIS 1² puede ser especificado para complementar la definición escrita. En cualquier disputa, la definición escrita establecida por esta norma prevalecerá sobre las fotografías y comparadores de referencia. Información adicional sobre las fotografías y comparadores de referencia se encuentra en el Párrafo A3 del Apéndice A.

Sección 3: Documentos Requeridos

- 3.1 La última emisión, revisión o enmienda de las normas referenciadas en efecto para la fecha de invitación a la licitación gobernará a menos que se especifique de otro modo.
- 3.2 Si existe algún conflicto entre los requerimientos de cualquiera de las normas de referencia citadas y esta norma, los requerimientos de esta norma prevalecerán.
- 3.3 Se usarán las siguientes normas en conjunto con esta norma:

<u>Norma</u>	<u>Título</u>
SSPC-AB 1 ³	Abrasivos Minerales y de Escoria
SSPC-AB 2 ⁴	Limpieza de Abrasivos de Metal Ferroso Reciclado
SSPC-AB 3 ⁵	Abrasivos de Metal Ferroso
SSPC-SP 1 ⁶	Limpieza con Solventes

- 3.4 Los documentos adicionales a menudo requeridos por los documentos de gestión en conjunto con esta norma son:

<u>Documento</u>	<u>Título</u>
SSPC-VIS 1	Guía y fotografías de Referencia para Superficies de Acero Preparadas mediante Limpieza Abrasiva Seca

Sección 4: Procedimientos Antes de la Limpieza Abrasiva

4.1 Antes de la limpieza abrasiva, se removerán los depósitos visibles de aceite, grasa u otros contaminantes de acuerdo con SSPC-SP 1 u otros métodos acordados.

4.2 Antes de la limpieza abrasiva deberían removerse de la superficie las imperfecciones superficiales como aletas filosas, bordes filosos, soldadura salpicada o escoria fundida, al grado requerido por los documentos de gestión (la especificación del proyecto). Información adicional acerca de las imperfecciones superficiales se encuentra en el Párrafo A4 del Apéndice A.

4.3 Si se especifican fotografías o comparadores de referencia para suplementar la norma escrita, se debería determinar la condición del acero previa a la limpieza abrasiva antes de comenzar la operación de limpieza abrasiva. Información adicional sobre fotografías y comparadores de referencia se encuentra en el Párrafo A3 del Apéndice A.

Sección 5: Métodos y Operación de Limpieza Abrasiva

5.1 Se usará aire comprimido limpio y seco para la limpieza abrasiva con boquillas. Separadores de humedad, separadores de aceite, tubos para obturación u otro equipo pueden ser necesarios para cumplir con este requerimiento.

5.2 Cualquiera de los siguientes métodos para la preparación de superficies puede ser usados para lograr una superficie con limpieza abrasiva a metal blanco:

5.2.1 Limpieza abrasiva seca usando aire comprimido, boquillas para limpieza abrasiva y abrasivos.

5.2.2 Limpieza abrasiva seca usando un sistema de abrasivos de ciclo cerrado recirculatorio; con aire comprimido, boquilla de limpieza abrasiva y abrasivos; con o sin aspiradora para recuperación de polvo y abrasivos.

5.2.3 Limpieza abrasiva seca usando un sistema de abrasivos de ciclo cerrado recirculatorio con ruedas centrifugas (granalladoras) y abrasivos.

5.3 Otros métodos para la preparación de superficies (como por ejemplo la limpieza abrasiva húmeda) pueden ser usados para lograr una superficie con limpieza abrasiva a metal blanco por acuerdo mutuo entre los responsables de establecer los requerimientos y aquellos responsables de realizar el trabajo. En el párrafo A5 del Apéndice A se encuentra información acerca del uso de inhibidores para prevenir la formación de óxido inmediatamente después de la limpieza abrasiva húmeda.

Sección 6: Abrasivos Usados para la Limpieza Abrasiva

6.1 La selección del tamaño de abrasivo estará basada en el tipo, grado y condición superficial del acero a limpiarse; el tipo de sistema de limpieza abrasiva empleado; el acabado a obtener en la superficie (limpieza y perfil de anclaje [rugosidad]), y si se reciclará el abrasivo o no.

6.2 Se mantendrán la limpieza y el tamaño de los abrasivos reciclados para asegurar conformidad con esta norma.

6.3 Los abrasivos para la limpieza abrasiva estarán secos y libres de aceite, grasa y otros contaminantes, tal y como lo determinan los métodos de prueba encontrados en SSPC-AB 1, SSPC-AB 2 y SSPC-AB 3.

6.4 Cualquier limitación sobre el uso de abrasivos específicos, cantidad de contaminantes o grado de incrustación del abrasivo en la superficie metálica se incluirá en los documentos de gestión (especificación del proyecto) que cubre el trabajo, debido a que la incrustación de abrasivos y abrasivos que contienen contaminantes puede que no sean aceptables para algunos requerimientos de servicio. Información adicional acerca de la selección de abrasivos se encuentra en el Párrafo A6 del Apéndice A.

6.5 Cuando se especifica un recubrimiento, la superficie limpiada tendrá el grado de rugosidad apropiado para el sistema de recubrimiento especificado. Información adicional acerca del perfil de anclaje de la superficie y el espesor de película del recubrimiento aplicado se encuentra en los Párrafos A7 y A8 del Apéndice A.

Sección 7: Procedimientos Posteriores a la Limpieza Abrasiva e Inmediatamente Antes de Recubrir

7.1 Se removerán los depósitos visibles de aceite, grasa u otros contaminantes de acuerdo con SSPC-SP 1 u otro método acordado por aquellos responsables de establecer los requerimientos y aquellos responsables de realizar el trabajo.

7.2 Se removerán el polvo y los residuos sueltos de las superficies preparadas mediante el cepillado, soplado con aire seco y limpio, aspirado u otros métodos acordados por aquellos responsables de establecer los requerimientos y aquellos responsables de realizar el trabajo.

7.2.1 La presencia de metales tóxicos en los abrasivos o en el recubrimiento que está siendo removido puede restringir los métodos de limpieza permitidos. El método elegido cumplirá con todas las regulaciones aplicables.

7.2.2 Los separadores de humedad, separadores de aceite, tubos para obturación u otro equipo pueden ser necesarios para lograr aire limpio y seco.

7.3 Después de la limpieza abrasiva, se removerá cualquier imperfección superficial (p.ej., aletas filosas, bordes filosos, soldadura salpicada, escoria fundida, escamas, astillas) al grado requerido por los documentos de gestión (especificación del proyecto). Se corregirá cualquier daño al perfil de anclaje de la superficie que resulte de la remoción de las imperfecciones superficiales para cumplir con los requerimientos del Párrafo 6.5. Información adicional acerca de las imperfecciones superficiales se encuentra en el Párrafo A4 del Apéndice A.

7.4 Inmediatamente antes de aplicar el recubrimiento, toda la superficie cumplirá con el grado de limpieza especificado por esta norma. Se removerá cualquier óxido visible que se forme sobre la superficie del acero después de la limpieza abrasiva mediante una re-limpieza de las áreas oxidadas antes de recubrir. Información acerca de la contaminación química, re-oxidación (oxidarse nuevamente) y el efecto del punto de rocío (condensación superficial) se encuentra en los Párrafos A9, A10 y A11 del Apéndice A.

Sección 8: Inspección

8.1 El trabajo realizado y los materiales proporcionados bajo esta norma están sujetos a la inspección por un representante de aquellos responsables de establecer los requerimientos. El inspector tendrá acceso a los materiales y áreas de trabajo. Los procedimientos y tiempos de inspección serán según lo acordado por aquellos responsables de establecer los requerimientos y aquellos responsables de realizar el trabajo.

NACE No. 1/SSPC-SP 5

8.2 Se corregirán las condiciones que no cumplan con esta norma. En el caso de disputa, se ejecutará un procedimiento para arbitraje o convenio establecido en los documentos de gestión (especificación del proyecto). Si no se estableció ningún procedimiento de arbitraje o convenio, se usará un procedimiento mutuamente beneficioso al comprador y proveedor.

8.3 Los documentos de gestión (especificación del proyecto) deberían establecer la responsabilidad para la inspección y para cualquier declaración escrita requerida que certifique conformidad con la especificación.

Sección 9: Requerimientos de Seguridad y Ambientales

9.1 Debido a que la limpieza abrasiva es una operación riesgosa, todo el trabajo se realizará en conformidad con las reglas y regulaciones de salud y seguridad laborales y ambientales aplicables.

Sección 10: Comentarios (No-obligatorios)

10.1 Información y datos adicionales relacionados con esta norma se encuentran en el Apéndice A. Información y datos detallados se presentan en SSPC-SP COM.⁷ Se considera que las recomendaciones en el Apéndice A y SSPC-SP COM representan buenas practicas, pero no se consideran requerimientos de esta norma. Las secciones de SSPC-SP COM que tratan de temas relacionados con la limpieza abrasiva a metal blanco se presentan a continuación.

<u>Tema</u>	<u>Comentario</u> <u>Sección</u>
Selección de Abrasivos	6
Espesor de Película	10
Repintado para Mantenimiento	4.2
Fotografías de Referencia	11
Re-oxidación (Oxidarse Nuevamente)	4.5
Perfil de Anclaje de la Superficie	6.2
Soldadura Salpicada	4.4.1
Limpieza Abrasiva húmeda	8.2

Referencias

1. NACE No. 2/SSPC-SP 10 (última revisión), "Limpieza Abrasiva a Metal Casi Blanco" (Houston, TX: NACE, y Pittsburgh, PA: SSPC).
 2. SSPC-VIS 1 (última revisión), "Guía y fotografías de Referencia para Superficies de Acero Preparadas mediante Limpieza Abrasiva Seca" (Pittsburgh, PA: SSPC).
 3. SSPC-AB 1 (última revisión), "Abrasivos Minerales y de Escoria" (Pittsburgh, PA: SSPC).
 4. SSPC-AB 2 (última revisión), "Limpieza de Abrasivos de Metal Ferroso Reciclado" (Pittsburgh, PA: SSPC).
 5. SSPC-AB 3 (última revisión), "Abrasivos de Metal Ferroso" (Pittsburgh, PA: SSPC).
-

NACE No. 1/SSPC-SP 5

6. SSPC-SP 1 (última revisión), "Limpieza con Solventes" (Pittsburgh, PA: SSPC).
7. SSPC-SP COM (última revisión), "Comentario sobre la Preparación de Superficies para Substratos de Acero y Concreto" (Pittsburgh, PA: SSPC).
8. SSPC-PA Guía 4 (última revisión), "Guía de Repintado para Mantenimiento con Sistemas de Pintura a Base de Aceite o Alquídicos" (Pittsburgh, PA: SSPC).
9. "Comparador Visual para Acabado Superficial de Soldaduras antes de Recubrir," Ayuda Visual para Uso con la Norma NACE RP0178 (última revisión) (Houston, TX: NACE).
10. Norma NACE RP0178 (última revisión), "Detalles de Fabricación, Requerimientos de Acabado Superficial y Consideraciones para el Diseño Apropiado de Tanques y Contenedores a Recubrir Internamente para Servicio de Inmersión" (Houston, TX: NACE).
11. Norma NACE RP0287 (última revisión), "Medición en Campo del Perfil de Anclaje de la Superficie Usando Cinta Réplica para Superficies de Acero Limpiadas con Abrasivos" (Houston, TX: NACE).
12. ASTM¹⁾ D 4417 (última revisión), "Métodos de Prueba Estandarizados para Medición en Campo del Perfil de Anclaje de la Superficie de Acero Limpiada con Abrasivos" (West Conshohocken, PA: ASTM).
13. SSPC-PA 2 (última revisión), "Medición de Espesor de Película Seca con Medidores Magnéticos" (Pittsburgh, PA: SSPC).
14. NACE No. 5/SSPC-SP 12 (última revisión), "Preparación de Superficie y Limpieza de Metales mediante Chorro de Agua antes de Recubrir" (Houston, TX: NACE, y Pittsburgh, PA: SSPC).
15. SSPC-Guía 15 (última revisión), "Métodos en Campo para la recuperación y Análisis de Sales Solubles sobre el Acero y otros Substratos No-Porosos" (Pittsburgh, PA: SSPC).

Apéndice A: Notas Explicatorias (No-Obligatorias)

A1 FUNCION: La limpieza abrasiva a metal blanco (NACE No. 1/ SSPC-SP 5) proporciona el mayor grado de limpieza. Se debería usar cuando se requiere el mayor grado de limpieza abrasiva. Las funciones principales de la limpieza abrasiva antes de recubrir son: (a) remover material de la superficie que puede causar una falla prematura del sistema de recubrimiento y (b) obtener un perfil de anclaje de la superficie (rugosidad) adecuado y mejorar la adhesión del sistema de recubrimiento nuevo. La jerarquía de las normas para la limpieza abrasiva es la siguiente: limpieza abrasiva a metal blanco, limpieza abrasiva a metal casi blanco, limpieza abrasiva comercial, limpieza abrasiva industrial y limpieza abrasiva superficial.

A2 TRABAJO DE RECUBRIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO: Cuando se usa esta norma para trabajos de recubrimiento para mantenimiento, se debería proporcionar instrucciones específicas sobre la extensión de la superficie o del área puntual a limpiarse con abrasivos a este grado de limpieza. En estos casos, el grado de limpieza aplica a toda el área especificada. Por ejemplo, si todas las uniones soldadas se deben limpiar en una operación de mantenimiento, este grado de limpieza aplica al 100% de las uniones soldadas. Si se debe limpiar toda la estructura, este grado de limpieza aplica al 100% de toda la estructura. SSPC-PA Guía 4^a proporciona una descripción de las prácticas aceptadas para conservar recubrimientos viejos en buenas condiciones, remover recubrimientos deteriorados, traslapar y realizar limpieza puntual.

A3 FOTOGRAFÍAS Y COMPARADORES DE REFERENCIA: SSPC-VIS 1 proporciona fotografías en color para varios grados de limpieza superficial como función de la condición inicial del acero. Las fotografías A SP 5, B SP 5, C SP 5, D SP 5, G₁ SP 5, G₂ SP 5 y G₃ SP 5 representan superficies limpiadas a metal blanco. Adicionalmente, las fotografías A SP 5 M y N representan superficies limpiadas por varios abrasivos metálicos y no-metálicos a la condición SP 5. El "Comparador Visual para Acabado Superficial de Soldaduras antes de Recubrir" de NACE es una réplica plástica que suplementa a la Norma NACE RP0178.¹⁰ Se describen otras fotografías y comparadores de referencia disponibles en la Sección 11 de SSPC-SP COM.

A4 IMPERFECCIONES SUPERFICIALES: Las imperfecciones superficiales pueden causar una falla prematura del recubrimiento cuando las condiciones de servicio son agresivas. Los recubrimientos tienden a desprenderse de los bordes filosos y las protuberancias, dejando poco o nada de recubrimiento para proteger el acero subsyacente. Otras anomalías que son difíciles de cubrir y proteger adecuadamente incluyen las grietas, porosidades de soldadura, laminaciones, etc. El alto costo de los métodos usados para remediar las imperfecciones superficiales (como por ejemplo: redondear bordes y remoción de soldadura salpicada) debería considerarse en comparación con los costos de una falla de recubrimiento potencial.

Los contaminantes levemente adheridos, como por ejemplo: los residuos de escoria soldada, soldadura salpicada suelta y algunas laminaciones superficiales menores, pueden ser removidos durante la operación de limpieza abrasiva. Puede que otros defectos superficiales (laminaciones de acero, porosidades de soldadura o picaduras de corrosión severas) no sean evidentes hasta después de concluir la limpieza abrasiva. La reparación de dichos defectos superficiales debería planearse apropiadamente dado que ésta se puede realizar antes, durante o después de la operación de limpieza abrasiva. La Sección 4.4 de SSPC-SP COM y la Norma NACE RP0178 contienen información adicional acerca de las imperfecciones superficiales.

A5 LIMPIEZA ABRASIVA HÚMEDA: El acero limpiado con abrasivos húmedos puede oxidarse rápidamente. Se debería usar agua limpia para enjuagarlo. Puede ser necesario agregar inhibidores al agua o aplicarlos a la superficie inmediatamente después de la limpieza abrasiva para temporalmente prevenir la formación de óxido. El uso de inhibidores o la aplicación de recubrimiento sobre una ligera decoloración debería cumplir con los requerimientos del fabricante del recubrimiento. **PRECAUCIÓN:** Algunos tratamientos inhibitivos pueden interferir con el desempeño de ciertos sistemas de recubrimiento.

A6 SELECCION DE ABRASIVOS: Los tipos de abrasivos metálicos y no-metálicos son tratados en SSPC-SP COM. Los abrasivos usados para la limpieza abrasiva pueden incrustarse o dejar residuos en la superficie del acero durante la limpieza. Aunque estas partículas incrustadas o residuos normalmente no son dañinos, se

debería tener cuidado para asegurar que el abrasivo esté limpio de cantidades dañinas de contaminantes solubles en agua, solvente, ácido u otros contaminantes solubles (particularmente si el acero limpiado va a ser usado en un ambiente de inmersión). Los criterios para seleccionar y evaluar los abrasivos se encuentran en SSPC-AB 1, SSPC-AB 2 y SSPC-AB 3.

A7 PERFIL DE ANCLAJE DE LA SUPERFICIE: El perfil de anclaje de la superficie es la rugosidad de una superficie que resulta de la limpieza abrasiva. La profundidad del perfil de anclaje depende del tamaño, forma, tipo y dureza del abrasivo, velocidad de la partícula y ángulo de impacto, dureza de la superficie, cantidad de reciclaje del abrasivo y el mantenimiento apropiado de las mezclas de trabajo de granalla angular y/o esférica.

La profundidad del perfil de anclaje mínimo/máximo permisible normalmente depende del espesor del recubrimiento a aplicar. Los abrasivos de partícula grande (particularmente metálicos) pueden producir un perfil de anclaje de la superficie que puede ser demasiado alto para ser cubierto por una capa única de película delgada. Por lo tanto, el uso de abrasivos más grandes debería evitarse en estos casos. No obstante, los abrasivos más grandes pueden ser necesarios para recubrimientos de película gruesa o para facilitar la remoción de recubrimientos gruesos y calamina u óxidos pesados. Si se estima que el control del perfil de anclaje de la superficie (mínimo/máximo) es significativo con respecto al desempeño del recubrimiento, debería tratarse en los documentos de gestión (especificación del proyecto). Las profundidades del perfil de anclaje de la superficie típicas realizadas con medios abrasivos se muestran en la Tabla 6 de SSPC-SP COM. Se debería medir el perfil de anclaje de la superficie de acuerdo con la Norma NACE RP0287¹¹ o ASTM D 4417.¹²

A8 ESPESOR DE PELICULA: Es esencial que se aplique suficiente recubrimiento después de la limpieza abrasiva para cubrir adecuadamente las crestas del perfil de anclaje de la superficie. El espesor de película seca del recubrimiento sobre las crestas del perfil de anclaje debería ser igual al espesor requerido para lograr la protección deseada. Si el espesor de película seca por encima de las crestas es inadecuado, ocurrirá una oxidación prematura o una falla del recubrimiento. Para asegurar que los espesores de película estén medidos apropiadamente, se deberían usar los procedimientos en SSPC-PA 2.¹³

A9 CONTAMINACIÓN QUÍMICA: El acero contaminado con sales solubles (p.ej., cloruros y sulfatos) desarrolla la re-oxidación rápidamente a niveles altos e intermedios de humedad. Estas sales solubles pueden estar presentes sobre la superficie del acero antes de la limpieza abrasiva como resultado de la contaminación atmosférica. Adicionalmente, se pueden depositar contaminantes sobre la superficie del acero durante la limpieza abrasiva si los abrasivos están contaminados. Por lo tanto, se puede minimizar la re-oxidación mediante la remoción de estas sales de la superficie del acero y mediante la eliminación de fuentes de recontaminación durante y después de la limpieza abrasiva. Los métodos húmedos de remoción se describen en NACE No. 5/SSPC-SP 12.¹⁴ La identificación de los contaminantes junto con sus concentraciones puede obtenerse en ensayos de laboratorio y de campo como se describe en SSPC-Guía 15.¹⁵

A10 RE-OXIDACION: La re-oxidación (oxidarse nuevamente) ocurre cuando el acero recién limpiado es expuesto a humedad, contaminación o a una atmósfera corrosiva. El intervalo de tiempo entre la limpieza abrasiva y la re-oxidación varía enormemente de un ambiente a otro. Bajo condiciones ambientales benignas y si no hay presencia de contaminación química (ver Párrafo A9), es mejor limpiar con abrasivos y recubrir la superficie en el mismo día. Las condiciones ambientales agresivas pueden requerir de una aplicación de recubrimiento más expedita para evitar la contaminación atmosférica. La contaminación química debería removerse antes de recubrir.

A11 PUNTO DE ROCIO: La humedad se condensa sobre cualquier superficie que es más fría que el punto de rocío del aire circundante. Por lo tanto, la temperatura de la superficie del acero debería ser por lo menos 3°C (5°F) por encima del punto de rocío durante las operaciones de limpieza abrasiva seca. Se aconseja inspeccionar visualmente verificando la presencia de humedad y periódicamente verificar la temperatura y punto de rocío de la superficie durante las operaciones de limpieza abrasiva, y evitar la aplicación de un recubrimiento por encima de una superficie húmeda.

Standard Practice

Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates

This NACE International standard represents a consensus of those individual members who have reviewed this document, its scope, and provisions. Its acceptance does not in any respect preclude anyone, whether he or she has adopted the standard or not, from manufacturing, marketing, purchasing, or using products, processes, or procedures not in conformance with this standard. Nothing contained in this NACE International standard is to be construed as granting any right, by implication or otherwise, to manufacture, sell, or use in connection with any method, apparatus, or product covered by Letters Patent, or as indemnifying or protecting anyone against liability for infringement of Letters Patent. This standard represents minimum requirements and should in no way be interpreted as a restriction on the use of better procedures or materials. Neither is this standard intended to apply in all cases relating to the subject. Unpredictable circumstances may negate the usefulness of this standard in specific instances. NACE International assumes no responsibility for the interpretation or use of this standard by other parties and accepts responsibility for only those official NACE International interpretations issued by NACE International in accordance with its governing procedures and policies which preclude the issuance of interpretations by individual volunteers.

Users of this NACE International standard are responsible for reviewing appropriate health, safety, environmental, and regulatory documents and for determining their applicability in relation to this standard prior to its use. This NACE International standard may not necessarily address all potential health and safety problems or environmental hazards associated with the use of materials, equipment, and/or operations detailed or referred to within this standard. Users of this NACE International standard are also responsible for establishing appropriate health, safety, and environmental protection practices, in consultation with appropriate regulatory authorities if necessary, to achieve compliance with any existing applicable regulatory requirements prior to the use of this standard.

CAUTIONARY NOTICE: NACE International standards are subject to periodic review, and may be revised or withdrawn at any time in accordance with NACE technical committee procedures. NACE International requires that action be taken to reaffirm, revise, or withdraw this standard no later than five years from the date of initial publication. The user is cautioned to obtain the latest edition. Purchasers of NACE International standards may receive current information on all standards and other NACE International publications by contacting the NACE International FirstService Department, 1440 South Creek Drive, Houston, Texas 77084-4906 (telephone +1 [281] 228-6200).

Reaffirmed 2006-12-27
Revised March 1999
Reaffirmed September 1990
Approved 1988
NACE International
1440 South Creek Drive
Houston, Texas 77084-4906
+1 281/228-6200

ISBN 1-57590-074-2
©2006, NACE International

Foreword

A coating is applied to a substrate to prevent corrosion, reduce abrasion, and reduce product contamination. The degree of coating continuity required is dictated by service conditions. Discontinuities in a coating are frequently very minute and not readily visible. This standard practice provides a procedure for electrical detection of minute discontinuities in new coating systems that are applied to conductive substrates. The user should refer to NACE Standards RP0274,¹ RP0490,² and/or TM0384³ for procedures specific to electrical inspection of pipeline coatings. This standard describes procedures for determining discontinuities using two types of test equipment: low-voltage wet sponge testers and high-voltage spark testers.

This standard is intended for reference in coating specifications or other documents and may be used by specifiers, applicators, and coating inspectors if a specification requires holiday detection on conductive substrates. For the purposes of this standard, the term "coating" can refer either to atmospheric or immersion service.

This standard was originally prepared in 1988 by Task Group T-6A-37, a component of Unit Committee T-6A on Coating and Lining Materials for Immersion Service. It was reaffirmed in 1990, revised in 1999, and reaffirmed in 2006 by Specific Technology Group (STG) 03. This standard is issued by NACE International under the auspices of STG 03 on Protective Coatings and Linings: Immersion and Buried. It combines the input of representatives of coating manufacturers, applicators, inspection agencies, architectural engineers, equipment manufacturers, and general consumers.

In NACE standards, the terms *shall*, *must*, *should*, and *may* are used in accordance with the definitions of these terms in the *NACE Publications Style Manual*, 4th ed., Paragraph 7.4.1.9. *Shall* and *must* are used to state mandatory requirements. The term *should* is used to state something considered good and is recommended but is not mandatory. The term *may* is used to state something considered optional.

**NACE International
Standard Practice**

**Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings
on Conductive Substrates**

Contents

1. General	1
2. Definitions	1
3. Low-Voltage Wet Sponge Testing	1
4. High-Voltage Spark Testing	3
5. Testing of Repaired Area	5
6. Safety	5
References	5

Section 1: General

1.1 This standard provides procedures for low-voltage wet sponge testing and high-voltage spark testing of new coatings on conductive substrates.

1.2 Electrical testing to determine the presence and number of discontinuities in a coating is performed on a nonconductive coating applied to a conductive substrate. The allowable number of discontinuities should be determined prior to conducting this test, because the acceptable number of discontinuities varies depending on coating thickness, design, and service conditions.

1.3 This standard is not intended to provide data on service life, adhesion, or film thickness of an applied coating system. Electrical testing does not detect areas where the coating is thin (even as thin as 25 μm [1.0 mil]).

1.4 This standard is intended for use only with new coatings applied to conductive substrates. Inspecting a coating previously exposed to an immersion condition could result in damage to the coating or could produce an erroneous detection of discontinuities due to permeation or moisture absorption of the coating. Deposits may also be present on the surface, causing telegraphing.

The use of a high-voltage spark tester on previously exposed coatings can result in a spark that damages an otherwise sound coating. A low-voltage wet sponge tester may be used without damaging the coating but can produce erroneous readings.

1.5 To prevent damage to a coating if a high-voltage spark tester is being used, the total film thickness and dielectric strength of the coating system shall be considered in selecting the appropriate voltage for detection of discontinuities.

1.6 The coating manufacturer shall be consulted to obtain the following information, which can affect the accuracy of the tests described in this standard to determine discontinuities:

(a) The length of time required to adequately dry or cure the applied coating prior to testing. Solvents retained in an uncured coating may form an electrically conductive path through the film to the substrate.

(b) Whether the coating contains electrically conductive fillers or pigments that may affect the normal dielectric properties.

Section 2: Definitions

Coating: A liquid, liquefiable, or mastic composition that, after application to a surface, is converted into a solid protective, decorative, or functional adherent film.

Discontinuity: (1) An interruption in the normal physical structure or configuration of a coating such as cracks, laps, seams, inclusions, or porosity. A discontinuity may or may not affect the usefulness of the coating. (2) A condition in which the electrical path of a structure is interrupted by a device that acts as a dielectric or insulated fitting. May also be identified as a holiday or pinhole.

Holiday: A discontinuity in a protective coating that exposes unprotected surface to the environment; in this standard, a term used interchangeably with discontinuity.

Holiday Detector: A device that locates discontinuities in a coating applied to a conductive substrate.

Pinhole: A minute hole through a coat or coats that exposes an underlying coat or the substrate.

Telegraphing: Current that travels through a moisture patch to a discontinuity, causing an erroneous discontinuity test result.

Section 3: Low-Voltage Wet Sponge Testing

3.1 Equipment

3.1.1 A low-voltage wet sponge tester is an electronic device powered by a self-contained battery with voltages ranging from 5 to 90 V direct current (DC), depending on the manufacturer's circuit design. It is used to locate discontinuities in a nonconductive coating applied to a conductive substrate. Operation

includes the use of an open-cell sponge electrode saturated with a solution for exploring the coating surface, a ground connection, and an audible or visual indicator for signaling a point of coating discontinuity.

3.1.2 The operating voltage of a low-voltage wet sponge tester is a function of the particular electronic

SSPC: LA SOCIEDAD DE LA DE LOS RECUBRIMIENTOS PROTECTORES

APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS STANDARD Nº 2

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CONFORMIDAD DE LOS REQUISITOS DEL ESPESOR DE RECUBRIMIENTO SECO

1. Alcances

1.1 Esta norma describe un procedimiento para determinar en taller o en campo la conformidad del espesor de película seca especificado (EPS) en sustratos metálicos ferrosos y no ferrosos, utilizando equipos no destructivos de medición de espesor de recubrimiento (magnéticos y electrónicos) que se describen en la norma ASTM D 7091.

1.2 Los procedimientos para ajuste de calibración y toma de medidas por dos tipos de medidores: "magnético pull-off" (tipo 1) y "electrónicos" (Tipo 2) se describen en la norma ASTM D 7091.

1.3 Esta norma define un procedimiento para determinar si los recubrimientos secos cumplen el espesor mínimo y máximo especificado. Ver Nota 11.1 para un ejemplo de una posible modificación en la medición de espesor de película seca en la superficie recubierta.

1.4 El presente documento no pretende prescribir una frecuencia de medición de espesor de recubrimiento para una investigación de falla de pintura.
(El número y la ubicación de los medidores durante una investigación de falla de la pintura pueden ser solo o nuevos frentes que se describe en esta norma.)

1.5 Este documento contiene los siguientes Anexos no obligatorios.

Anexo 1 - Ejemplo numérico de medida promedio de espesor

Anexo 2 - Métodos para medir el espesor de película seca de vigas de acero (columnas)

Anexo 3 - Métodos para medir el espesor de película seca de Laydown de vigas, estructuras de acero y elementos misceláneos de taller.

Anexo 4 - Método para medir el espesor de película seca de los paneles de prueba de acero recubiertos.

Anexo 5 - Procedimiento para medir Espesor de película seca de recubrimientos delgados sobre

paneles de ensayo de acero revestidos que han sido limpiados mediante chorro abrasivo

Anexo 6 - Método para medir el espesor de los revestimientos en los bordes

Anexo 7 - Método para medir el espesor de película seca en exterior de tuberías de acero recubiertas.

Anexo 8 - Ejemplos de ajuste de calibración del equipo Tipo 2 usando shims.

1.6 Esta norma no está destinado a ser utilizado para la medición de recubrimientos de pulverización térmica. Los procedimientos de medición del espesor de estos recubrimientos se describen con SSPC-CS 23.00 ^(CS - 23.00-AWS) C2.23M/NACE No. 12, Especificación para la aplicación de recubrimientos de protección térmica (Metalizing) de aluminio, zinc y sus aleaciones y compuestos para la protección contra la corrosión de acero está disponible en línea en <http://www.sspc.org/metalplacst>

2. Normas de Referencia

2.1 La última edición, revisión o modificación de las normas de referencia vigentes en la fecha del llamado a licitación se regirá menos que se especifique lo contrario. Normas marcadas con un asterisco (*) son referenciados sólo en las notas, que no son requisitos de esta norma.

2.2 Si existe un conflicto entre los requisitos de cualquiera de las normas de referencia citadas en esta norma, los requisitos de esta norma deberán prevalecer.

2.3 ASTM International Standard

D 7091 Práctica estándar para la medición no destructiva de Espesor de película seca de recubrimientos no magnéticos aplicados a los metales ferrosos y no magnéticos, revestimientos no conductores aplicados a los metales no ferrosos (documento obligatorio)

2.4 SSPC: La Sociedad de los revestimientos protectores estándar:

PA Guía 11 Protección de bordes, grietas y superficies de acero irregulares por capas de refuerzo.

3. DEFINICIONES

3.1 Gage Reading: Una sola lectura del instrumento.

3.2 Spot: El promedio de tres, o al menos tres lecturas de medición realizadas dentro de un círculo de 1,5 pulgadas de diámetro (aproximadamente 4 centímetros). Se permite la adquisición de más de tres lecturas de medición dentro de un lugar. Cualquiera de las lecturas inusualmente altas o bajas que no se repiten consistentemente se descartan. El promedio de las lecturas aceptables es el punto de medición (SPOT).

3.3 Área de medición: El promedio de cinco spot obtenido a lo largo de cada 100 ft² (~ 10 m²) de superficie recubierta.

4. Descripción de Equipos

4.1 Tipos de Equipo: El tipo de equipo está determinada por la función principal empleada en la medición del espesor y no está determinada por el modo de lectura de datos, es decir, digital o analógica.

4.1.1 Tipo 1 - Medidores magnéticos Pull-Off: En medidores magnéticos pull-off, un imán permanente se pone en contacto directo con la superficie recubierta. La fuerza necesaria para tirar el imán de la superficie se mide y se interpreta como el valor de espesor de revestimiento en una escala o pantalla en el indicador. Se requiere menos fuerza para retirar el imán de una capa gruesa. La escala no es lineal.

4.1.2 Tipo 2 - Medidores Electrónicos: Un medidor electrónico utiliza circuitos electrónicos para convertir una señal de referencia en el espesor del recubrimiento.

5. Calibración y Verificación de Precisión

5.1 ASTM D 7091 describe tres pasos operativos necesarios para garantizar una medición exacta del espesor del recubrimiento: calibración, verificación y ajuste de equipos de medición de espesores de recubrimiento, así como los métodos adecuados para la obtención de mediciones de espesor de revestimiento en ambos sustratos metálicos ferrosos y no ferrosos. Estas medidas se

completarán antes de tomar mediciones de espesor de recubrimiento para determinar la conformidad con un rango de espesor de recubrimiento especificado.

5.2 Los equipos deben ser calibrados por el fabricante o por un laboratorio calificado. Se requiere un certificado de calibración o de otra documentación que demuestre la trazabilidad de una institución nacional de metrología. No hay ningún intervalo de tiempo estándar para recalibración, ni es uno que sea absolutamente necesario. Intervalos de calibración generalmente se establecen con base en la experiencia y el ambiente de trabajo. Un intervalo de calibración de un año es un punto de partida típico sugerido por los fabricantes de Equipos.

5.3 Para protegerse frente a la medición con un equipo inexacto, la precisión del equipo deberá ser verificada al mínimo al inicio y al final de cada turno de trabajo de acuerdo con los procedimientos descritos en la norma ASTM D 7091. Se aconseja al usuario verificar la exactitud del equipo durante la toma de mediciones (por ejemplo, cada hora) cuando se están obteniendo un gran número de mediciones. Si el medidor se ha caldo o se sospecha de dar lecturas erróneas durante el turno de trabajo, la precisión será revisada de nuevo.

5.4 Registro del número de serie de el medidor, el estándar de referencia utilizado, el espesor indicado de la norma de referencia, así como el valor del espesor medido obtenido, y el método usado para verificar la precisión del medidor. Si la misma sección, norma de referencia, y el método de verificación se utilizan a lo largo de un puesto de trabajo, que necesitan para ser grabado solamente una vez. El valor declarado de la norma y el valor medido debe ser registrada se verifica cada Precisión del tiempo.

5.5 Si el equipo falla el control de verificación de precisión después de la medición, todas las medidas adquiridas desde la última comprobación de verificación de precisión son sospechosos. En el caso de daño físico, desgaste, o de alto uso, o después de un intervalo de calibración establecida, el equipo será revisado de nuevo para comprobar la exactitud de la medición. Si el equipo no mide con precisión, no se utilizará hasta que sea reparado y/o recalibrado (normalmente por el fabricante).

5.6 Los medidores Tipo 1 tienen escalas lineales y cualquier función de ajuste es de naturaleza lineal.

Cualquier ajuste de estos medidores limita al rango de EPS para que el medidor proporcione lecturas precisas, no se recomienda por lo tanto, el ajuste del equipo. Por otra parte, la aplicación de solo un "valor de corrección" representa la gama completa del equipo para compensar para un medidor de que no se mide con precisión no es apropiado, ya que la corrección también será no lineal. (Una curva de corrección se puede preparar mediante el trazado de las lecturas de medición reales en contra de los valores indicados en los bloques de prueba de calibración. Mediciones de espesor de recubrimiento posteriores pueden "corregirse" por el trazado de las mediciones a lo largo de la curva de corrección. La curva de corrección puede o no puede cubrir toda la gama del medidor, uno que debe cubrir el rango previsto de utilización. También pueden necesitar ser trazado en la curva de corrección. Las lecturas metal base (BMR) descritos en 8.1.)

6. Procedimiento de Medición - Tipo 1 Medidores

6.1 Tipo 1 exactitud galga se verifica el uso de bloques de prueba lisas. Con el fin de compensar cualquier efecto del sustrato en sí y la rugosidad de la superficie, obtener mediciones de la sustrato desnudo preparado en un mínimo de diez (10) lugares (arbitrariamente espaciadas) y calcular el valor medio. Este valor representa el efecto de la rugosidad de sustrato / superficie en un espesor de galga de recubrimiento. Este valor medio es la lectura del metal base (BMR). El medidor no será ajustado para que indique cero en el sustrato preparado, desnudo.

6.2 Medir el EPS del recubrimiento seco según el número de spots especificados en la Sección 8.

6.3 Restar la BMR de la lectura del medidor para obtener el espesor del revestimiento.

7. PROCEDIMIENTO DE MEDIDA - TIPO 2 GAGES

7.1 Los fabricantes de Tipo 2 (electrónico) prescriben diferentes métodos de ajuste para medir el espesor de película seca sobre superficies limpiadas mediante chorro abrasivo. Ajuste el medidor de acuerdo con las instrucciones del fabricante utilizando uno de los métodos descritos en la norma ASTM D 7091 o el Anexo 8 de esta norma.

7.2 Medir el EPS del recubrimiento seco según el número de spots especificados en la Sección 8.

8. Número de Medidas requeridas para la conformidad con un espesor especificado

8.1 Número de mediciones: lecturas de medición repetidas, incluso en puntos próximos entre sí, a menudo difieren debido a las pequeñas irregularidades de la superficie del recubrimiento y el sustrato. Por lo tanto, se realizará un mínimo de tres (3) lecturas de medición para cada spot del revestimiento. Para cada nueva lectura del medidor, mueva la sonda a una nueva ubicación en el 1,5 pulgadas (4 cm) diámetro del círculo que definen el spot. Deseche las lecturas inusualmente altos o bajos de calibre que no se repiten constantemente. El promedio de las lecturas de medición aceptables es el spot.

8.2 A menos que se especifique lo contrario en los documentos de contratación (las especificaciones del proyecto), una medición de área se obtiene tomando los cinco (5) spot (promedio de las lecturas de medición descritos en el punto 8.1) espaciados al azar a través de cada área de 100 m² (~ 10 m²) a medir y representante de la superficie recubierta. Los cinco spot se harán para cada 100 m² (~ 10 m²) de área de la siguiente manera:

8.2.1 Para las áreas de revestimiento no superior a 300 m² (~ 30 m²) arbitrariamente seleccionar y medir cada área de 100 m² (~ 10 m²).

8.2.2 Para las áreas de revestimiento de más de 300 m² (~ 30 m²) y no superior a 1.000 m² (~ 100 m²), de manera arbitraria seleccionar y medir tres 100 ft² (~ 10 m²) áreas.

8.2.3 Para las áreas de capa de más de 1.000 m² (~ 100 m²), de manera arbitraria seleccionar y medir los primeros 100 m² (~ 1.000 ft²) como se indica en la Sección 8.2.2. Por cada 1.000 ft² (~ 100 m²) área revestida adicional (o incremento de la misma), de manera arbitraria seleccionar y medir un área adicional de 100 m² (~ 10 m²).

8.2.4 Si el espesor del recubrimiento de un área de 100 m² (~ 10 m²) no está de acuerdo con el pliego de condiciones, el procedimiento descrito a continuación se seguirá para evaluar la magnitud del espesor no conforme.



FIGURE 1
RADIATING SPOT MEASUREMENTS TO DETERMINE
EXTENT OF NONCONFORMING AREA

8.2.4.1 Determinar el spot EPS a 5 pies (1,5 m) en intervalos de ocho direcciones igualmente espaciadas que irradian hacia fuera de la zona no conforme 100 pies² (~ 10-m²) como se muestra en la Figura 1.

Si no hay lugar para medir en una dirección dada, entonces no es necesaria ninguna medida en esa dirección. Adquirir mediciones puntuales en cada dirección (hasta el área máxima de la superficie revestida durante el turno de trabajo) hasta dos mediciones puntuales conformes consecutivos se adquieren en esa dirección, o hasta que no hay mediciones adicionales se pueden hacer. Mediciones puntuales aceptables se definen por los valores mínimo y máximo en el pliego de condiciones. No se tiene en cuenta para spot variantes como es la práctica para determinar el área de EPS.

8.2.4.1.1 En estructuras complejas o en otros casos en los que realizar varios spot a 5 pies (1,5 m) intervalos que no es práctico, un solo spot se efectuará en la repetición de unidades estructurales o elementos de las unidades estructurales. Este método se utiliza cuando la dimensión más grande de la unidad es menos de 10 pies (3 m). Hacer mediciones puntuales individuales en la repetición de unidades estructurales o elementos de las unidades estructurales hasta que las mediciones in situ de dos unidades consecutivas en cada dirección son conformes o hasta que no queden más unidades para probar.

8.2.4.2 zonas no conformes se delimitarán con tiza extraíble u otro material de marcado especificado y documentado. Toda la zona de un radio de 5 pies (1,5 m) de cualquier punto de medición no conforme será designado como no conforme. Para una dirección determinada medida o unidad de medida, cualquier área o unidad compatible anterior a un área no compatible o la unidad se designará como sospechoso, y como tal, está sujeto a una nueva inspección después de realizar las medidas correctivas.

8.2.5 Anexos 2 a 7 inclusive establecen especificadores con alternativas opcionales para definir el tamaño del área así como el número y la frecuencia de las mediciones in situ para incluir en las especificaciones del proyecto según sea apropiado para el tamaño y la forma del artículo o estructura a revestir.

9. Conformidad con espesor especificado

9.1 Un mínimo y un espesor máximo se especifican normalmente para cada capa de recubrimiento. Si se especifica un solo valor de espesor y el fabricante del revestimiento no proporciona una gama recomendada de espesor, a continuación, el espesor mínimo y máximo para cada capa de recubrimiento debe ser de $\pm 20\%$ del valor indicado.

9.2 Tabla 1 proporciona cinco niveles de restricción de espesor. El nivel 1 es el más restrictivo y no permite ninguna desviación de la mancha o medidas de área del mínimo especificado y espesor máximo, mientras que el Nivel 5 es el menos restrictivo. Dependiendo del tipo de revestimiento y el entorno de servicio vigente, el especificador selecciona el nivel de restricción de espesor de película seca para un proyecto determinado. Si no se especifica un nivel de restricción, entonces el nivel 3 es el valor predeterminado. Es posible especificar un umbral de espesor máximo para el nivel 5 para comer o mediciones de área para algunos tipos de productos genéricos y entornos de servicio.

9.3 A los efectos de la aceptación final del espesor total de película seca, el espesor acumulado de todas las capas de revestimiento no deberá ser inferior al espesor mínimo especificado acumulativo y no mayor que el espesor especificado máximo acumulado.

TABLA 1
NIVELES DE RESTRICCIÓN DE ESPESORES DE RECUBRIMIENTOS

ESPEJOR	LECTURA DE EQUIPO	MEDICIÓN DE SPOT	MEDICIÓN DE ÁREA
LEVEL 1			
Minimo	No restringido	Según especificación	Según especificación
Maximo	No restringido	Según especificación	Según especificación
LEVEL 2			
Minimo	No restringido	Según especificación	Según especificación
Maximo	No restringido	120% del maximo	Según especificación
LEVEL 3			
Minimo	No restringido	80% del minimo	Según especificación
Maximo	No restringido	120% del maximo	Según especificación
LEVEL 4			
Minimo	No restringido	80% del minimo	Según especificación
Maximo	No restringido	150% del maximo	Según especificación
LEVEL 5			
Minimo	No restringido	80% del minimo	Según especificación
Maximo	No restringido	No restringido	No restringido

10. Renuncia/Negante

10.1 Mientras se toma todas las precauciones para asegurar que toda la información decoradas en normas y especificaciones SSPC es tan exacta, completa y útil posible, las chapas no puede asumir responsabilidad ni incurrir en ninguna obligación resultante de la utilización de los materiales, recubrimientos o métodos especificados en el mismo, o de la especificación o norma misma.

10.2 Esta norma no pretende abordar los problemas relativos a la seguridad asociados con su uso. El usuario de esta norma, así como el usuario de todos los productos o las prácticas descritas en este documento, es el responsable de instituir prácticas de salud y seguridad y para garantizar el cumplimiento de todas las regulaciones gubernamentales.

11. Notas

Las notas no son requisitos de esta norma.

11.1 Repintado: pintura de mantenimiento a menudo implica la aplicación de un nuevo revestimiento sobre un sistema de revestimiento existente. Puede ser muy difícil de medir con precisión el EPS de este revestimiento recién aplicado utilizando métodos no destructivos. En primer lugar, el acceso al perfil no está disponible, lo que compromete la exactitud de la BMR o el ajuste de un medidor de Tipo 2. En segundo lugar,

las irregularidades en el EPS del revestimiento existente requiere una cuidadosa asignación del "antes y después" lecturas EPS. Esta desigualdad también se suma a la variación estadística en el intento de establecer una base EPS lectura que se debe restar del EPS final.

Un medidor de inspección de pintura (a veces llamado un Tooke o medidor PIG) dará EPS precisos, pero requiere que se haga una incisión a través del recubrimiento (recubrimiento único sistema o total), por lo que cada punto de medición se requiere reparación.

Un enfoque práctico para el seguimiento EPS (cuando repintado) es calcular el EPS usando lecturas de espesor de película húmeda (EPH), el porcentaje de sólidos en volumen de la capa que se aplica, y cualquier adición de diluyente como se muestra a continuación.

$$EPS = EPH \times \% SV$$

$$EPS = \frac{EPH \times \% SV}{100\% + \% DILUCIÓN}$$

Si el EPS del revestimiento existente no es demasiado irregular o corroída, el promedio de EPS de la capa existente se puede medir por esta norma para establecer un EPS base. Este EPS base a continuación, puede ser restado del EPS total de aislar el espesor de sobrecapa (s).

11.2 Corrección de Bajo o Alto Espesor: El especificador deberá indicar específicamente el método correcto de aplicación de película seca para bajos o altos espesores. Si esta información no está contenida en el pliego de condiciones, a continuación, se deben seguir las instrucciones del fabricante.

ANEXO 1 - Ejemplo numérico de medición de espesor promedio

Anexo 1 no es una parte obligatoria de esta norma.

El siguiente ejemplo numérico se presenta como un ejemplo de la Sección 8. Valores métricos se calculan los equivalentes de las mediciones habituales de EE.UU. (Diario de referencia de recubrimientos protectores y revestimientos, vol. 4, n° 5, mayo de 1987). El ejemplo se basa en una restricción de Nivel 3 (por defecto).

Supongamos que esta estructura es de 300 pies² (~ 30 m²) de superficie. Mentalmente dividir la superficie en tres partes iguales, cada uno es de aproximadamente 100 pies² (~ 10 m²).

- Parte A - 100 pies² (~ 10 m²)
- Parte B - 100 pies² (~ 10 m²)
- Parte C - 100 pies² (~ 10 m²)

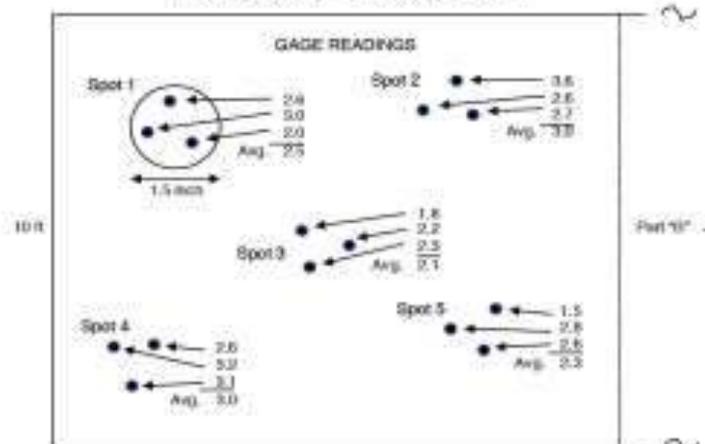
En primer lugar, medir el espesor del recubrimiento en la Parte A. Esto implica al menos 15 lecturas de medición con un dispositivo de tipo 1 o de tipo 2 (véase la Figura A1). Supongamos que la especificación exige 2,5

milésimas de pulgada (~ 64 micrómetros [m]) de espesor mínimo. El espesor del revestimiento para la zona A es entonces el promedio de las cinco mediciones puntuales hechas en la zona A, a saber, 2,6 mils (65,4 micras).

Spot 1	2,5 mils	64 micras
Spot 2	3,0	76
Spot 3	2,1	53
Spot 4	3,0	76
Spot 5	2,3	58
Promedio	2,6 mils	65,4 micras

Teniendo en cuenta las mediciones habituales de Estados Unidos: La media, 2,6 milésimas de pulgada, superior al mínimo especificado de 2,5 milésimas de pulgada y así satisface la especificación. A continuación, determinar si la medición punto más bajo, 2,1 milésimas de pulgada, es dentro del 80% del espesor mínimo especificado. El ochenta por ciento de 2,5 milésimas de pulgada es 2,0 milésimas de pulgada ($0,80 \times 2,5 = 2,0$). A pesar de 2,1 milésimas de pulgada es por debajo del mínimo especificado, que todavía está dentro de 80 por ciento de ella, por lo que la especificación se satisface. Hay lecturas de medición individuales de 1,5 milésimas de pulgada en el punto 5 y 1,8 milésimas de pulgada en el spot 3, ambos de los cuales son claramente menos de 2,0 milésimas de pulgada. Esto está permitido ya que sólo el promedio de las tres lecturas (es decir, el punto de medición) debe ser mayor que o igual a 2,0 milésimas de pulgada.

FIGURA A1
PARTE A DE LA ESTRUCTURA
(AREA 100 FT² - APROX. 10 M²)



Teniendo en cuenta otras medidas equivalentes métricas: El promedio, 65.4 m, supera el mínimo establecido de 64 micras y por lo tanto cumple con la especificación. A continuación, determinar si la medición punto más bajo, 53 micras, está dentro de 80% del espesor mínimo especificado. El ochenta por ciento de 64 micras es de 51 micras ($0,80 \times 64 = 51$). A pesar de 53 micras está por debajo del mínimo especificado, que todavía está dentro de 80% de la misma por lo que la especificación se satisface. Hay lecturas de medición individuales de 38 m (1,5 milésimas de pulgada) en el spot 5 y 46 m (1,8 milésimas de pulgada) en el spot 3, ambos de los cuales son claramente menos de 51 micras. Esto está permitido ya que sólo el promedio de las tres lecturas (es decir, el punto de medición) debe ser mayor que o igual a 51 micras.

Dado que la estructura utilizada en este ejemplo es 300 pies² (aproximadamente 30 m²), el procedimiento utilizado para medir el espesor de la película de la parte A se debe aplicar a ambas partes B y C. El espesor medido de la parte B debe exceder el (64 micras) mínimo especificado, al igual que el espesor de la parte C.

Para controlar el espesor de los 300-pies cuadrados (aproximadamente 30 m²), la estructura, al menos se deben tomar 45 lecturas, de la que se calculan 15 spots. Los cinco spots de cada 100 pies² (10 m²) parte de la estructura se utilizan para calcular el espesor de esa parte.

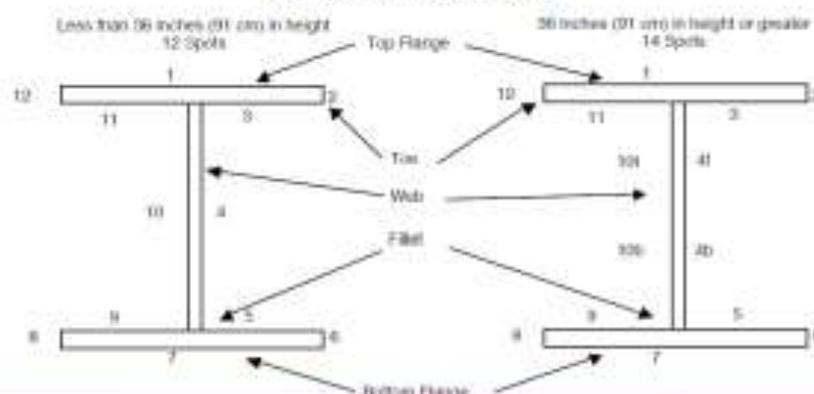
ANEXO 2 - Métodos de medición de espesor de película seca en vigas de acero (columnas)

Anexo 2 no es una parte obligatoria de la norma, sino que proporciona dos protocolos de muestreo para la medición de EPS en vigas y columnas.

A2.1 Un reto para el pintor en recubrir vigas de acero o columnas está proporcionando el mismo espesor uniforme sobre superficies verticales altos y bajos como sobre superficies horizontales. En un haz, hay proporcionalmente más bordes que tienden a tener un bajo espesor de película seca (EPS) y las esquinas interiores que tienden a tener alto EPS en comparación con el centro de las superficies planas. Cada pintor suele desarrollarse una pauta de trabajo para una tarea específica. Por lo tanto, el EPS en la parte inferior de la brida superior, por ejemplo, puede ser consistentemente en el lado alto o el lado bajo de la meta de EPS. Este tipo de error es fácil de detectar y corregir. Los errores aleatorios plantean un problema más difícil. Los errores crasos donde la pintura es, obviamente, demasiado delgada o demasiado gruesa se deben corregir y están más allá del alcance de esta norma.

El número de spot en estos protocolos puede exceder "5 spot por cada 10 m²" requerido en la norma. La determinación completa EPS, descrito en la Sección A3.2, proporciona una inspección muy completa de la viga. La determinación simple o muestra EPS, se describe en la Sección A3.4, permite un menor número de mediciones puntuales. El usuario no tiene que requerir una determinación completa EPS para cada viga en la estructura. Por ejemplo, el requisito puede ser una determinación completa EPS en una viga de diez, o una muestra de la determinación de EPS en una viga de cinco, o una combinación de determinaciones completo y muestra EPS. Tenga en cuenta que para las estructuras existentes, el lado superior de la brida superior (superficie 1) no puede ser accesible para la medición de espesor de revestimiento.

FIGURA A2
LA SUPERFICIE DE UNA VIGA DE ACERO
36 pulgadas - 91 cm de altura



**TABLA A2
CUADRO PARA REGISTRAR LOS SPOT Y VALORES PROMEDIO DE EPS DE UNA COLUMNA
O VIGA DE 12 CARAS**

Superficie	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Promedio
1						
2						
3						
4a						
4b						
5						
6						
7						
8						
9						
10a						
10b						
11						
12						

t: mitad superior del alma (para vigas iguales o menores a 36 pulgadas (91 centímetros) de altura).

b: mitad inferior del alma (para vigas iguales o menores a 36 pulgadas (91 centímetros) de altura).

**TABLA A2.1 NÚMERO DE SPOTS NECESARIOS EN CADA CARA DE LA VIGA PARA LA
DETERMINACIÓN COMPLETA O SIMPLE DEL ESPESOR DE PELÍCULA SECA**

Longitud de viga	Numero de spot por superficie	
	Determinación completa EPS*	Determinación simple EPS
Menos de 20 pies (6 m)	5	2
de 20 a 60 pies (6 hasta 18 m)	5	3
más de 60 pies (18 m)	5	NA

*Para vigas de 36 pulgadas (91 cm) o más, la mitad superior y la mitad inferior de la web se tratan como superficies separadas en una determinación completa EPS.

Una viga tiene doce superficies diferentes como se muestra en la Figura A2. Cualquiera de estas superficies puede tener una EPS fuera del rango especificado, y por lo tanto, será medido. Si el espesor de la brida es de menos de 1 pulgada (25 mm), las Partes Contratantes podrán optar por no medir la EPS en el dedo del pie, es decir, las superficies 2, 6, 8 y 12 de la figura A2. Como una primera encuesta informal, el inspector puede que desee comprobar la uniformidad de la EPS en cada superficie. Es la EPS de la brida cerca del filete de la misma como cerca del dedo del pie? Es el uniforme EPS en la web? El inspector debe asegurarse de utilizar un medidor que no es susceptible a los efectos de borde. Siga las instrucciones del fabricante del medidor en la medición de los bordes.

A2.2 Determinación completa EPS de una viga: Dividir la viga o columna en cinco secciones iguales a lo largo de su longitud. Identificar las 12

superficies de la viga, como se muestra en la Figura A2 para cada sección. Para las vigas altas, donde la altura del alma es de 36 pulgadas (91 cm) o más, dividir el alma por la mitad a lo largo de la longitud de la viga. Para la determinación completa EPS, cada mitad del alma se considera una superficie separada. Tome una spot (como se define en la Sección 8.1) en la superficie de 1 en cada una de las cinco secciones. La ubicación de la superficie de medición 1 dentro de una sección se elige arbitrariamente por el inspector en cada una de las cinco secciones. El promedio de estos cinco spot es el EPS de la superficie 1. Repita el procedimiento para las otras 11 superficies (7 superficies, si la punta no se mide, 14 superficies para las vigas altas). Los datos pueden ser comunicados en un formato que se muestra en la Tabla A2.

A2.3 Si espesor de recubrimiento del nivel de restricción 3 es invocado por la especificación (o

si no hay nivel de restricción es invocado por la especificación), entonces no hay un solo punto de medición puede ser inferior al 80% del mínimo EPS especificado y sin medición puntual individual puede ser más de 120% del máximo especificado EPS. El valor medio para cada superficie debe ser conforme a la EPS especificado. (Habrá sólo ocho valores promedio si el EPS de la punta no se mide, puede haber un máximo de 14 valores medios de las vigas de más de 36 centímetros de altura.)

A2.4 DETERMINACIÓN SIMPLE EPS DE UNA VIGA: En lugar de una determinación EPS completa de todas las varas, las especificaciones del trabajo puede requerir sólo una muestra de la determinación de EPS para vigas seleccionadas de menos de 60 pies (18 m) de largo. Para una Determinación simple EPS, el alma de la viga menor a 36 pulgadas (91 cm) de altura no se divide.

A2.4.1 Vigas menores a 6 m de largo (20 pies): Para las vigas menores a 20 pies (6 m) de largo, tomar dos mediciones puntuales, distribuidas al azar, en cada una de las 12 superficies (8 superficies si la punta no es medido) de la viga tal como se define en la Figura A2. Cada punto de medición debe ajustarse a la EPS especificado.

A2.4.2 Vigas de 20 pies (6 m) hasta 60 pies (18 m) de largo: Para las vigas de 20 pies (6 m) de hasta 60 pies (18 m) de longitud, toma tres mediciones puntuales, distribuidas al azar, en cada 12 de las superficies (8 superficies si el dedo del pie no se mide) de la viga tal como se definen en la Figura A2. Cada punto de medición debe ajustarse a la EPS especificado.

A2.5 no conformidad: Si cualquier medición lugar está fuera del rango especificado, medidas adicionales podrían hacerse para definir el área no conforme.

A2.6 ACCESO RESTRINGIDO: Si la viga está situada de tal manera que una o más de las superficies no son accesibles, tomar mediciones en cada superficie accesible, de conformidad con la Sección A2.2 o A2.4 a través de la Sección A2.4.2, tal como se especifica.

A2.7 ACCESORIOS: Refuerzos y otros accesorios de la viga se medirán arbitrariamente.

ANEXO 3 - Métodos para medir el espesor de película seca de Laydown de vigas, estructuras de acero y elementos misceláneos de taller.

Anexo 3 no es una parte obligatoria de la norma, sino que proporciona dos protocolos de muestreo para la medición de EPS para una deposición.

A3.1 GENERAL: A "Laydown" es un grupo de elementos de acero fijado a pintar en un turno por uno pintor. Para la inspección de un tendido, primero hacer una inspección visual para detectar áreas con defectos evidentes, como la falta de cobertura, y corregir si es necesario. Como una primera encuesta informal, el inspector puede que desee comprobar la uniformidad de la EPS en cada superficie.

A3.2 DETERMINACIÓN COMPLETA EPS

A3.2.1 viga (columna): Siga el procedimiento descrito en la Sección A2.2.

A3.2.2 Misceláneos: Tomar 1 spot (como se define en la Sección 8.1) en cada superficie de la pieza. Si la pieza tiene menos de 5 superficies, tomar múltiples mediciones puntuales en las superficies más grandes para alcanzar un total de 5. Si el área total de la pieza es de más de 100 m² (10 m²), tome 5 spot distribuidos aleatoriamente en la parte de cada 100 m² (10 m²), o fracción.

A3.3 Si espesor de recubrimiento del nivel de restricción 3 es invocado por la especificación (o si no hay nivel de restricción es invocado por la especificación), entonces no hay un solo punto de medición puede ser inferior al 80% del mínimo EPS especificado y sin medición puntual individual puede ser más de 120% del máximo especificado EPS. El valor medio de las mediciones in situ de cada superficie debe ser conforme a la EPS especificado. Si sólo hay un único punto de medición sobre una superficie, que debe ajustarse a la EPS especificado.

A3.4 DETERMINACIÓN SIMPLE EPS: En lugar de una determinación completa EPS de cada pieza pintada como se describe en la Sección A2.2, la especificación de trabajo puede requerir sólo determinación de muestra EPS de piezas seleccionadas.

A3.4.1 Vigas menos de 20 pies (6 m): Siga el procedimiento que se describe en la Sección A2.4.1.

A3.4.2 vigas superiores a 20 pies (6 m): hasta 60 pies (18 m) de longitud: Siga el procedimiento que se describe en la Sección A2.4.2.

A3.4.3 Piezas varias: Por una parte diversa, tomar tres mediciones puntuales, distribuidas por toda la pieza. Cada punto de medición debe ajustarse a la EPS especificado.

A3.5 no conformidad: Si cualquier medición lugar está fuera del rango especificado, medidas adicionales podrían hacerse para definir el área no conforme.

A3.6 ACCESO RESTRINGIDO: Si un rayo o una parte diversa está situado de tal manera que una o más de las superficies no son accesibles, tomar medidas en cada superficie accesible, de conformidad con la Sección o la Sección A2.2 A2.4, según se especifique.

A3.7 NÚMERO DE VIGAS O PARTES PARA MEDIR: En un laydown, el número de vigas o piezas para determinación completa EPS y el número para determinación de muestra EPS se puede especificar. Por ejemplo, hacer una determinación completa EPS en una pieza pintada cerca del comienzo de la jornada, cerca de la mitad de la jornada, y cerca del final de la jornada, de acuerdo con la Sección A3.2, y llevar a cabo una muestra de la determinación EPS de cada tres piezas de conformidad con la Sección A3.4.

A3.8 ACCESORIOS: Refuerzos y otros accesorios de vigas se medirán arbitrariamente.

ANEXO 4 - Método para medir el espesor de película seca de los paneles de prueba de acero recubiertas.

Anexo 4 no es una parte obligatoria de la norma, sino que proporciona un protocolo de muestreo para la medición de EPS en los paneles de ensayo de acero recubiertas.

A4.1 Tamaño del panel: El panel de ensayo deberá tener una superficie mínima de 18 in² (116 cm²) y una superficie máxima de 144 in² (930 cm²), por ejemplo, mínimo 3 x 6 pulgadas (7,5 x 15 cm) y máxima de 12 x 12 pulgadas (30 x 30 cm).

A4.2 PROCEDIMIENTO: Use un medidor electrónico de tipo 2. Tome dos lecturas contado a partir de la tercera parte superior, el tercio medio y el tercio inferior del panel de ensayo. Las

mediciones se efectuarán por lo menos 1/8 pulgada (12 mm) de cualquier borde y 1 pulgada (25 mm) desde cualquier otro punto de la lectura. Deseche cualquier lectura inusualmente alto o bajo calibre que no puede ser repetido constantemente. La EPS del panel de ensayo es el promedio de las seis lecturas in situ aceptables.

A4.3 Espesor mínimo: El promedio de las lecturas in situ aceptables no deberá ser inferior al espesor mínimo especificado. No hay un solo punto de lectura debe ser inferior a 80% del mínimo especificado.

A4.4 ESPESOR MÁXIMO: La media de las lecturas in situ aceptables no será mayor que el espesor máximo especificado. No hay un solo punto de lectura deberá ser superior a 120% de la cantidad máxima prevista.

A4.5 RECHAZO: Si un punto de lectura es menor que 80% de la EPS mínimo especificado o superior a 120% de la máxima especificada EPS, las mediciones adicionales pueden hacerse a reevaluar la EPS en el área del panel de ensayo cerca de la alta o baja lectura puntual. Si las medidas adicionales que indican la EPS en la zona en disputa de la pantalla a estar por debajo del mínimo o por encima del máximo permitido EPS, se rechazará el panel.

ANEXO 5 - Método para medir Espesor de película seca de recubrimientos delgados sobre paneles de ensayo de acero recubiertas de que han sido limpiados mediante chorro abrasivo

Anexo 5 no es una parte obligatoria de la norma, sino que proporciona un protocolo de muestreo para la medición de EPS de recubrimientos delgados sobre paneles de ensayo de acero recubiertas de que había sido limpiada mediante chorro abrasivo.

A5.1 Para los propósitos de esta norma, un revestimiento se define como delgada si el espesor de la película seca (EPS) es del orden de 1 mil (25 micras) o menos. Debido a que la EPS es del mismo orden que las fluctuaciones estadísticas de un medidor de EPS en explosión de acero limpiado desnudo, muchas lecturas de medición deben tomar medidas para conseguir un promedio significativo.

A5.2 PANEL TAMAÑO: El panel de prueba deberá tener una superficie mínima de 18 in² (116 cm²) y una superficie máxima de 144 in² (930

cm²), por ejemplo, un mínimo de 3 x 6 pulgadas (7,5 x 15 cm) y máxima 12 x 12 pulgadas (30 x 30 cm).

A5.3 PROCEDIMIENTO: Use un tipo bien ajustado 2 medidor electrónico. Tome diez lecturas de medición distribuidas al azar en el tercio superior del panel. Calcule la media (promedio) y la desviación estándar de estos diez lecturas. Del mismo modo, tener diez lecturas del tercio medio y diez lecturas de la tercera parte inferior del panel de ensayo y calcular sus medias y desviaciones estándar. Las mediciones se efectuarán por lo menos 1/8 pulgada (12 mm) de cualquier borde y 1 pulgada (25 mm) de cualquier otra lectura de medidor. Deseche cualquier lectura inusualmente alto o bajo calibre, es decir, una lectura que es más de tres desviaciones estándar de la media. La EPS del panel de ensayo es el promedio de los tres medios.

A5.4 Espesor mínimo: El promedio de los medios no deberá ser inferior al espesor mínimo especificado. No hay una sola media será menos de 80% del mínimo especificado.

A5.5 espesor máximo: El promedio de los medios no será más que el grosor máximo especificado. No solo media será más del 120% de la cantidad máxima prevista.

ANEXO 6 - Método para medir el espesor de película seca de revestimientos en los bordes

Anexo 6 no es una parte obligatoria de la norma, sino que proporciona un protocolo de muestreo para la medición de EPS de recubrimientos en los bordes.

A6.1 Los fabricantes de equipos Tipo 2 ofrecen una variedad de configuraciones de sonda, algunas de las cuales están menos afectados por la proximidad a los bordes y están diseñados para medir mejor el espesor de los revestimientos en los bordes. El usuario debe consultar las instrucciones del fabricante medidor antes de la

medición de espesor de revestimiento en los bordes. SSPC-PA Guía 11 describe el uso de recubrimientos con propiedades de retención de borde y las referencias a un método (MIL-PRF-23236D) para la evaluación de las propiedades de retención de borde de recubrimientos.

A6.2 Antes de la medición de la capa en bordes, el medidor y la sonda debe ser verificada la exactitud de la colocación de una cuña delgada y flexible en el borde no recubierto preparado. Pueden o no ser necesarios ajustes en el medidor. Este procedimiento también se verifica que la configuración de la sonda tendrá en cuenta la configuración de borde antes de la adquisición de datos de espesor de recubrimiento.

A6.3 Obtener un mínimo de tres lecturas de medición de 1,5 pulgadas lineales (~ 4 cm lineales) del borde revestido. La media de las lecturas de medición se considera una lectura de punto. El número de lecturas in situ a lo largo del borde variará dependiendo de la longitud total del borde revestido.

ANEXO 7 - Método para medir espesor de película seca sobre el exterior de tuberías de acero recubiertas.

Anexo 7 no es una parte obligatoria de la norma, sino que proporciona un protocolo de muestreo para la medición de EPS de la parte exterior de la tubería recubierta.

A7.1 secciones de tubería que se cargan en un carro o bastidor se consideran una unidad completa, en oposición a una sola articulación de la tubería. El número total de mediciones in situ y la zona se basa en el total de pies cuadrados de tubería en la cesta o rack. Los metros cuadrados se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$\text{Area} = (\text{longitud de cada tubo} \times \text{circunferencia}) \times \text{número de secciones de tubería en el carro o estante.}$$

Tabla A7
Número y Ubicación de spot en Spool

Diametro de tubería	Spot circunferencial	Intervalo de separación
Hasta 12 pulgadas (30 cm)	4 espacios uniformes	10 pies de distancia (3 m)
De 14 a 24" (36 - 60 cm)	6 espacios uniformes	10 pies de distancia (3 m)
Mayor a 24" (60 cm)	8 espacios uniformes	10 pies de distancia (3 m)

A7.2 Algunos carros pueden tener varios objetos pequeños, que pueden sobrepasar la cantidad de lecturas puntuales EPS necesarias sobre la base de total de pies cuadrados. En este caso, el Propietario / Contratista podrá seleccionar un EPS Pipe nivel de frecuencia se muestra a continuación:

A7.2.1 EPS TUBERIA Nivel 1 Área = (longitud de cada tubo x circunferencia) x n° de tramos de tubería en el carro o estante = (número de mediciones puntuales) x 2

A7.2.2 EPS TUBERIA Nivel 2 Área = (longitud de cada tubo x circunferencia) x n° de tramos de tubería en el carro o estante = (número de mediciones puntuales) x 3

A7.2.3 Pipe EPS Nivel 3 Área = (longitud de cada tubo de circunferencia x) x no. de tramos de tubería en el carro o estante = (número de mediciones puntuales) x 4

A7.2.4 Pipe EPS Nivel 4 Área = (longitud de cada tubo de circunferencia x) x no. de tramos de tubería en el carro o estante = (número de mediciones puntuales) x 5

A7.2.5 Pipe EPS Nivel 5 Área = (longitud de cada tubo de circunferencia x) x no. de tramos de tubería en el carro o estante = (número de mediciones puntuales) x 6

A7.3 carretes de tubería que no se cargan en un rack o un carro se miden individualmente. El número y la ubicación de las mediciones in situ se basan en la Tabla A7. Tres grupos de cuatro mediciones puntuales circunferenciales deben obtenerse en carretes de tubería a menos de 10 pies (3 metros) de longitud.

A7.4 Un reto para el pintor en el recubrimiento de tuberías spool es proporcionar un espesor uniforme en toda la superficie. En un tubo fabricado carrete, válvulas, bridas, codos, tienden a tener EPS bajos o altos en comparación con los tramos rectos. Pintores pueden desarrollar un modelo de trabajo para una tarea específica. Por lo tanto, la EPS sobre la brida y de las válvulas puede ser constante en el lado alto o el lado bajo de la meta de EPS. Este tipo de error es fácil de detectar y corregir. Los errores aleatorios plantean un problema más difícil. Los errores crasos donde la pintura es, obviamente, demasiado delgada o demasiado gruesa se deben corregir y están más allá del alcance de esta norma.

El número de spot en este protocolo hasta puede superar "5 spot por cada 100 ft² (10 m²)" requerido en la norma. La determinación EPS completo, descrita en la Tabla A7, proporciona un control muy exhaustivo de un tramo de tubería. La determinación EPS, se describe en la Sección A7.1, puede permitir que un menor número de mediciones puntuales. El usuario no tiene que requerir una determinación EPS completo para cada tramo de tubería. Por ejemplo, el requisito puede ser una determinación completa EPS en una pipa de diez, o una muestra de la determinación de EPS en una pipa de cinco, o una combinación de determinaciones completo y muestra EPS.

ANEXO 8 - Ejemplos de ajuste de equipos tipo 2 mediante shims

Anexo 8 no forma parte obligatoria de este estándar, pero ofrece ejemplos de cómo ajustar Tipo 2 medidores utilizando cuñas en superficies rugosas (por ejemplo, mediante chorro abrasivo limpiar).

TABLA A8
TÍPICOS VALORES DE CORRECCIÓN MEDIANTE EL MÉTODO ISO 8503 CALIFICACIÓN DE PERFIL
(FUENTE: ISO19840)*

ISO 8503 CLASIFICACIÓN DE PERFIL	VALOR DE CORRECCIÓN (mils)	VALOR DE CORRECCIÓN (µm)
Fino	0.4	10
Medio	1.0	25
Grueso	1.6	40

* Organización Internacional de Normalización (ISO), Case Postale 56, CH-1211 Ginebra, Suiza. Las normas ISO están disponibles en línea en el Instituto Americano de Estándares Nacionales (ANSI), 1819 L Street, NW, Suite 600, Washington, DC 20036, o al <<http://www.ansi.org>>

Este ejemplo describe un método de ajuste para mejorar la eficacia de un Tipo 2 (electrónica) en limpieza con chorro o superficies rugosas. El granallado se utiliza en este ejemplo, pero estos métodos son aplicables a otros tipos de preparación de la superficie. Una superficie menos uniforme, como la herramienta de mano de acero limpiado parcialmente oxidado, puede requerir más lecturas de medición para lograr un nivel satisfactorio de significación estadística. Dado que la operación medidor difiere entre los fabricantes, siga las instrucciones del fabricante para el ajuste de un medidor particular.

Un equipo tipo 2 necesita ser ajustado para tener en cuenta el perfil del sustrato con el fin de leer el espesor del recubrimiento directamente. Tipo 2 medidores equipados con sondas bipolares pueden proporcionar una mayor precisión de la medición en superficies ásperas en comparación con las sondas de un solo polo.

Una porción del sustrato, después de la limpieza explosión, pero antes del recubrimiento, se puede utilizar para ajustar el medidor. Alternativamente, una no recubierta del panel de ensayo, explosión limpiado en el momento de la estructura se limpió explosión y que tiene un representante perfil de la estructura se puede utilizar para ajustar el medidor proporcionado el panel de ensayo es de un material con propiedades magnéticas similares y la geometría como el sustrato que va medido. Si esto no está disponible entonces un valor de corrección se puede aplicar a un ajuste de superficie lisa como se describe en A8.3.

Tres técnicas de ajuste se pueden utilizar dependiendo de la capacidad y características de la galga para ser utilizado para la inspección. Tenga en cuenta que debido a la variación estadística producida por una superficie rugosa, lecturas individuales tomadas con estos tres métodos pueden no coincidir perfectamente.

Los dos primeros ejemplos describen el ajuste y la verificación de una o más cuñas. Cuando se utilizan cuñas, las mediciones de calibre resultantes son menos precisos y deben volver a calcular. Por ejemplo, si la precisión de una galga de calibrado correctamente es de $\pm 2\%$ y el espesor de una cuña tiene una precisión de $\pm 3\%$, la tolerancia combinada de la galga y la cuña será $\pm 4\%$ como dado por la suma de los cuadrados fórmula:

$$\sqrt{2^2 + 3^2} = 3,6055 = 4\%$$

Para la galga para estar de acuerdo con la cuña, el espesor medio medido por el medidor debe estar dentro de $\pm 4\%$ del espesor de la cuña. Si el espesor medio medido en un (10 mil) cuña de 250 micras es entre 9,6 milésimas de pulgada (240 micras) y 10,4 milésimas de pulgada (260 micras), el medidor está correctamente ajustado. El mínimo 240 es 250 menos el 4% de 250 (9,6 es 10 menos el 4% de 10), el máximo de 260 es 250 más el 4% de 250 (10,4 es 10 más el 4% de 10). [4% de 250 es 10; 4% de 10 es 0,4.]

A8.1 AJUSTE DE UN SOLO PUNTO: En este ejemplo se utiliza un valor de cuña individual en o cerca del espesor a medir. El rango de espesor sobre la que este ajuste alcanza la precisión requerida variará con el diseño de calibre.

Suponiendo que el espesor del revestimiento a ser medido es de 4,0 milésimas de pulgada (100 micras) a continuación, una cuña de aproximadamente 4,0 milésimas de pulgada (100 micras) o ligeramente mayor debe ser utilizado para ajustar el medidor. La shim se coloca en una superficie del sustrato que ha sido granallada con los estándares requeridos, o en una prueba de chorro con un perfil de superficie similar.

El promedio de 10 lecturas sobre la placa de apoyo es suficiente para permitir la variación estadística en el perfil de chorro.

A8.2 AJUSTE DE DOS PUNTOS: Este ejemplo utiliza dos valores calza, uno por encima y otro por debajo del espesor d e la película que se desea medir. Debe tenerse en cuenta que no todos los medidores de espesor de película se pueden ajustar de esta manera.

Suponiendo que el espesor del revestimiento a ser medido es de 4,0 milésimas de pulgada (100 micras) a continuación, las cuñas de 10,0 milésimas de pulgada (250 micras) y 2,0 milésimas de pulgada (50 micras) son apropiadas para el establecimiento de los valores superior e inferior en la escala de la galga.

Como capas protectoras se aplican normalmente a la explosión superficies metálicas limpiadas, se requiere un enfoque estadístico para obtener un valor típico para el ajuste. Diez lecturas sobre una cuña son suficientes para establecer un valor medio fiable para que calce en la superficie rugosa. Siguiendo las instrucciones del fabricante,

el medidor se ajusta de modo que el espesor real de la cuña se utiliza entonces para ajustar el medidor.

Este procedimiento debe repetirse tanto para los valores de cuñas superior e inferior.

El promedio de 10 lecturas en una cuña intermedia, de aproximadamente 4,0 milésimas de pulgada (100 micras) de espesor en el caso descrito anteriormente, confirmará que el medidor se ha ajustado correctamente. Es aceptable para la lectura promedio para estar dentro de $\pm 4\%$ del grosor de la cuña.

Este método asegura que el medidor lee el espesor del recubrimiento sobre los picos del perfil.

A8.3 facilitar el ajuste SUPERFICIE: Si el acceso a la explosión desnudo sustrato limpiado no está disponible debido a que el recubrimiento ya la cubre, una superficie lisa se puede utilizar para ajustar el medidor. Ajuste el calibrador sobre una superficie lisa de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Alternativamente, puede ser posible ajustar algunos 2 galgas Tipo través de la capa ya aplicada a un sustrato limpiado mediante chorro abrasivo (puede ser necesario si no existe ningún sustrato no recubierto). Este procedimiento debe ser realizado de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las lecturas tomadas en el sustrato de chorro de arena pulverizada será mayor que el valor verdadero por un dependiente cantidad en el perfil de la superficie y el diseño de la sonda Gage. Para la mayoría de las aplicaciones de un valor de corrección de 1,0 milésimas de pulgada (25 micras) es de aplicación general. Tenga en cuenta que este valor no está relacionado con la medición real perfil de la superficie. Este valor de corrección se debe restar de cada medidor de lectura para corregir el efecto del perfil. La lectura corregida resultante representa el espesor del recubrimiento sobre los picos.

Para los perfiles finos el valor de corrección puede ser tan bajo como 0,4 milésimas de pulgada (10 micras) pero para perfiles gruesos que podría ser tan alta como 1,6 milésimas de pulgada (40 micras). Tabla A8 da valores de corrección aproximados que deben utilizarse cuando una superficie de chorro de arena pulverizada no está disponible para ajustar el medidor.

El uso de estándares recubiertos para ajustar galgas significa que un valor de corrección se debe aplicar a las lecturas, como las normas recubiertas hacen uso de superficies de sustrato liso.

Copyright ©

Normas SSPC, guías e informes técnicos tienen copyright en todo el mundo por SSPC: The Society for Protective Coatings. Toda fotocopia, reventa o redistribución de estas normas, guías e informes técnicos por parte impresa, electrónica o cualquier otro medio, está estrictamente prohibida sin el consentimiento expreso y por escrito de la SSPC: La Sociedad de recubrimientos protectores y un acuerdo de licencia formal.

ANEXO E: PRUEBA DE ADHESIÓN POR CORTE ASTM D 3359-02 ASTM



**Procedimiento para Prueba de
Adhesión de Recubrimientos por el
Método de Corte**



ASTM D 3359-02

**ASTM (American Society for Testing
Materials)**

1. ALCANCES

- Los ensayos de adherencia a películas de pinturas, son métodos que determinan el grado de fijación que tiene un sistema de recubrimientos aplicado sobre un sustrato.
- Esta prueba es destructiva, es decir daña la película de pintura, por lo que en algunos casos se preparan probetas de prueba para el ensayo.
- Solo se realizará la prueba de adherencia a un elemento pintado de la obra si se encuentra detallado en la Especificación o el Usuario Final lo autoriza.

2. NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

ASTM D 3359-02 Método estándar de medición de adherencia por el método de la cinta

ASTM E 337-02 Medición de las condiciones ambientales

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Un psicrómetro manual
- Un termómetro de superficie
- Un medidor de espesor de película seca
- Marcador
- Trapo industrial
- 1 cuchilla nueva o en buen estado
- 1 cinta permacel o similar
- Lupa de aumento

4. ASPECTOS PREVIOS

- La prueba se realizará sobre una película de pintura que haya curado completamente en elementos no sometidos a servicio.
- Esta prueba se clasifica en dos métodos.

- *Método de prueba A (para espesores de película seca mayores a 5 mils): se hace un corte en X (aspa) a la película de pintura hasta que llegue al sustrato, luego se coloca la cinta adhesiva la cual se retira después.*
- *Método de prueba B (para espesores de película seca menores a 5 mils): se hacen 6 u 11 cortes perpendiculares a la película de pintura hasta que llegue al sustrato, luego se coloca la cinta adhesiva la cual se retira después.*
- Estos ensayos de adherencia son cualitativos y no cuantitativos.
- Registrar las condiciones ambientales al momento de realizar la prueba.

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1 Determinar la zona y el elemento a evaluar entre el usuario final y las partes interesadas.
- 5.2 Seleccionar una superficie que no presente imperfecciones y se encuentre limpia.
- 5.3 Para realizar este método verificar que los espesores de la zona a evaluar cumplan con los rangos indicados en cada método.
- 5.4 Registrar las condiciones ambientales para la prueba, estas no deben ser extremas pues podrían afectar la adhesión de la cinta sobre el sustrato.
- 5.5 Las condiciones ambientales óptimas para la prueba son:

T. superficie – T. rocío	Mayor a 3 °C
Temp. De superficie	4 a 49 °C

5.6 Método de prueba "A" o de corte en X

- 5.6.1 Para realizar este método verificar que los espesores de la zona a evaluar superen los 5 mils secos.
- 5.6.2 Usando una cuchilla y ayudado de una regla metálica realizar dos cortes que formen un aspa X de aproximadamente 4cm. de largo por corte, estos dos cortes deberán formar un ángulo entre 30° y 45°.

- 5.6.3 Verificar con ayuda de una lupa de aumento que los cortes hayan llegado al metal, caso contrario se realizará un nuevo corte en otra zona.
- 5.6.4 Se tomará un tramo aproximado de 7.5 cm de largo de la cinta, el centro de esta cinta se colocará en la intersección de los cortes y se presionará la cinta siguiendo el ángulo menor con ayuda de un borrador, hasta lograr un buen contacto (poder observar el color debajo de la cinta es un buen indicador). Dejar un extremo de la cinta libre para su remoción.
- 5.6.5 Luego de 1.5 a 2 minutos sujetar la cinta del extremo libre y retirarla paralelamente a la superficie (no movido de un tirón), formando un ángulo de 180° hacia uno mismo.
- 5.6.6 Observar el corte en X y la remoción de pintura al sustrato o entre capas.
- 5.6.7 Realizar otros cortes adicionales de manera que sean representativos respecto al área de prueba.

5.7 Método de prueba "B" o de corte en cuadrículas

- 5.7.1 Para realizar este método verificar que los espesores de la zona a evaluar sean menores a los 5 mils secos.
- 5.7.2 Si el espesor es igual o menor a 2 mils, los espacios entre los cortes deben ser de 1 mm y se realizarán 11 cortes.
- 5.7.3 Si el espesor esta entre 2 y 5 mils, los espacios entre cortes serán 2 mm y se realizarán 6 cortes.
- 5.7.4 Los cortes deben de ser de 2 cm de largo.
- 5.7.5 Realizar el primer corte con la cuchilla múltiple, verificar con ayuda de una fuente de luz (p. ej. linterna) que estas incisiones hayan llegado al metal, caso contrario se realizará un nuevo corte en otra zona.
- 5.7.6 Luego hacer un segundo corte formando un ángulo de 90° sobre el corte inicial. Verificar que el corte haya llegado hasta el metal, caso contrario realizar un nuevo corte en otra zona.



**PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE
ADHESIÓN DE RECUBRIMIENTOS POR EL
MÉTODO DE CORTE**

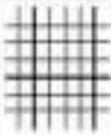
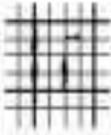
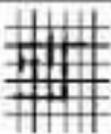
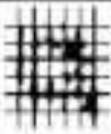
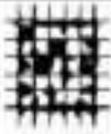
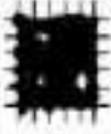
Código: PP-P1-02
Fecha: 10 Feb 2014
Pagina 2 de 8

- 5.7.7 Se tomará un tramo aproximado de 7.5 cm de largo, el centro de esta cinta se colocará en la intersección de los cortes y se presionará la cinta siguiendo el ángulo menor con ayuda de un borrador o el extremo de un lápiz, hasta lograr un buen contacto (poder observar el color debajo de la cinta es un buen indicador). Dejar un extremo de la cinta libre para su remoción.
- 5.7.8 Luego de 1.5 a 2 minutos quitar la cinta agarrando el extremo libre y tirando de él rápidamente (no movido de un tirón) formando un ángulo de 180° hacia uno mismo.
- 5.7.9 Observar en el corte, el grado de remoción de pintura al sustrato o entre capas.
- 5.7.10 Realizar otros cortes de manera que sean representativos respecto al área de prueba.
- 6. REGISTRO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**
- 6.1 La evaluación de los resultados para ambos métodos se realiza de manera comparativa con las siguientes tablas:

**CLASIFICACIÓN DE RESULTADOS DE ADHESIÓN PARA EL METODO "A"
SEGÚN NORMA ASTM D 3359-02**

CLASIFICACION	SUPERFICIE DESPUES DE LA PRUEBA	DESCRIPCION
5 A		Sin desprendimiento ni remoción.
4 A		Desprendimiento a lo largo de la incisión o intersección.
3 A		Rasgado de 1,6 mm a lo largo del corte en uno u otro lado.
2 A		Rasgado de 3,2 mm a lo largo del corte en uno u otro lado.
1 A		Remoción de la mayor parte del área de la X debajo de la cinta.
0 A		Remoción sobre el área de la X.

**CLASIFICACIÓN DE RESULTADOS DE ADHESIÓN PARA EL METODO "B"
SEGÚN NORMA ASTM D 3359-02**

CLASIFICACION	SUPERFICIE DESPUES DE LA PRUEBA	DESCRIPCION
5B		Las esquinas de los cortes están intactas, ningún cuadrado se desprendió.
4B		Pequeñas dobleces en las intersecciones, menos del 5% del área esta afectada.
3B		Pequeñas dobleces en las intersecciones y a lo largo de los cortes, de 5 a 15% del área esta afectada.
2B		La pintura se doblo y desprendió en las intersecciones y en algunos cuadrados, de 15 a 35% del área esta afectada.
1B		La pintura se doblo y desprendió en todas las intersecciones y gran parte de los cuadrados, de 35 a 65% del área esta afectada.
0B		La pintura se doblo y desprendió mas que el grado 1(mayor 65%)

Nota: El nivel mínimo de aceptación estará definido en la Especificación o previo acuerdo con el usuario final.



**PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE
ESPEORES DE PELICULA SECA EN
ESTRUCTURAS DE ACERO**

**Código: PP-PI-01
Fecha: 04 Feb 2014
Pagina 2 de 8**

- 6.2 Deben registrarse el número de pruebas, las condiciones ambientales, el tipo de estructura, zona, el sistema de pintura, el tiempo de curado y tipo de falla (1° y 2° capa, respecto al sustrato), tiempo de duración de la prueba.
- 6.3 El informe con los resultados de la prueba y registros fotográficos, se elaborará si está especificada de lo contrario se reportaran los resultados en el reporte diario de Asesoría Técnica.

ANEXO F: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA AL ARRANQUE DE LOS RECUBRIMIENTOS UTILIZANDO PROBADORES DE ADHERENCIA PORTÁTILES.



Designation: D4541 – 17

Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers¹

This standard is issued under the fixed designation D4541; 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 (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope*

1.1 This test method covers a procedure for evaluating the pull-off strength (commonly referred to as adhesion) of a coating system from metal substrates. Pull-off strength of coatings from concrete is described in Test Method D7234.

This test offers two test protocols. Protocol 1 (test to fracture) determines the greatest perpendicular force (in tension) that a surface area can bear before a plug of material is detached. Protocol 2 (pass/fail) determines if the coated surface remains intact at a defined load criteria. Fracture will occur along the weakest plane within the system comprised of the test fixture, glue, coating system, and substrate, and will be exposed by the fracture surface. This test method maximizes tensile stress as compared to the shear stress applied by other methods, such as scratch or knife adhesion, and results may not be comparable.

Note 1—The procedure in this standard was developed for metal substrates, but may be appropriate for other rigid substrates such as plastic and wood. Factors such as loading rate and flexibility of the substrate must be addressed by the user/specifier.

Note 2—The procedure in this standard was developed for use on flat surfaces. Depending on the radius of the surface, the results could have greater variability with lower values and averages.

1.2 Pull-off strength measurements depend upon material, instrumentation and test parameters. Results obtained by each test method may give different results. Results should only be assessed for each test method and not be compared with other instruments. There are five instrument types, identified as Test Methods B-F. It is imperative to identify the test method used when reporting results.

Note 3—Method A, which appeared in previous versions of this standard, has been eliminated as its main use is for testing on concrete substrates (see Test Method D7234).

1.3 This test method describes a class of apparatus known as portable pull-off adhesion testers.² They are capable of applying a concentric load and counter load to a single surface so

that coatings can be tested even though only one side is accessible. Measurements are limited by the strength of adhesive bonds between the loading fixture and the specimen surface or the cohesive strengths of the glue, coating layers, and substrate.

1.4 This test can be destructive and spot repairs may be necessary.

1.5 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.6 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, health and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

1.7 This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:³

D2651 Guide for Preparation of Metal Surfaces for Adhesive Bonding

D3933 Guide for Preparation of Aluminum Surfaces for Structural Adhesive Bonding (Phosphoric Acid Anodizing)

D7234 Test Method for Pull-Off Adhesion Strength of Coatings on Concrete Using Portable Pull-Off Adhesion Testers

E691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D03 on Paint and Related Coatings, Materials, and Applications and is the direct responsibility of

3. Summary of Test Method

3.1 The general pull-off test is performed by securing a loading fixture (dolly, stud) normal (perpendicular) to the surface of the coating with a glue. After the glue is cured, a testing apparatus is attached to the loading fixture and aligned to apply tension normal to the test surface. The force applied to the loading fixture is then gradually and uniformly increased and monitored until either the loading fixture is detached, or a specified load value is reached and the test terminated. The two common uses of this test are test to fracture (Protocol 1), and pass/fail testing (Protocol 2). Test to fracture is used to determine a maximum load that can be achieved when a plug of material is detached with the selected testing parameters. Pass/fail is used to verify the results of a testing procedure can meet a minimum load criterion. When the loading fixture is detached, the exposed surface represents the plane of limiting strength within the system. The nature of the plane of fracture is qualified in accordance with the percent of adhesive and cohesive failures, and the actual interfaces and layers involved. The reported load is computed based on the maximum indicated load, the instrument calibration data, and the original surface area stressed. Results obtained using different test devices will vary because the results depend on instrumentation parameters. Variations in results are also expected when tests are performed under different test procedures or environmental conditions (see 4.2).

4. Significance and Use

4.1 The pull-off strength of a coating is a performance property that may be referenced in specifications. This test method serves as a means for uniformly preparing and testing coated surfaces, and evaluating and reporting the results. This test method is applicable to any portable apparatus meeting the requirements for determining the pull-off strength of a coating in this standard (see Annexes).

4.2 Variations in results with the same coating are likely when any parameter of the test is changed. This includes change in glue, load fixture size, substrate coating cure time, pull rate, environmental conditions, if the coating is scored, or using a different device. Therefore, when a series of results will be compared with one another or used for statistical analysis, the type of apparatus, substrate, test procedures, glue type, and if scoring is used should be the same for the pulls considered. * It is recommended that these parameters and the environmental conditions allowed during the test be mutually agreed upon between the interested parties.

4.3 The purchaser or specifier shall designate a specific test method procedure; B, C, D, E, or F and test Protocol; 1, or 2, when calling out this standard. In cases where either the Protocol or a pass/fail criterion is not designated, Protocol 1 shall be used.

5. Apparatus

5.1 *Adhesion Tester*, commercially available, or comparable apparatus to the specific examples listed in Annex A1 - Annex A5.

5.1.1 *Loading Fixture*, having a flat surface on one end that can be adhered to the coating and a means of attachment to the tester on the other end. Optimal size of the loading fixture is determined by the adhesion tester capabilities. The fixture and tester combination should be chosen so that the expected maximum pull load the coating will be subjected to during the test is within the range of the tester.

5.1.2 *Detaching Assembly* (adhesion tester), having a central grip for engaging the fixture.

5.1.3 *Base*, on the detaching assembly, or an annular bearing ring if needed for uniformly pressing against the coating surface around the fixture either directly, or by way of an intermediate bearing ring. A means of aligning the base is needed so that the resultant force is normal to the surface.

5.1.4 Means of moving the grip away from the base to allow the loading of the fixture in as smooth and uniform a manner as possible and so that a torsion free, co-axial (opposing pull of the grip and push of the base along the same axis) force results between them.

5.1.5 *Timer*, or means of limiting the loading rate. A timer is the minimum equipment when used by the operator along with the force indicator in 5.1.6.

5.1.6 *Force Indicator and Calibration Information*, for determining the actual force delivered to the loading fixture.

5.2 *Solvent*, or other means for cleaning the loading fixture surface. Finger prints, moisture, oxides, and dust tend to be the primary contaminants.

5.3 *Sandpaper*, or other means, used to roughen the surfaces for glue application and adherence to the coating. When using sandpaper it is recommended to use 100 grit or finer.

5.4 *Glue*—the material used for securing the loading fixture to the coating. Two component epoxies and cyanoacrylates are two commonly used glues. Select a glue that does not affect the coating properties, flow through the coating or attack the coating.

5.5 *Clamps*, magnetic, mechanical, tape or similar, if needed for holding the fixture in place while the glue cures.

5.6 *Cotton Swabs*, or other means for removing excess glue and defining the adhered area. Any method for removing excess glue that damages the surface, such as scoring (see 6.7), must generally be avoided since induced surface flaws may cause premature failure of the coating.

5.7 *Scoring Tool*, circular hole cutter, or similar tool to score through to the substrate around the loading fixture.

6. Test Preparation

6.1 The method for selecting the coating sites to be prepared for testing depends upon the objectives of the test and agreements between the contracting parties. There are, however, a few physical restrictions imposed by the general

6.1.1 The selected test area must be large enough to accommodate the specified number of replicate tests. The surface may have any orientation with reference to gravitational pull. Each loading fixture must be separated by at least the distance needed to accommodate the detaching apparatus. For Protocol 1 or to statistically characterize a test area, three or more replications are required.

6.1.2 The selected test areas must also have enough perpendicular and radial clearance to accommodate the apparatus, be flat enough to permit alignment, and be rigid enough to support the counter force. It should be noted that measurements close to an edge may not be representative of the coating as a whole.

6.2 Since the rigidity of the substrate affects results of the test and is not a controllable test variable in field measurements, some knowledge of the substrate thickness and composition should be reported for subsequent analysis or laboratory comparisons. For example, steel substrate of less than 3.2 mm ($\frac{1}{8}$ in.) thickness usually reduces test results compared to 6.4 mm ($\frac{1}{4}$ in.) thick steel substrates.

6.3 Subject to the requirements of 6.1, select representative test areas and clean the surfaces in a manner that will not affect integrity of the coating or leave a residue. To reduce the risk of glue fracture affecting the test, the surface of the coating can be lightly abraded to promote adhesion of the glue to the surface. If the surface is abraded, care must be taken to prevent significant loss of coating thickness. Clean the area to remove particulates after abrading. Use of a solvent may be necessary to remove all contaminants. If a solvent is required, select one that does not compromise the integrity of the coating.

6.4 Clean the loading fixture surface as indicated by the apparatus manufacturer. Failures at the fixture-glue interface can often be avoided by treating the fixture surfaces in accordance with an appropriate ASTM standard practice for preparing metal surfaces for glue bonding.

Note 4—Guides D2661 and D3933 are typical of well-proven methods for improving adhesive bond strengths to metal surfaces.

6.5 Prepare the glue in accordance with the glue manufacturer's recommendations. Apply the glue to the fixture or the surface to be tested, or both, using a method and thickness recommended by the glue manufacturer. Be certain to apply the glue across the entire fixture surface. Position the fixture on the surface to be tested. Carefully remove any excess glue from around the fixture. (Warning—Movement, especially twisting, can cause tiny bubbles to coalesce into large holidays that constitute stress discontinuities during testing which may lead to glue fracture.)

6.6 Based on the glue manufacturer's recommendations and the anticipated environmental conditions, allow enough time for the glue to cure. During the glue set and early cure stage, a constant contact pressure should be maintained on the fixture. Magnetic or mechanical clamping systems work well, but systems relying on tack, such as masking tape, should be used with care to ensure that they do not relax with time and allow air to intrude between the fixture and the test area.

6.7 When scoring around the test surface it should aim

prevent micro-cracking in the coating or glue, since such cracks may cause reduced values. Scored samples constitute a different test procedure, and should be clearly reported with the results. Scoring may be required for thick-film coatings, reinforced coatings and elastomeric coatings. Scoring, if performed, can be completed before or after the load fixture is glued to the coating. When performed, scoring shall be done in a manner that ensures the cut is made normal to the coating surface, in a manner that does not twist or torque the test area or impart the loading fixture, and minimizes heat generation, edge damage, or microcracks to the coating or glue and the substrate. For thick coatings it is recommended to cool the coating and substrate during the cutting process with water lubrication.

Note 5—A template made from wood with a hole of the same size as the scoring tool drilled through it and secured to the surface may be an effective method to limit sideways movement of the scoring tool.

Note 6—Scoring requirements will vary depending on coating system, chemistry, and thickness. A direct comparison of the unscored result to a scored result is one method to determine if scoring should be performed. Other methods for making this determination may be employed with agreement between the purchaser and seller. Scoring should not be considered for coatings less than 20 mils.

6.8 Note the approximate temperature, relative humidity, and other pertinent environmental conditions during the time of test.

7. Test Procedure

7.1 Test Methods:

7.1.1 Test Method A (discontinued)

7.1.2 Test Method B — Fixed Alignment Adhesion Tester

Type II:

7.1.2.1 Operate the instrument in accordance with

Annex A1.

7.1.3 Test Method C — Self-Alignment Adhesion Tester

Type III:

7.1.3.1 Operate the instrument in accordance with

Annex A2.

7.1.4 Test Method D — Self-Alignment Adhesion Tester

Type IV:

7.1.4.1 Operate the instrument in accordance with

Annex A3.

7.1.5 Test Method E — Self-Alignment Adhesion Tester

Type V:

7.1.5.1 Operate the instrument in accordance with

Annex A4.

7.1.6 Test Method F — Self-Alignment Adhesion Tester

Type VI:

7.1.6.1 Operate the instrument in accordance with

Annex A5.

7.2 Select an adhesion-tester with a detaching assembly and loading fixture size that has a force calibration spanning the range of expected values. Mid-range measurements are recommended, but read the manufacturer's operating instructions before proceeding. The adhesion tester shall be calibrated at the lesser of the manufacturer's recommended frequency or

7.3 If a bearing ring or comparable device (5.1.3) is to be used, place it concentrically around the loading fixture on the coating surface. If shims are required when a bearing ring is employed, place them between the tester base and bearing ring rather than on the coating surface.

7.4 Carefully connect the central grip of the detaching assembly to the loading fixture without bumping, bending, or otherwise prestressing the sample and connect the detaching assembly to its control mechanism, if necessary. For nonhorizontal surfaces, it may be necessary with some devices to support the detaching assembly so that its weight does not impact the loading fixture and contribute to the force exerted in the test. Follow the manufacturer's recommendations.

7.5 Align the device according to the manufacturer's instructions and set the force indicator to zero.

Note 7—Proper alignment is critical. If alignment of the device is required, use the procedure recommended by the manufacturer of the adhesion tester and report the procedure used.

7.6 Increase the load to the fixture in as smooth, consistent, and uniform a manner and rate as possible. The rate of pull shall be 1 MPa/s (150 psi/s) or less. The rate should be set so that the test is completed in less than 100 seconds. If multiple tests are required, the rate of pull shall be similar for each test.

Note 8—A change in load fixture size may result in a change in the rate of pull depending on the equipment used. A change in rate of pull or load fixture size will result in variation of results.

7.7 The test is completed when the fixture is detached from the substrate, pass/fail test criteria is met or maximum pull strength for the instrument is reached. For pass/fail tests, the test may be terminated at any point after the test criterion has been reached.

7.8 Record information required for the Report (see Section 9).

7.9 If a plug of material is detached, label and store the fixture for qualification of the failed surface in accordance with 8.3.

7.10 Report any departures from the procedure such as possible misalignment, hesitations in the force application, etc.

8. Calculation or Interpretation of Results

8.1 If instructed by the instrument manufacturer, use the instrument calibration factors to convert the indicated load for each test into the actual load applied.

8.2 Either use the calibration chart supplied by the manufacturer or compute the relative load applied to each coating sample as follows:

$$X = 4F/d^2 \quad (1)$$

where:

X = greatest mean pull-off load applied during a pass/fail test, or the pull-off load achieved at fracture. Both have units of MPa (psi).

F = actual load applied to the test surface as determined in 8.1, and

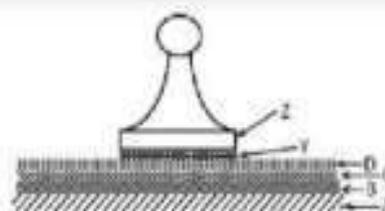


FIG. 1 Specimen Description

d = equivalent diameter of the original surface area stressed having units of millimeters (inches). This is usually equal to the diameter of the loading fixture.

8.3 For tests where the load fixture becomes detached from the tested surface, visually estimate the percent of coating adhesive and cohesive fracture and glue failure in accordance to their respective areas and location within the test system comprised of coating and glue layers. Glue fracture or failure is defined as a visible separation of the glue from itself, the coating or load fixture. A convenient scheme that describes the total test system is outlined in 8.3.1 through 8.3.3.

8.3.1 Describe the specimen as substrate A , upon which successive coating layers B , C , D , etc., have been applied, including the glue, Y , that secures the fixture, Z , to the top coat (Fig. 1).

8.3.2 Designate cohesive fractures by the layers within which they occur as B , C , D , Y , etc., and the visually estimated percent of each.

8.3.3 Designate adhesive fractures and glue failure by the interfaces at which they occur as A/B , B/C , C/D , Y/Z , etc., and the visually estimated percent of each.

8.4 A result that appears to be significantly different from other results (see repeatability limits in 10.1.1) may be caused by a mistake in test procedure performance, recording or calculating. If any of these are not the cause, then examine the experimental circumstances surrounding this run. If an irregular result can be attributed to an experimental cause, drop this result from the analysis. However, do not discard a result unless there are valid nonstatistical reasons for doing so or unless the result is a statistical outlier. Valid nonstatistical reasons for dropping results include alignment of the apparatus that is not normal to the surface, poor definition of the area stressed due to improper application of the glue, poorly defined glue lines and boundaries, holidays in the glue caused by voids or inclusions, improperly prepared surfaces, improperly scored surfaces, varying the rate of loading during the test, varying the rate of loading between tests, and sliding or twisting the fixture during the initial cure. Scratched or scored samples may contain stress concentrations leading to premature fractures.

8.5 Document any test where the load limit of the testing equipment is reached.

8.6 Protocol 1 (Test to fracture) see Fig. 2 Flow Chart.

8.6.1 Unless otherwise agreed to between the purchaser and seller, disregard test results with visually estimated glue fracture greater than 1/4 of the loading area. Use caution when using data from tests that include any visible glue fracture or

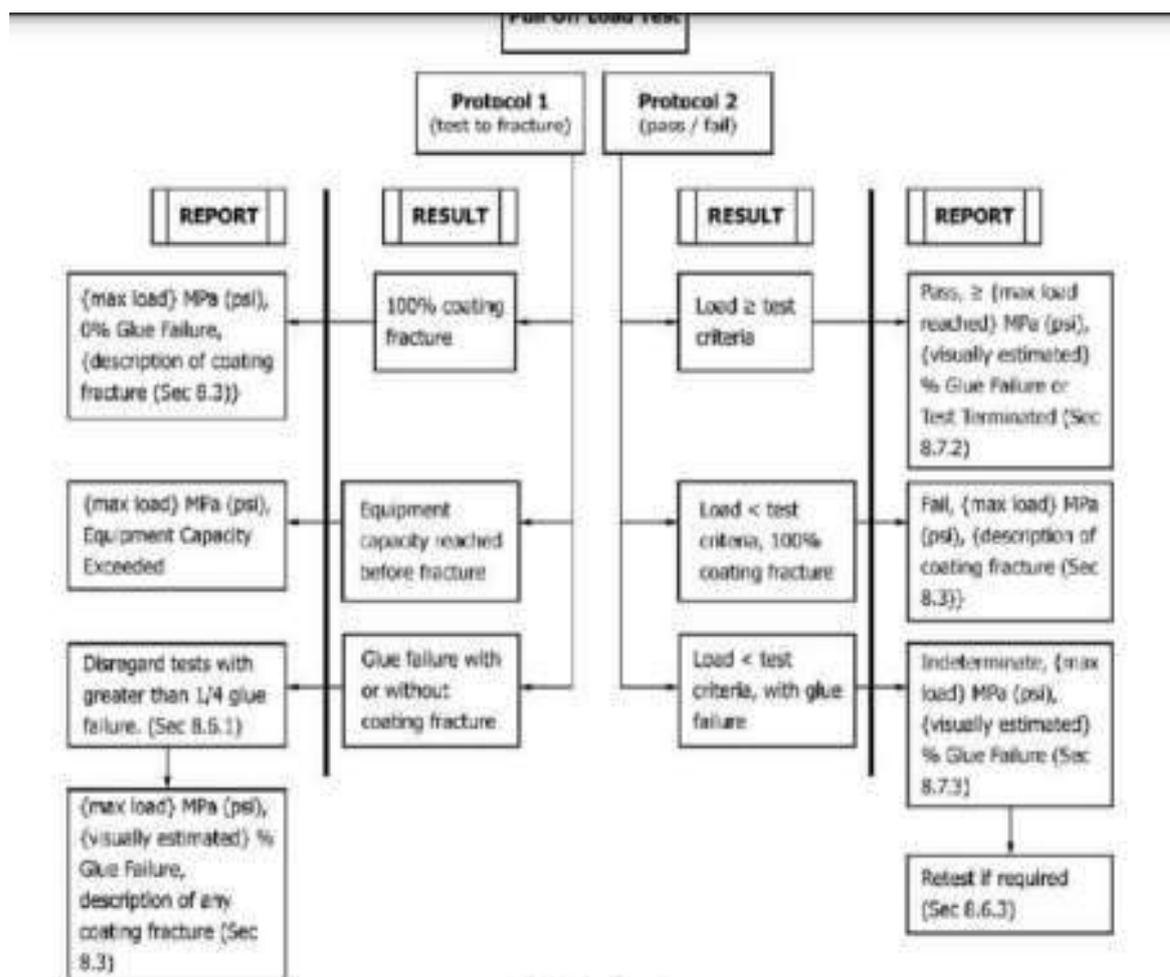


FIG. 2 Flow Chart

where the equipment capacity is exceeded for analysis as the results may not be statistically relevant.

8.7. Protocol 2 (Pass/fail test), see Fig. 2 Flow Chart.

8.7.1 The test can be terminated after the minimum criterion has been met.

8.7.2 A test is passing when the maximum load applied is greater than or equal to the pass/fail criteria.

8.7.3 If the maximum load is less than the pass/fail criteria, the test is either a failing test or an indeterminate test due to glue fracture. A test result is indeterminate when there is a visible amount of glue fracture (visibly detectable glue fracture is defined as glue failure of 5% or more of the loading area) that occurred during the test and the maximum load is less than the pass/fail criteria. An indeterminate test may be redone to determine a passing or failing result. If the test is redone, and glue fracture persists at a load below the test criteria, review

the test procedure and make adjustments to reduce glue fracture or indicate the test is indeterminate.

Note 9—Any amount of glue fracture will result in a reduction of the maximum test load measured by the testing apparatus.

Note 10—When subjected to pull-off loads, an elastomeric coating may elongate, and if the elongation or strain is sufficient, then this failure can be induced by a simulated peel type load starting at the edges of the secured sample. To reduce this effect proper scoring and test fixture alignment techniques should be employed. As well, low loading rates should be avoided to reduce the time the elastomeric coating is under stress. These factors do not preclude pull-off strength testing of elastomeric materials but should be noted when evaluating results.

9. Report

9.1 Report the following information:

9.1.1 Date, test location, testing agent,

9.1.2 Brief description of the general nature of the test, such as, field or laboratory testing, generic type of coating, etc.

9.1.3 Temperature and relative humidity and any other pertinent environmental conditions during the test period.

9.1.4 Description of the apparatus used, including: apparatus manufacturer and model number, last calibration date, loading fixture type and dimensions, and bearing ring type and dimensions.

9.1.5 Description of the test system, if possible, by the indexing scheme outlined in 8.3 including: product identity and generic type for each coat and any other information supplied, and the substrate identity (thickness, type, orientation, etc.).

9.1.6 Glue used and cure time before test.

9.1.7 Method used to secure the loading fixture during glue cure, if any.

9.1.8 Rate of pull.

9.1.9 Test results.

9.1.9.1 Detailed test results as described in Fig. 2, Flow Chart.

Note 11—When testing at a specific location, the highest results obtained may be the most representative. The most common errors made during the testing process lead to artificially lower results, typically not higher results. Characterizing a test area based on an apparent low or high individual result should be done with caution.

9.1.9.2 If corrections of the results have been made, or if certain values have been omitted such as the lowest or highest values or others, reasons for the adjustments and criteria used.

9.1.9.3 For any test where scoring was employed, indicate it by placing a footnote superscript beside each data point affected and a footnote to that effect with information of the scoring apparatus used at the bottom of each page on which such data appears. Note any other deviations from the procedure.

9.1.9.4 Note any other deviations from the procedure.

Note 12—Use caution with statistical analysis of data, such as averaging of results, for test results that include glue failure, termination of the test, or exceeding the capacity of the test equipment. The reported load for these types of test results are not representative of the maximum load capacity of the coating tested.

10. Precision and Bias⁸

10.1 The precision of this test method is based on an interlaboratory study of Test Method D4541 conducted in 2006, using the parameters of Test Method D4541-09.⁹ Analysts from seven laboratories tested six different coatings applied to 1/8 in. thick hot-rolled carbon steel plates using five different adhesion testers. Every "test result" represents an individual determination. In order to standardize and balance the data, any pull which exceeded the tester's upper limit with the available accessories at the time of testing was eliminated from the statistical analysis. Any pull in which there was 50 % or more glue fracture was also eliminated from the statistical analysis. If four valid pulls were obtained from one operator for a given material, the fourth was eliminated and the first three valid replicate test results (from one operator) for each

TABLE 1 Adhesion Testing Method B, Pull-Off Strength (psi)

Coating	Average	Repeatability	Reproducibility	Repeatability	Reproducibility
		Standard Deviation	Standard Deviation	Limit	Limit
	\bar{x}	S	s_R	r	R
B	1195	275	330	777	925
C	549	109	117	305	325
D	1212	412	483	1155	1351
E	1385	392	275	537	774
Coating	Average	Repeatability Limit		Reproducibility Limit	
	\bar{x}	r	% of average	R	% of average
B	1195	777	65.1	925	77.4
C	549	305	55.6	325	59.0
D	1212	1155	95.3	1351	111.5
E	1385	537	38.8	774	55.9
Avg.			54.7		75.0

material were included in the statistical analysis. Practice E691 was followed for the design and analysis of the data; the details are given in Research Report No. RR.D01-1147.

Note 13—The pull-off strength of two of the coatings, identified during the round robin as Coating A and Coating F, exceeded the measurement limits of the testers with the accessories available at the time of testing, and were therefore eliminated from the statistical analysis.

10.1.1 **Repeatability**—Two test results obtained within one laboratory shall be judged not equivalent if they differ by more than the " r " value for that material; " r " is the interval representing the critical difference between two test results for the same material, obtained by the same operator using the same equipment on the same day in the same laboratory.

10.1.1.1 Repeatability limits are listed in Tables 1-5.

10.1.2 **Reproducibility**—Two test results shall be judged not equivalent if they differ by more than the " R " value for that material; " R " is the interval representing the difference between two test results for the same material, obtained by different operators using different equipment in different laboratories.

10.1.2.1 Reproducibility limits are listed in Tables 1-5.

10.1.3 Any judgment in accordance with these two statements would have an approximate 95 % probability of being correct.

10.2 **Bias**—At the time of the study, there was no accepted reference material suitable for determining the bias for this test method, therefore no statement is being made.

10.3 The precision statement was determined through statistical examination of 394 results, produced by analysts from seven laboratories, on four coatings, using five different instruments. Different coatings were used as a means to achieve a range of pull-off strengths covering the operating range of all the instruments.

10.3.1 Results obtained by the same operator using instruments from the same Method should be considered suspect if they differ in percent relative by more than the intralaboratory values given in Table 6. Triplicate results obtained by different operators using instruments from the same Method should be considered suspect if they differ in percent relative by more than the interlaboratory values given in Table 6.

⁸ Supporting data have been filed at ASTM International Headquarters and may be obtained by requesting Research Report RR.D01-1147. Contact ASTM Customer Service at service@astm.org

⁹ Scotch Weld 420, available from 3M, Adhesives, Coatings and Sealants Div., 3M Center, St. Paul, MN 55144, was used in the interlaboratory study round robin.

Coating	Average	Repeatability Standard Deviation	Reproducibility Standard Deviation	Repeatability Limit	Reproducibility Limit
\bar{x}	s	sR	r	RL	RR
B	1974	732	37.1	907	45.9
C	1221	382	31.3	1515	125.7
D	2110	706	33.5	895	42.0
E	2012	869	33.3	1504	49.9
Aug			30.4		70.5

TABLE 3 Adhesion Testing Method D, Pull-Off Strength (psi)

Coating	Average	Repeatability Standard Deviation	Reproducibility Standard Deviation	Repeatability Limit	Reproducibility Limit
\bar{x}	s	sR	r	RL	RR
B	2458	146	270	408	755
C	1232	31	118	87	324
D	2707	155	233	434	851
E	2354	183	273	458	794
Coating	Average	Repeatability Limit		Reproducibility Limit	
\bar{x}	r	% of average	RL	% of average	RR
B	2458	408	16.6	755	30.7
C	1232	87	7.1	324	26.3
D	2707	434	16.0	851	31.4
E	2354	458	19.4	794	33.7
Aug			14.8		39.4

TABLE 4 Adhesion Testing Method E, Pull-Off Strength (psi)

Coating	Average	Repeatability Standard Deviation	Reproducibility Standard Deviation	Repeatability Limit	Reproducibility Limit
\bar{x}	s	sR	r	RL	RR
B	2210	173	215	483	601
C	1120	110	150	321	400
D	2481	361	422	1011	1181
E	2449	173	198	485	625
Coating	Average	Repeatability Limit		Reproducibility Limit	
\bar{x}	r	% of average	RL	% of average	RR
B	2210	483	21.9	601	27.2
C	1120	321	28.7	433	38.7
D	2481	1011	40.7	1181	47.6
E	2449	485	19.8	555	22.7
Aug			27.8		34.1

TABLE 5 Adhesion Testing Method F, Pull-Off Strength (psi)

Coating	Average	Repeatability Standard Deviation	Reproducibility Standard Deviation	Repeatability Limit	Reproducibility Limit
\bar{x}	s	sR	r	RL	RR
B	2070	102	125	287	351
C	1106	60	108	169	304
D	2388	124	160	347	449
E	2327	212	237	609	694
Coating	Average	Repeatability Limit		Reproducibility Limit	
\bar{x}	r	% of average	RL	% of average	RR
B	2070	287	13.9	351	17.0
C	1106	169	15.3	304	27.5
D	2388	347	14.7	449	19.0
E	2327	609	26.2	694	29.8
Aug			17.5		23.0

11. Keywords

11.1 adhesion; coatings; field; metal substrates; paint; portable; pull-off strength; tensile test

TABLE 6 Precision of Adhesion Pull-Off Measurements (averaged across coating types for each instrument)

Intralaboratory	Maximum Recommended Difference, %	Interlaboratory	Maximum Recommended Difference, %
Method B	64.7	Method B	76.0
Method C	33.8	Method C	65.9
Method D	14.8	Method D	28.4
Method E	27.8	Method E	34.1
Method F	17.5	Method F	21.0

ANNEXES

(Mandatory Information)

A1. FIXED-ALIGNMENT ADHESION TESTER TYPE II (TEST METHOD B)

A1.1 Apparatus:

A1.1.1 This is a fixed-alignment portable tester, as shown in Fig. A1.1.¹

Note A1.1—Precision data for Type II instruments shown in Table 6 were obtained using the devices described in Fig. A1.1.

A1.1.2 The tester is comprised of detachable aluminum loading fixtures having a flat conic base that is 20 mm (0.8 in.) in diameter on one end for securing to the coating, and a circular T-bolt head on the other end, a central grip for engaging the loading fixture that is forced away from a tripod base by the interaction of a hand wheel (or nut), and a coaxial bolt connected through a series of Belleville washers, or springs in later models, that acts as both a torsion relief and a spring that displaces a dragging indicator with respect to a scale.

A1.1.3 The force is indicated by measuring the maximum spring displacement when loaded. Care should be taken to see that substrate bending does not influence its final position or the actual force delivered by the spring arrangement.

A1.1.4 The devices are available in four ranges: From 3.5, 7.0, 14, and 28 MPa (0 to 500, 0 to 1000, 0 to 2000, and 0 to 4000 psi).

A1.2 Procedure:

A1.2.1 Center the bearing ring on the coating surface concentric with the loading fixture. Turn the hand wheel or nut of the tester counterclockwise, lowering the grip so that it slips under the head of the loading fixture.

A1.2.2 Align or shim the three instrument swivel pads of the tripod base so that the instrument will pull perpendicularly to the surface at the bearing ring. The annular ring can be used on flexible substrates.

A1.2.3 Take up the slack between the various members and slide the dragging (force) indicator located on the tester to zero.

A1.2.4 Firmly hold the instrument with one hand. Do not allow the base to move or slide during the test. With the other hand, turn the hand wheel clockwise using as smooth and constant motion as possible. Do not jerk or exceed a stress rate of 150 psi/s (1 MPa/s) that is attained by allowing in excess of 7 s/7 MPa (7 s/1000 psi), stress. If the 14 or 28 MPa (2000 or 4000 psi) models are used, the hand wheel is replaced with a nut requiring a wrench for tightening. The wrench must be used in a plane parallel to the substrate so that the loading fixture will not be removed by a shearing force or misalignment, thus negating the results. The maximum load must be reached within about 100 s.

A1.2.5 The pulling force applied to the loading fixture is increased to a maximum or until the system fails at its weakest locus. Upon fracture, the scale will rise slightly, while the dragging indicator retains the apparent load. The apparatus scale indicates an approximate load directly in pounds per square inch, but may be compared to a calibration curve.

A1.2.6 Record the highest value attained by reading along the bottom of the dragging indicator.

¹ The sole source of supply of the Elcometer, Model 106, adhesion tester known to the committee at this time is Elcometer Instruments, Ltd., Edger Lane, Drayton, Manchester M20 6UR, United Kingdom, England.

² If you are aware of alternative suppliers, please provide this information to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend.

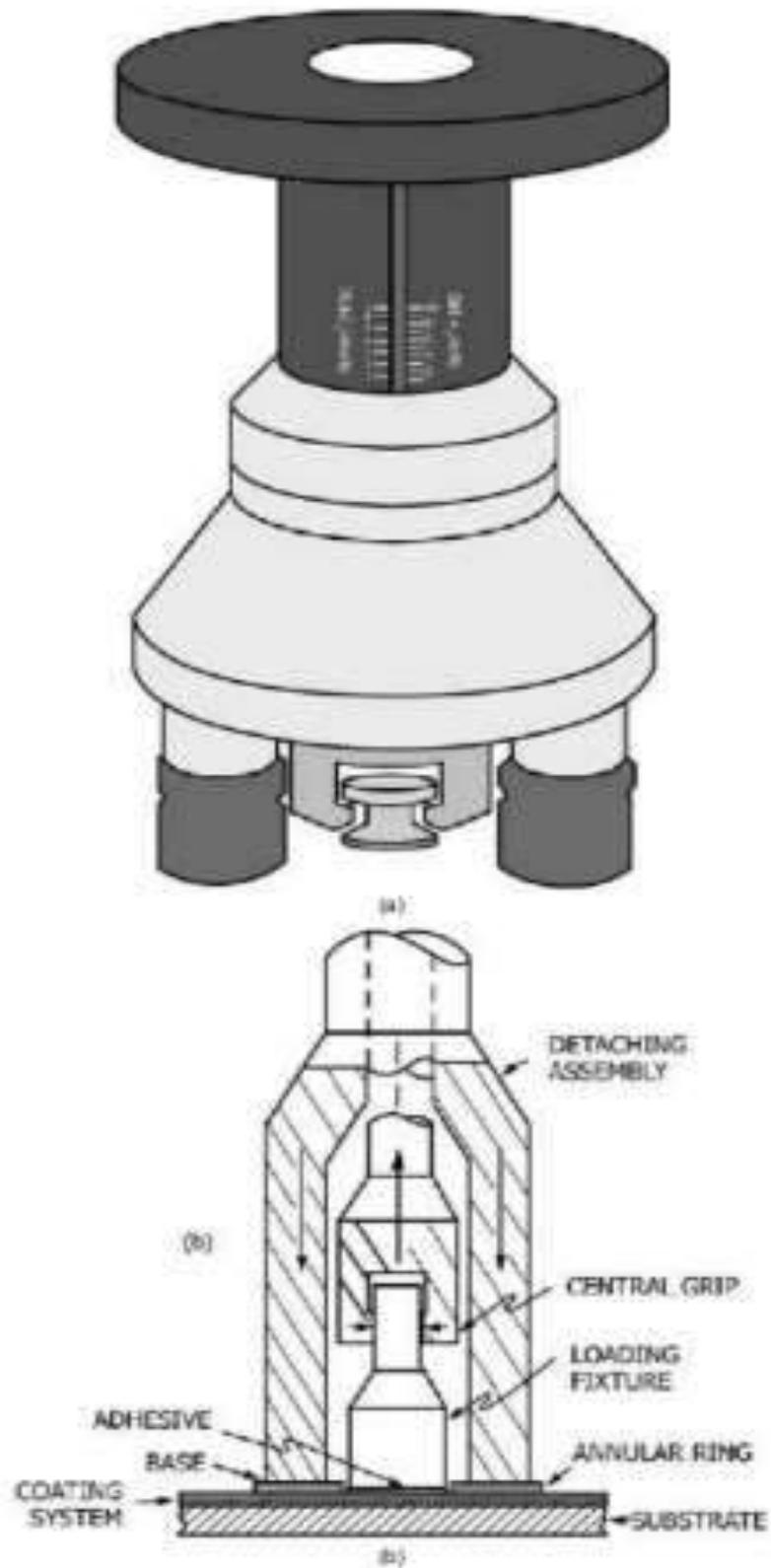


FIG. A1.1 Photograph (a) and Schematic (b) of Type II, Fixed Alignment Pull-Off Tester

A2. SELF-ALIGNING ADHESION TESTER TYPE III (TEST METHOD C)

A2.1 *Apparatus:*

A2.1.1 This is a self-aligning tester, as shown in Fig. A2.1.^{9,8}

NOTE A2.1—Precision data for Type III instruments shown in Table 6 were obtained using the devices described in Fig. A2.1.

A2.1.2 Load is applied through the center of the loading fixture by a hydraulic piston and pin. The diameter of the piston bore is sized so that the area of the bore is equal to the net area of the loading fixture. Therefore, the pressure reacted by the loading fixture is the same as the pressure in the bore and is transmitted directly to a pressure gauge.

A2.1.3 The apparatus is comprised of: a loading fixture, 19 mm (0.75 in.) outside diameter, 3 mm (0.125 in.) inside diameter, hydraulic piston and pin by which load is applied to the loading fixture, hose, pressure gauge, threaded plunger and handle.

A2.1.4 The force is indicated by the maximum hydraulic pressure as displayed on the gauge, since the effective areas of the piston bore and the loading fixture are the same.

⁹ The sole source of supply of the Hate Mark VII adhesion tester known to the committee at this time is Hydraulic Adhesion Test Equipment, Ltd., 629 Inlet Rd., North Palm Beach, FL 33408.

A2.1.5 The testers are available in three standard working ranges: 0 to 10 MPa (0 to 1500 psi), 0 to 15 MPa (0 to 2250 psi), 0 to 20 MPa (0 to 3000 psi). Special loading fixtures shaped to test tubular sections are available.

A2.2 *Procedure:*

A2.2.1 Follow the general procedures described in Sections 6 and 7. Procedures specific to this instrument are described in this section.

A2.2.2 Insert a decreased TFE-fluorocarbon plug into the loading fixture until the tip protrudes from the surface of the loading fixture. When applying glue to the loading fixture, avoid getting glue on the plug. Remove plug after holding the loading fixture in place for 10 s.

A2.2.3 Ensure that the black needle of the tester is reading zero. Connect a test loading fixture to the head and increase the pressure by turning the handle clockwise until the pin protrudes from the loading fixture. Decrease pressure to zero and remove the test loading fixture.

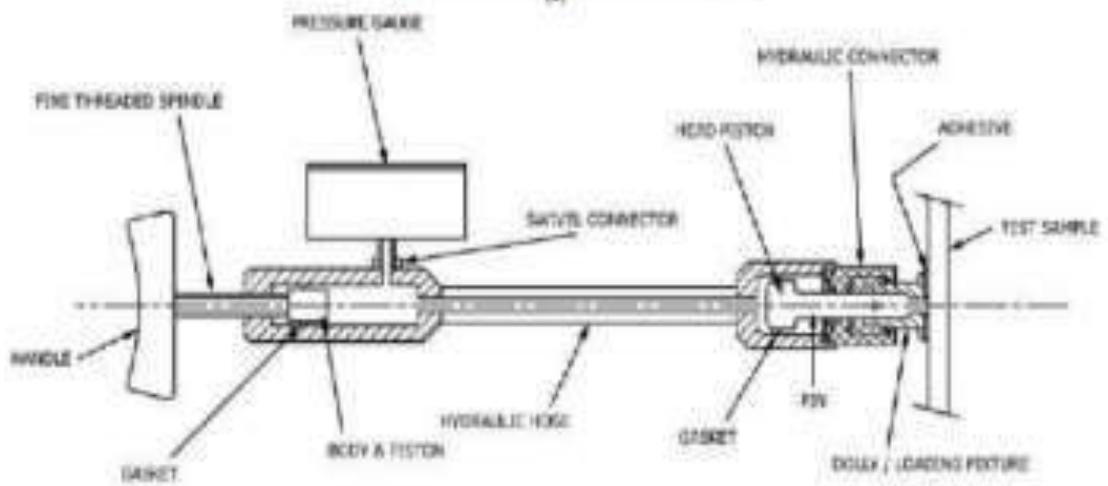
A2.2.4 Connect the head to the loading fixture to be tested, by pulling back the snap-on ring, pushing the head and releasing the snap-on ring. Ensure the tester is held normal to the surface to be tested and that the hose is straight.

A2.2.5 Increase the pressure slowly by turning the handle clockwise until either the maximum load or fracture is reached.

D4541 - 17



(A)





A3. SELF-ALIGNMENT ADHESION TESTER TYPE IV (TEST METHOD D)

A3.1 Apparatus:

A3.1.1 This is a self-aligning automated tester, which may have a self-contained pressure source and has a control module that controls a choice of different load range detaching assemblies, or pistons. It is shown in Fig. A3.1.

NOTE A3.1—Precision data for Type IV instruments shown in Table 6 were obtained using the devices described in Fig. A3.1.

A3.1.2 The apparatus is comprised of: (1) a loading fixture, (2) a detaching assembly, or piston, (3) one of several control modules, and (4) a pressurized air source.

A3.1.3 The loading fixtures are available on many different sizes (3 to 75 mm) based on the particulars of the system being tested. The standard loading fixture is 12.5 mm (0.5 in) in diameter. The face of the loading fixture can be rough, smooth, curved, machined, etc.

A3.1.4 The pistons are also available in several different sizes, or load ranges. It is recommended that a piston is chosen so that the midpoint of the range is close to the suspected tensile strength of the coating to be tested. This will provide the most forgiveness in errors of assumed coating strength.

A3.1.5 Several models of control modules are available. The digital models may include optional accessories allowing for features such as wireless real-time transmission of pull-tests via Bluetooth and your PC, LabVIEW-created software, USB camera attachment to photo document your pulls, and computer generated reporting capabilities.

A3.1.6 The pressurized air source may be (1) a self-contained miniature air cylinder for maximum portability, (2) shop (bottled) air, or (3) air from an automated pump.

A3.2 Procedure:

A3.2.1 Follow the general procedures described in Sections 6 and 7. Procedures specific to Type IV testers are described in the following section.

A3.2.2 Adhere a loading fixture to the coating based on the epoxy manufacturer's instructions, employing either a cut-off ring or glue mask to reproducibly define the area being tested. On larger sized loading fixtures, simply wipe away excess epoxy with a cotton tipped applicator or rag.

A3.2.3 Place the piston over the loading fixture and gently thread the reaction plate (top of piston) onto the loading fixture.

A3.2.4 Attach the appropriate pneumatic hoses and ensure that the control module has an air supply of at least 0.67 Mpa (100 psi) as read on the supply gauge. Zero the Piston Pressure gauge/display.

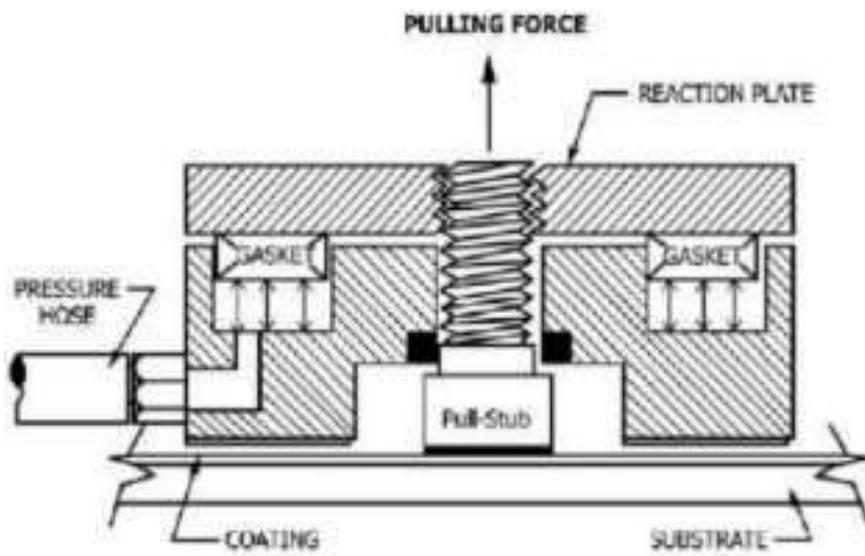
A3.2.5 Ensure that the Rate Valve is closed (clockwise finger tight) and then press and hold the Run button. Slowly open the Rate Valve (counterclockwise) and monitor the Piston Pressure gauge/display to obtain a rate of pressure increase of less than 1 MPa/s (100 psi/s) yet allowing for the entire test to be complete within 100 s. When the loading fixture detaches from the surface or the required pressure is attained, release the Run button.

A3.2.6 Open the Rate Valve even further (counterclockwise) to relieve the residual pressure so the loading fixture can be removed from the piston to prepare for the next test.

A3.2.7 Record both the maximum pressure attained and the specific piston used. Convert the maximum Piston Pressure to the load applied to the coating using the conversion charts or set the specific testing parameters within the software to have this step completed automatically.



(a)



CROSS SECTION SCHEMATIC OF PISTON ATTACHED TO PULL-STUB

A4. SELF-ALIGNING ADHESION TESTER TYPE V (TEST METHOD E)

A4.1 Apparatus:

A4.1.1 This is a self-aligning tester, as shown in Fig. A4.1.^{10,8}

Note A4.1—Precision data for Type V instruments shown in Table 6 were obtained using the devices described as "Manual" in Fig. A4.1.

A4.1.2 A self-aligning spherical loading fixture head is used by this tester. Load evenly distributes pulling force over the surface being tested, ensuring a perpendicular, balanced pull-off. A loading fixture of 20 mm (0.78 in.) is equal to the area of the position bore in the actuator. Therefore, the pressure reacted by the loading fixture is the same as the pressure in the actuator and is transmitted directly to the pressure gauge. The tester performs automatic conversion calculations for the 50 mm (1.97 in.) loading fixtures and other common sizes of 10 and 14 mm (0.39 in. and 0.55 in. respectively).

A4.1.3 The apparatus is comprised of: a loading fixture, 10 to 50 mm (0.39 and 1.97 in. respectively) diameter, hydraulic actuator by which the load is applied to the loading fixture, pressure gauge with LCD display, and hydraulic pump.

A4.1.4 The display on the pressure gauge indicates the maximum force and the rate of pull.

A4.1.5 The tester is available with accessories for finishes on plastics, metals, and wood. Special loading fixtures, typically 10 mm (0.39 in.) and 14 mm (0.55 in.) are available for use on curved surfaces and when higher pull-off pressures are required.

A4.2 Procedure:

A4.2.1 Follow the general procedures described in Sections 6 and 7. Procedures specific to Type V Testers are described in this section.

A4.2.2 Ensure the pressure relief valve on the pump is completely open. Push the actuator handle completely down into the actuator assembly.

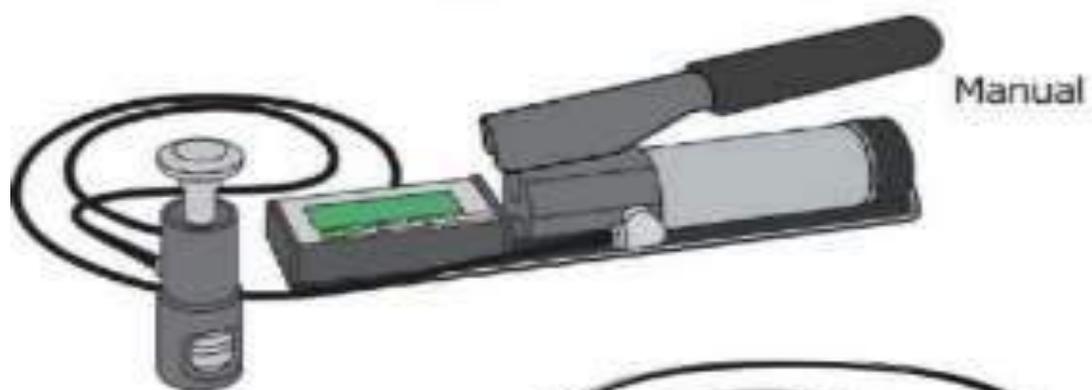
A4.2.3 Place the actuator assembly over the loading fixture head and attach the quick coupling to the loading fixture. Close the pressure relief valve on the pump. Select the appropriate loading fixture size on the display and then press the zero button.

A4.2.4 Prime the pump by pumping the handle until the displayed reading approaches the priming pressure as explained in the instruction manual. Return the pump handle to its full upright position and then complete a single stroke at a uniform rate of no more than 1 MPa/s (150 psi/s) as shown on the display until the actuator pulls the loading fixture from the surface.

A4.2.5 Immediately following the pull, open the pressure relief valve on the pump to release the pressure. The display will maintain the maximum pressure reading. Record this pull off pressure into the tester's memory and mark the loading fixture for future qualitative analysis.

A4.2.6 A version of this tester is available with an automatic hydraulic pump.

¹⁰The sole source of supply of the PostTest Pull-Off Tester known to the committee at this time is Defelsko Corporation, 802 Proctor Avenue, Upperville,



(a)



(b)

FIG. A4.1 Photograph (a) and Schematic (b) of Type V, Self-Aligning Tester

A5. SELF-ALIGNING ADHESION TESTER TYPE VI (TEST METHOD F)

A5.1 Apparatus:

A5.1.1 This is a self-aligning tester, as shown in Fig. A5.1.

NOTE A5.1—Precision data for Type VI instruments shown in Table 6 were obtained using the devices described in Fig. A5.1.

A5.1.2 The self-aligning testing head uses four independently operated feet to ensure that the pull stress on the loading fixture is evenly distributed independently of the shape of the substrate or the angle of the loading fixture to the surface. See Fig. A5.1.

A5.1.3 The apparatus comprises a crank handle pull mechanism with a hydraulic cable mechanism, a self-aligning test head rated at 6.3 kN and loading fixtures.

A5.1.4 A range of loading fixtures, from 2.8 to 70 mm diameter is available. The 20 mm diameter loading fixtures are directly connected to the test head by means of a quick release connector. Other loading fixture sizes are supplied with threads machined to allow connection to the self-aligning test head using an adapter. Loading fixtures with diameters in the range 2.8 to 5.7 mm are used with a micro self-aligning test head rated at 1 kN.

A5.1.5 The force applied to the loading fixture is displayed on a hydraulic pressure gauge with a dragging indicator that shows the maximum reading at the point where the loading fixture is removed from the surface. The gauge carries both PSI and MPa values on two scales.

A5.2 Procedure:

A5.2.1 Following the general procedures described in Sections 6 and 7, procedures specific to Type VI testers are described in the following section.

A5.2.2 Ensure that the pressure in the pull mechanism is released by opening the valve at the bottom of the cylinder. Turn the dragging indicator to zero in line with the gauge indicator needle.

A5.2.3 Attach the self-aligning test head to the hydraulic cable mechanism using the quick release connector on the side of the test head. Return the crank handle to the start position and ensure that the four pistons of the self-aligning head are level by pushing the head against a flat surface.

A5.2.4 Place the relevant support ring over the loading fixture. A support ring is not required for 25 mm, 50 mm, or 70 mm diameter loading fixtures or for 50 mm square loading fixtures.

A5.2.5 Attach the test head to the loading fixture either directly or using the adapter, where appropriate. Close the valve.

A5.2.6 Ensure that the hydraulic cable mechanism is not pulled tight. Hold the pull mechanism in one hand and operate the crank with the other using a smooth and regular motion to ensure that the force is applied evenly until the desired value is reached or the fracture occurs.

A5.2.7 Immediately following the completion of the pull, open the valve to release any residual pressure and return the crank handle to the start position. The unit is now ready for the next pull.

A5.2.8 Note the value indicated by the dragging indicator and mark the loading fixture for further analysis as described in Section 8.

D4541 - 17

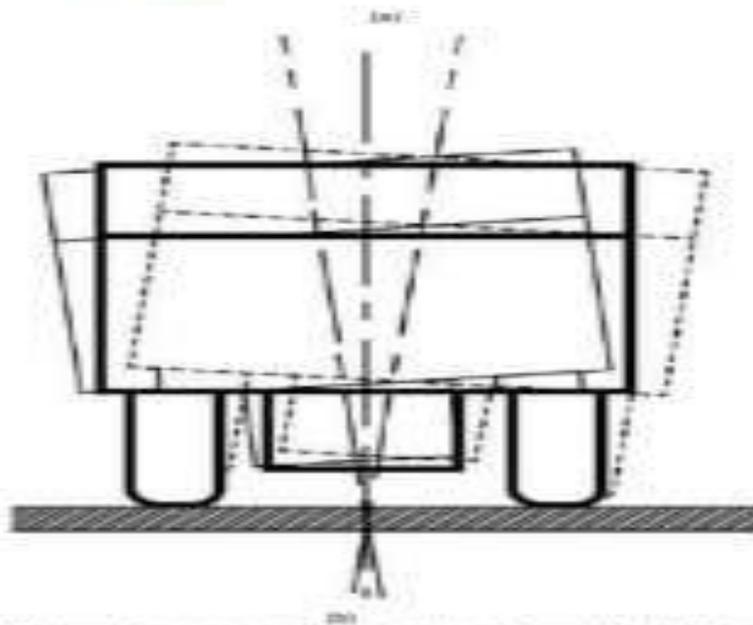
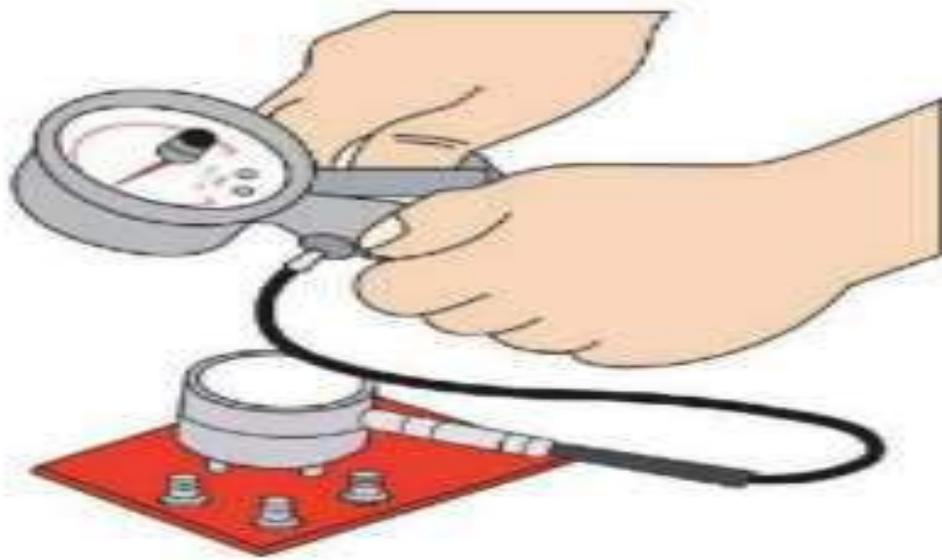


FIG. A5.1 Photograph (a) and Schematic (b) of Type VI Self-Aligning Tester.

SUMMARY OF CHANGES

Committee D01 has identified the location of selected changes to this standard since the last issue (D4541-09¹) that may impact the use of this standard. (Approved August 1, 2017.)

(1) TBD

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 (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org). Permission rights to photocopy the standard may also be secured from the Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, Tel: (978) 646-2600; <http://www.copyright.com/>

ANEXO G: INFORME DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LAS PLACAS



PROYECTO No: P 4674-0122-00

**CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR
POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**"DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE
ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO
SOMETIDAS A PREPARACIÓN
SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-
SP-5 NACE 1"**

JUNIO 2022

INFORMES DE CALIDAD

1 DE 1

QUITO - ECUADOR



DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD



REPORTE DE INSPECCIÓN - PREPARACIÓN SUPERFICIAL

PLACA: 0000000
7-019-2022-02

Registro: SAU - CR - PNT - 003 - 01

Reporte N°:

1112

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLAGAS DE ADHES SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP13 NADE 1*

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

LOCALIZACIÓN: TALLER - SAURUS

IDENTIFICACIÓN - TAG: PLACA TESTIGO PLA

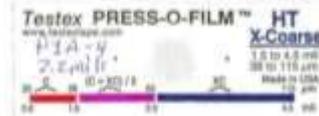
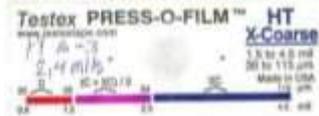
FECHA: 03/06/2022

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP1



MUESTRA N°1 : PLACA PARA ENSAYO (P1-A)

TESTIGO PRESS-O-FILM



RESULTADO DE LA IMPRESIÓN:

C. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
E. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SP1 MATERIAL GRADO B
L. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METÁLICA GRIET-SHOT
A. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	P1: 3.8 mils / P2: 3.2 mils / P3: 2.4 mils / P4: 2.2 mils / P5: 2.0 mils / P6: 2.2 mils / P7: 2.0 mils / P8: 2.2 mils / P9: 1.6 mils
S. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTES, RANGO 1.5 A 4.5 MILS
T. TEMPERATURA DEL SUSTRATO:	25 °C
V. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de pintura marca DUMA - sigmatel 270
D. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P1-A)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje: Microscopio marca ELCOBETER SERIE: UKV271

Fecha calibración: 18/08/21 Próxima calibración: 18/08/22

Etiquetas marcadas de acuerdo a la norma NADE SP1067

ELABORADO POR:

CARGO:	GAUDI SAURUS EDUCADOR
NOMBRE:	LUIS DUMBA
FIRMA:	
FECHA:	03/06/2022



DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD



REPORTE DE INSPECCIÓN - PREPARACIÓN SUPERFICIAL

PLANT: 03005
P.01/0100

Registro: SAU - DR - PNT - 002 - 01

Revisión: 01

21/12

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP 8 NACE 11

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

UBICACIÓN: TALLER - SAURUS

IDENTIFICACIÓN / TAG: PLACA TESTING P1-B

FECHA: 03/06/22

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP8



MUESTRA N°2 : PLACA PARA ENSAYO (P1-B)

TESTIGO PRESS-O-FILM



RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN SIMPLER DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SP8 MATERIAL GRADO B
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METÁLICA DBT, SHOT
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	PT: 2.8 mils / PE: 2.4 mils PE: 2.2 mils / PA: 2.8 mils PE: 2.4 mils PB: 2.4 mils / PC: 2.4 mils PE: 2.4 mils / PD: 2.2 mils
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTEX RANGO 1.5 A 4.2 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUSTRATO:	21°C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de puntos marca 81200A - signatex 271
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P1-B)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje: Medidor marca ELOOMETER. SERIE: L40071
 Fecha calibración: 19/08/21 Próxima calibración: 19/08/22
 El report realizado de acuerdo a la norma NACE SSPC87

ELABORADO POR	
CARGO:	INGENIERO SAURUS ESCUELA
NOMBRE:	LISA RAMOS
FIRMA:	
FECHA:	03/06/2022



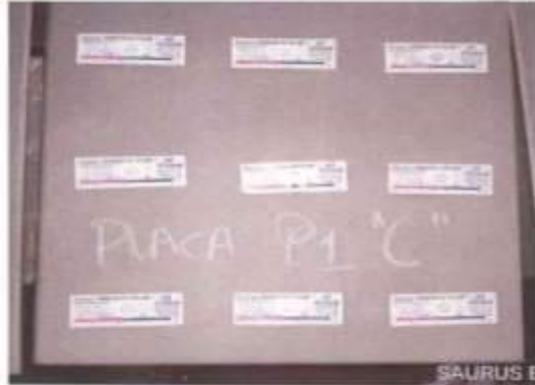
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD



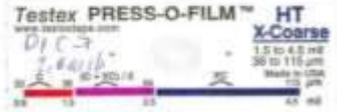
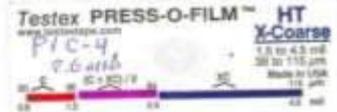
REPORTE DE INSPECCIÓN - PREPARACIÓN SUPERFICIAL

PLACA - GRABADO Y SERIALIZADO	Registro: SAU - OR - PNT - 003 - 01	Fecha: N°	2 / 13
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1*		
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		
LOCACIÓN:	TALLER - SAURUS		
IDENTIFICACIÓN - TAG:	PLACA TESTIGO P1-C		
FECHA:	2022		

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP5	TESTIGO PRESS-O-FILM
------------------------------------------	----------------------



MUESTRA N°3 : PLACA PARA ENSAYO (P1-C)



RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SP5 MATERIAL GRADO B
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METALICA SHOT-BLAST
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	P1: 2.4 mils / P2: 2.4 mils / P3: 2.8 mils / P4: 2.8 mils / P5: 2.8 mils P6: 2.4 mils / P7: 2.8 mils / P8: 2.8 mils / P9: 2.8 mils
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTEX, RANGO 1.5 A 4.5 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUSTRATO:	25 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado a sistema de presión marca SPM4 - sistema 216
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P1-C)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje: Mohrmet, marca SLOOMETER, SERIE: LK021
 Fecha calibración: 19/08/21 Próxima calibración: 19/08/22
 Ensayo realizado de acuerdo a la norma NACE SP0207

ELABORADO POR:	
CARGO:	BASE SAURUS ECUADOR
NOMBRE:	LOS BARRA
FIRMA:	
FECHA:	01/06/2022



DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD



REPORTE DE INSPECCIÓN - PREPARACIÓN SUPERFICIAL

PLACA - ENSAYO
P-014/2022

Registro: SAU - OR - PINT - 003 - 01

Reporte N°: 4112

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1^o

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

LOCACIÓN: TALLER - SAURUS

IDENTIFICACIÓN - TAG: PLACA TESTIGO P1-D

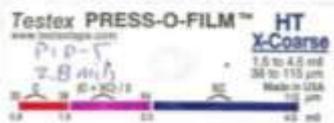
FECHA: 03/06/22

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP5



MUESTRA N°4 : PLACA PARA ENSAYO (P1-D)

TESTIGO PRESS-O-FILM



RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SP5 MATERIAL GRADO B
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METÁLICA DRY- SHOT
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	PI: 2.4 mil / P2: 2.4 mil P3: 2.4 mil / P4: 2.4 mil P5: 2.8 mil P6: 2.4 mil / P7: 2.4 mil P8: 2.4 mil / P9: 2.4 mil
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTEX, RANGO 1.5 A 4.5 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUSTRATO:	23 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de pintura marca SORMA - sistema 275
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P1-D)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje: Micrómetro marca ELCOMETER, SERIE: U0071

Fecha calibración: 19/06/21 Proxima calibración: 19/06/22

Ensayo realizado de acuerdo a la norma NACE SP0107

ELABORADO POR:

CARGO: SAUC SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS SIBRA

FECHA: 03/06/2022



DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD



REPORTE DE INSPECCIÓN - PREPARACIÓN SUPERFICIAL

PLACA: 000008
7-0004022-01

Registro: SAU - CR - PINT - 003 - 01

Página: 01 / 01

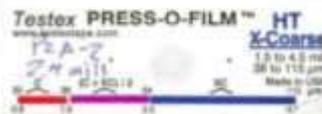
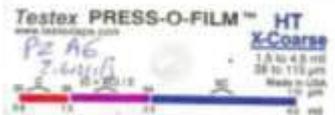
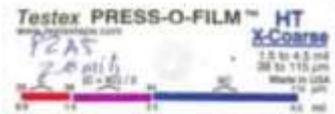
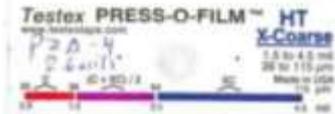
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP 8 NACE 1*
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
LOCACIÓN:	TALLER - SAURUS
IDENTIFICACIÓN - TAG:	PLACA TESTIGO P2-A
FECHA:	03/03/22

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP8



MUESTRA N°5 : PLACA PARA ENSAYO (P2-A)

TESTIGO PRESS-O-FILM



RESULTADO DE LA INSPECCIÓN:

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLAZO - METAL BLANCO SSPC SP8 MATERIAL GRADO B
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METÁLICA DRIT- SHOT
4. PERFIL DE ANLAJE OBTENIDO:	P1: 2.5 mil / P2: 2.4 mil / P3: 2.5 mil / P4: 2.5 mil / P5: 2.5 mil P6: 2.5 mil / P7: 2.4 mil / P8: 2.5 mil / P9: 2.4 mil
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANLAJE:	INSTRUMENTO DE FILM TESTEX, RANGO 1.5 A 4.5 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUSTRATO:	20 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de pintura manual SSPC - sistema 273
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P2-A)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje Medidor marca ELCOMETER SERIE: LK2071
 Fecha calibración: 18/04/21 Próxima calibración: 18/04/22
 Ensayo realizado de acuerdo a la norma NACE SP0187

ELABORADO POR:	
CARGO:	INGENIERO SAURUS ECUADOR
NOMBRE:	JUAN PARRA
FIRMA:	
FECHA:	03/03/2022



DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD



REPORTE DE INSPECCIÓN - PREPARACIÓN SUPERFICIAL

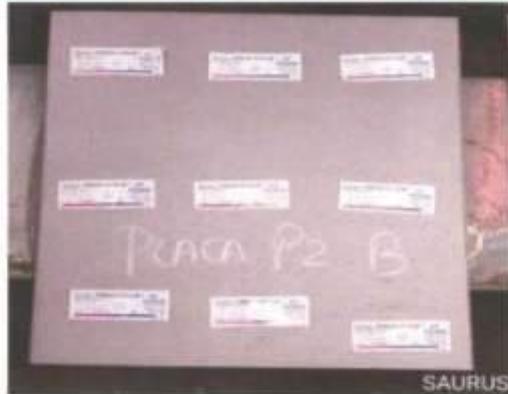
PLAZA - SIMON
P-804-023-02

Registro: SAU - CR - PNT - 003 - 01

Reporte N°: 8/12

PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-8 NACE 1*
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
LOCACIÓN:	TALLER - SAURUS
IDENTIFICACIÓN - TAG:	PLACA TESTIGO P2-B
FECHA:	03/03/22

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP8



MUESTRA N°6 : PLACA PARA ENSAYO (P2-B)

TESTIGO PRESS-O-FILM

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testexcorp.com
P2-B-3
2.4 mils
30 to 115 µm
Made in USA
112 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testexcorp.com
P2-B-4
2.4 mils
30 to 115 µm
Made in USA
112 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testexcorp.com
P2-B-5
2.4 mils
30 to 115 µm
Made in USA
112 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testexcorp.com
P2-B-6
2.4 mils
30 to 115 µm
Made in USA
112 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testexcorp.com
P2-B-7
2.4 mils
30 to 115 µm
Made in USA
112 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testexcorp.com
P2-B-8
2.4 mils
30 to 115 µm
Made in USA
112 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testexcorp.com
P2-B-1
2.4 mils
30 to 115 µm
Made in USA
112 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testexcorp.com
P2-B-2
2.4 mils
30 to 115 µm
Made in USA
112 µm

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN:

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC-SP1
2. ESPECIFICACION DESPUES DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SP8 MATERIAL GRADO B
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METALICA DRY- SHOT
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	P1: 2.4 mils / P2: 2.3 mils / P3: 2.4 mils / P4: 2.4 mils / P5: 2.4 mils P6: 2.8 mils / P7: 2.4 mils / P8: 2.4 mils / P9: 2.4 mils
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTEX, RANGO 1.5 A 4.5 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUSTRATO:	22 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de pintura marca SIGMA - signifar 219
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P2-B)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje: Micrómetro marca ELOCOMETER, SERIE: UR2771.
Fecha calibración: 18/03/21 Próxima calibración: 18/03/22
Criterio realizado de acuerdo a la norma NACE SSPC87

ELABORADO POR:

CARGO:	SAU/ SAURUS EDUCADOR
SUFRONTE:	LUIS SUÑEA
FIRMA:	
FECHA:	03/03/22



DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD



REPORTE DE INSPECCIÓN - PREPARACIÓN SUPERFICIAL

USAR: 000000
F0000000

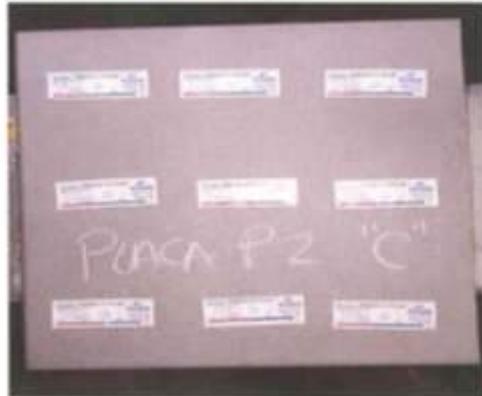
Registro: SAU - OR - PNT - 003 - 01

Reporte N°:

7/13

PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL, BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1*
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
UBICACIÓN:	TALLER - SAURUS
IDENTIFICACIÓN - TAG:	PLACA TESTIGO P2-C
FECHA:	03/08/22

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP5



MUESTRA N°7 : PLACA PARA ENSAYO (P2-C)

TESTIGO PRESS-O-FILM

Testex PRESS-O-FILM™ HT
www.testexfilm.com
X-Coarse
1.5 to 4.0 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

P2-C-3
2.2 mil
56 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT
www.testexfilm.com
X-Coarse
1.5 to 4.0 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

P2-C-4
2.2 mil
56 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT
www.testexfilm.com
X-Coarse
1.5 to 4.0 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

P2-C-5
2.2 mil
56 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT
www.testexfilm.com
X-Coarse
1.5 to 4.0 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

P2-C-6
2.4 mil
61 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT
www.testexfilm.com
X-Coarse
1.5 to 4.0 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

P2-C-7
2.9 mil
74 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT
www.testexfilm.com
X-Coarse
1.5 to 4.0 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

P2-C-8
2.4 mil
61 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT
www.testexfilm.com
X-Coarse
1.5 to 4.0 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

P2-C-9
2.4 mil
61 µm

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

1. LIMPIEZA PREVIA	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SP5 (MATERIAL GRADO B)
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN	GRANALLA METÁLICA (SBT - SHOT)
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO	PT: 2.4 mil / PD: 2.3 mil / PS: 2.2 mil / PE: 2.3 mil / PF: 2.4 mil PG: 2.4 mil / PH: 2.4 mil / PI: 2.4 mil / PJ: 2.4 mil
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE	PRESS-O-FILM TESTEX, RANGO 1.5 A 4.5 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUBSTRATO	23 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de perfora marca SCSMA - signaflex 279
8. DETALLE DEL EQUIPO	PLACA PARA ENSAYO (P2-C)

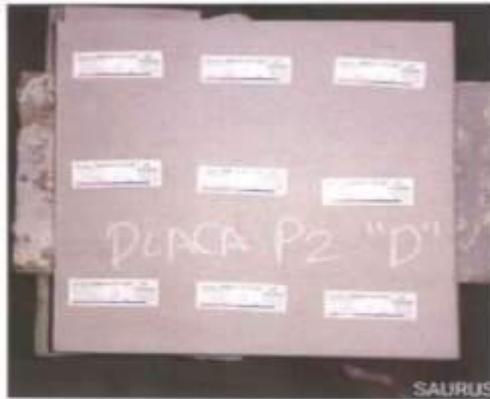
OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje: Microscopio marca ELCONMETER, SERIE: LK0271
Fecha calibración: 09/06/21 Próxima calibración: 09/06/22
Ensayo realizado de acuerdo a la norma NACE SP0107

ELABORADO POR:

CARGO:	SAURUS SAURUS ECUADOR
NOMBRE:	LUIS RINOS
FIRMA:	
FECHA:	03/08/2022

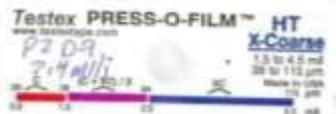
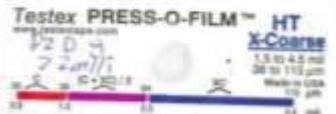
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP 8 NACE 1*
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
LOCACIÓN:	TALLER - SAURUS
IDENTIFICACIÓN - TAG:	PLACA TESTIGO P2-D
FECHA:	03/02/22

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP8



MUESTRA N°8 : PLACA PARA ENSAYO (P2-D)

TESTIGO PRESS-O-FILM



RESULTADO DE LA INSPECCIÓN:

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLAZO - METAL BLANCO SSPC SP8 MATERIAL GRADO B
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METÁLICA (SIT - SHOT)
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	PI: 2.8 mil / PD: 2.4 mil P2: 2.4 mil / P6: 2.8 mil P8: 2.4 mil P6: 2.4 mil / P7: 3.2 mil P8: 3.2 mil / P9: 2.4 mil
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTEX RANGO 1.5 A 4.5 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUSTRATO:	25 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de pintura marca DICMA - signatur 270
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P2 D)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje Motometer marca ELCOMETER SERIE: (LJ021)
 Fecha calibración: 18/08/21 Próxima calibración: 18/08/22
 El ensayo realizado de acuerdo a la norma NACE SP8/1

ELABORADO POR:

CARGO:	SAURUS SAURUS ECUADOR
NOMBRE:	LUIS ENRIQUE
FIRMA:	
FECHA:	03/02/2022

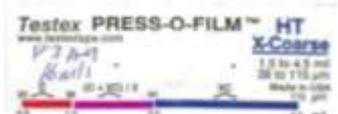
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL, BAJO LA NORMA SSPC-SP-8 NACE 2
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHAMBOAZO
LOCACIÓN:	TALLER - SAURUS
IDENTIFICACIÓN - TAG:	PLACA TESTIGO P3-A
FORMA:	000002

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP8



MUESTRA N°9 : PLACA PARA ENSAYO (P3-A)

TESTIGO PRESS-O-FILM



RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SP8 MATERIAL GRUPO B
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METALICA (BRT - SHOT)
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	P1: 3.0 mil / P2: 1.8 mil P3: 1.8 mil / P4: 3.0 mil P5: 3.0 mil P6: 1.8 mil / P7: 1.8 mil P8: 3.0 mil / P9: 1.8 mil
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTEX, RANGO 1.0 A 4.0 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUBSTRATO:	23 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumplido con el procedimiento operativo de limpieza - granallado o sistema de pintura marca SICOBI - signaflex 375
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P3-A)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje: Montómetro marca SLOCOMETER SERIE: LAJ271
 Fecha calibración: 19/06/21 Próxima calibración: 19/06/22
 Ensayo realizado de acuerdo a la norma S&U-SP802

ELABORADO POR:	
CARGO:	SAURUS ESCUELA
NOMBRE:	LUIS ENRICA
FECHA:	
FORMA:	03/06/2022



DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD



REPORTE DE INSPECCIÓN - PREPARACIÓN SUPERFICIAL

PLACA: 0000000
00000000

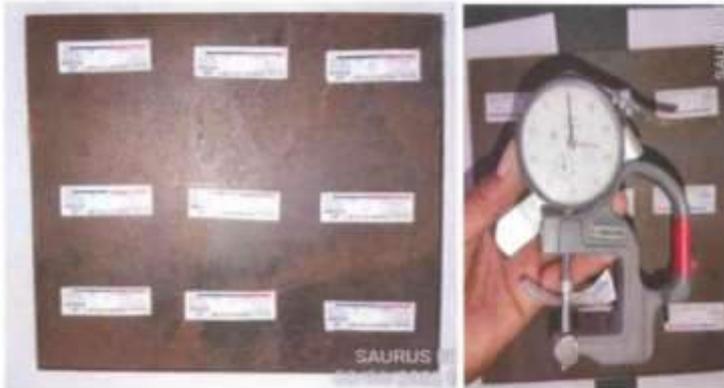
Registro: SAU - OR - PNT - 003 - 01

Reporte N°:

0012

PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP11 NAACE 1*
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
LOCALIZACIÓN:	TALLER - SAURUS
IDENTIFICACIÓN / TAG:	PLACA TESTIGO P3-B
FECHA:	03/06/2022

FOTOGRAFIA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SPS



MUESTRA N°10 : PLACA PARA ENSAYO (P3-B)

TESTIGO PRESS-O-FILM

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testex.com
P303
2.04/1
1.5 to 4.5 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testex.com
P304
1.64/1
1.5 to 4.5 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testex.com
P305
1.64/1
1.5 to 4.5 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testex.com
P306
2.44/1
1.5 to 4.5 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testex.com
P307
1.64/1
1.5 to 4.5 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testex.com
P308
2.04/1
1.5 to 4.5 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

Testex PRESS-O-FILM™ HT X-Coarse
www.testex.com
P309
1.64/1
1.5 to 4.5 mil
38 to 110 µm
Made in USA
100 µm

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN:

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SPS MATERIAL DRAGO B
3. METODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METALICA GRIT-SHOT
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	PI: 2.0 mils / PE: 1.8 mils P2: 2.0 mils / P4: 1.8 mils PE: 1.8 mils P6: 2.4 mils / P7: 1.8 mils P8: 2.0 mils / P9: 1.8 mils
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTEX, RANGO 1.5 A 4.5 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUSTRATO:	23 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de pintura marca SIGMA - signal® 275
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P3-B)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de ensayo Montreux marca SUCOMETER SERIE: LU071
 Fecha calibración: 18/06/21 Próxima calibración: 18/06/22
 Ensayo realizado de acuerdo a la norma NAACE SP11/27

ELABORADO POR:	
CARGO:	QA/QC SUSTIAZ ECUADOR
NOMBRE:	LIZO SIBMA
FIRMA:	
FECHA:	03/06/2022

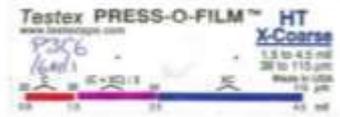
PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP 8 NACE 1*
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHARRAZO
LOCACIÓN:	TALLER - SAURUS
IDENTIFICACIÓN - TAG:	PLACA TESTING P3-C
FECHA:	03/06/2012

FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP8



MUESTRA N°11 : PLACA PARA ENSAYO (P3-C)

TESTIGO PRESS-O-FILM



RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SP8 MATERIAL GRUPO B
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METALICA OBT. SHOT
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	PS: 1.8 mils / PD: 1.8 mils / PE: 1.8 mils / PF: 1.8 mils / PG: 1.8 mils PI: 1.8 mils / PT: 2.0 mils / PI: 1.8 mils / PS: 1.8 mils
5. TEXTURA DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTEX, RANGO 1.5 A 4.5 MILS
6. TEMPERATURA DEL BUEYADO:	23 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de pintura marca SIGMA - sigmatex 270
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P3-C)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje: Medidor manual ELCOBETER. SERIE: LKVTY.
Fecha calibración: 19/08/11 Próxima calibración: 19/08/12
Ensayo realizado de acuerdo a la norma NACE SP0101

ALABRADO POR:	
CARGO:	SAQC SAURUS ECUADOR
NOMBRE:	LUIS DINNA
FIRMA:	
FECHA:	03/06/2012

PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOBRETENDIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-8 NACE 7
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIBORAZO
UBICACIÓN:	TALLER - SAURUS
IDENTIFICACIÓN - TAG:	PLACA TESTIGO P3-D
FECHA:	03/03/22

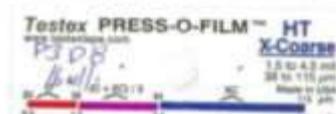
FOTOGRAFÍA LIMPIEZA SUPERFICIAL SSPC SP8



MUESTRA N°102 : PLACA PARA ENSAYO (P3-D)



TESTIGO PRESS-O-FILM



RESULTADO DE LA INSPECCIÓN:

1. LIMPIEZA PREVIA:	SSPC SP1
2. ESPECIFICACIÓN DESPUÉS DE LA PREPARACIÓN:	GRANALLADO - METAL BLANCO SSPC SP8 MATERIAL GRADO B
3. MÉTODO DE PREPARACIÓN:	GRANALLA METALICA GRIT- SHOT
4. PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO:	P1: 1.6 mils / P2: 1.6 mils / P3: 1.6 mils / P4: 2.0 mils / P5: 1.6 mils P6: 1.6 mils / P7: 1.6 mils / P8: 1.6 mils / P9: 1.6 mils
5. TESTIGO DE PERFIL DE ANCLAJE:	PRESS-O-FILM TESTEX, RANCHO 1.0 A 4.5 MILS
6. TEMPERATURA DEL SUSTRATO:	23 °C
7. VISUAL DE SUPERFICIE:	Cumple con el procedimiento operativo de limpieza - granallado y sistema de pintura marca SIGMA - signatrust 271
8. DETALLE DEL EQUIPO:	PLACA PARA ENSAYO (P3-D)

OBSERVACIONES: Instrumento utilizado para medición de perfil de anclaje: Microscopio manual ELCONETER - SERIE: L00071
 Fecha calibración: 16/06/21 Próxima calibración: 16/06/22
 Ensayo realizado de acuerdo a la norma NACE SP027

ELABORADO POR:

CARGO:	SAURUS SAURUS ECUADOR
NOMBRE:	LUIS BARRA
FIRMA:	
FECHA:	03/03/2022



DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

REFERENCIA: PROCEDIMIENTO OPERATIVO DE PINTURA



Registro: SAU - OR - PNT - 004 - 01

VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL PROCESO DE PINTURA

CÓDIGO / PARTE	FECHA	HORARIO	PLACA	TARJE	R.N.T.M	S.L.T.D	S.M.T.D	S.T	S.M.A	CÓDIGO	MATERIAS PRIMAS	CONCENTRACION	SISTEMA DE PINTURA			REMARKS
													COMPONENTE	RESINADO	TEMP. T	
DESCRIPCIÓN	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO	USO
Lineales / Aplicador de Pintura	03/02/22	10:00	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001
12 - PLACAS ENSAYOS	03/02/22	11:00	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001	0001

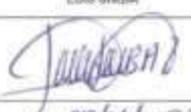
MEDICIONES REALIZADAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM - E317 MÉTODO B

1. -	Indicate Whether as Follows:	1. - Empty	2. - Clean	3. - Dryness	4. - Blending
2. -	Indicate an Appropriate Type of Surface as Follows:	1. - Smooth	2. - Rough	3. - Matte	4. - Glossy
1. -					
2. -					

3. -	Indicate the Relative Humidity	3.1. - 100% Relative Humidity	3.2. - 100% Relative Humidity	3.3. - 100% Relative Humidity	3.4. - 100% Relative Humidity
3.1. -					
3.2. -					
3.3. -					
3.4. -					

15 JUN 2022

 05 JUN 2022

	DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD									
	REPORTE CONTROL DE ESPESORES									
PLACAS TESTIGO P-4674-0122-00	REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 01	Reporte No: 1118								
PROYECTO: CLIENTE: DESCRIPCIÓN / TAG: LOCACIÓN: FECHA:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO PLACAS - ENSAYOS TALLER - SAURUS 08/06/22									
CONTROL DE ESPESORES PRIMERA CAPA PLACAS - ENSAYOS										
ESPECIFICACIÓN: SIGMAFAST 278 - ESP: 4.0 - 10.0 mils ESP TOTAL: 4.0 - 10 mils De acuerdo con la Norma SSPC - PA2, puntos mínimos se aceptan de: 3,2 y máximos de 12,0 mils										
PLACA P1-A										
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
8.3	8.1	10.0	8.8	9.2	8.3	8.3	8.4	8.6	8.4	
9.7		9.2		9.3		8.4		8.4		
8.5		8.5		9.3		8.2		8.3		
PROMEDIO TOTAL									8.0	
PLACA P1-B										
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
10.0	9.7	10.0	9.5	9.9	9.9	10.0	10.0	9.7	9.7	
9.4		9.4		9.5		9.5		9.3		
9.8		9.2		10.0		10.3		10.0		
PROMEDIO TOTAL									9.7	
PLACA P1-C										
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
8.3	8.3	8.9	8.3	8.2	8.2	8.8	8.3	8.3	8.4	
8.3		8.5		8.4		8.4		8.7		
8.4		8.3		7.9		8.5		8.1		
PROMEDIO TOTAL									8.7	
PLACA P1-D										
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
8.4	8.2	8.8	8.3	8.2	8.2	8.2	8.8	8.1	8.1	
7.9		8.6		8.4		8.0		8.4		
8.2		8.3		7.9		8.4		8.0		
PROMEDIO TOTAL									8.6	
PROMEDIO TOTAL GENERAL			8.8 mils							
PRUEBA DE ADHERENCIA POR CINTA			PRIMERA CAPA							
ESPECIFICACIÓN: EPÓXIDO - SIGMAFAST 278 TESTIGOS DE ADHERENCIA: ENSAYO REALIZADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM D3059 - MÉTODO A										
CLASIFICACIÓN: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">N/R</div> 			FOTOGRAFÍAS: 							
OBSERVACIONES: 1.- Instrumento utilizado para medición de espesor: Medidor de recubrimiento de espesores ELCOMETER, serie: PA18190 Fecha de calibración: 07/12/21 Próxima calibración: 07/12/22										
2.- Se realiza un levantamiento de los espesores de película seca del recubrimiento en un 100% de las áreas PLACAS - ENSAYOS: primera capa SIGMAFAST 278. / ACEPTABLE dentro del procedimiento aprobado y según las hojas técnicas del producto.										
				ELABORADO POR:						
				CARGO:	DA/DC SAURUS ECUADOR					
				NOMBRE:	LUIS SIMBA					
				FRMA:						
				FECHA:	08/06/2022					



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



REPORTE CONTROL DE ESPESORES

PLACAS TESTIGOS
P-4674-0122-00

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 01

Reporte No. 2 / 18

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL, BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1
 CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 DESCRIPCIÓN / TAG: PLACAS - ENSAYOS
 LOCALIZACIÓN: TALLER - SAURUS
 FECHA: 08/06/2022

CONTROL DE ESPESORES PRIMERA CAPA PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACIÓN: SIGMAFAST 278 - ESP: 4.0 - 10.0 mils
 ESP TOTAL: 4.0 - 10 mils
 De acuerdo con la Norma SSPC - PA2, puntos mínimos se aceptan de 3.2 y máximos de 12.0 mils

PLACA P2-A

MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
10.0	8.8	10.0	8.4	7.7	7.8	9.5	9.3	8.3	8.8
9.3		9.1		7.8		8.3		8.0	
8.4		8.2		7.9		9.8		8.1	
PROMEDIO TOTAL									8.9

PLACA P2-B

MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
10.0	8.8	8.9	8.2	8.2	8.2	8.7	9.3	8.4	8.1
9.8		8.7		8.1		9.2		8.8	
9.3		8.3		8.2		8.8		8.8	
PROMEDIO TOTAL									9.3

PLACA P2-C

MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
10.0	8.8	7.8	8.4	8.1	8.5	8.8	9.8	10.1	9.6
9.9		8.8		8.8		8.2		9.8	
9.8		8.5		8.7		10.0		9.0	
PROMEDIO TOTAL									9.2

PLACA P2-D

MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
10.0	8.8	8.7	8.8	8.3	8.3	10.0	9.8	8.8	8.2
9.8		8.3		8.1		9.8		8.2	
8.7		8.5		8.4		10.2		8.8	
PROMEDIO TOTAL									9.3

PROMEDIO TOTAL GENERAL 8.9 mils

PRUEBA DE ADHERENCIA POR CINTA PRIMERA CAPA

ESPECIFICACIÓN: EPÓXICO - SIGMAFAST 278
 TESTIGOS DE ADHERENCIA: ENSAYO REALIZADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM D3359 - MÉTODO: A

CLASIFICACIÓN

N/R

FOTOGRAFÍAS:



OBSERVACIONES: 1.- Instrumento utilizado para medición de espesor: Medidor de recubrimiento de espesores ELCCOMETER, serie PA19190
 Fecha de calibración: 07/12/21
 Próxima calibración: 07/12/22

2.- Se realiza un levantamiento de los espesores de película seca del recubrimiento en un 100% de las áreas PLACAS - ENSAYOS: primera capa SIGMAFAST 278 / ACEPTABLE dentro del procedimiento aprobado y según las hojas técnicas del producto.

ELABORADO POR:

CARGO: QA/QC SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS SIMBA

FIRMA:

FECHA:

08/06/2022



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



REPORTE CONTROL DE ESPESORES

PLACAS TESTIGOS
P 4874-0122-00

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 01

Reporte No: 3 / 15

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIA BAJO LA NORMA SSPC-SP-8 NACE 1

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCIÓN / TAG: PLACAS - ENSAYOS

LOCACIÓN: TALLER - SAURUS

FECHA: 08/06/22

CONTROL DE ESPESORES PRIMERA CAPA PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACIÓN: SIGMAFAST 278 - ESP: 4,0 - 10,0 mils

ESP TOTAL: 4,0 - 10 mils

De acuerdo con la Norma SSPC - PA2, puntos mínimos se aceptan de 3,2 y máximos de 12,0 mils

PLACA P3-A

MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
9.6	9.8	8.3	8.6	10.0	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	
9.4		8.9		10.4		9.8		8.0		
9.8		8.7		9.3		10.2		9.2		
									PROMEDIO TOTAL	9.8

PLACA P3-B

MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
9.0	8.7	10.2	9.8	9.8	9.4	9.2	9.4	9.2	9.8	
8.1		9.3		9.2		9.3		10.1		
8.9		8.0		9.3		8.8		10.5		
									PROMEDIO TOTAL	9.4

PLACA P3-C

MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
9.8	9.4	8.8	9.3	9.4	9.1	9.1	9.1	8.9	9.0	
9.1		8.1		9.3		9.2		9.0		
9.5		9.3		10.2		9.0		8.1		
									PROMEDIO TOTAL	9.3

PLACA P3-D

MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
9.2	9.3	10.1	9.4	8.8	8.7	9.9	9.4	9.1	8.7	
9.1		9.4		8.8		9.8		9.4		
9.2		8.7		9.0		8.8		9.4		
									PROMEDIO TOTAL	9.1

PROMEDIO TOTAL GENERAL 9.3 mils

PRUEBA DE ADHERENCIA POR CINTA PRIMERA CAPA

ESPECIFICACIÓN: EPÓXICO - SIGMAFAST 278

TESTIGOS DE ADHERENCIA: ENSAYO REALIZADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM D3359 - MÉTODO A

CLASIFICACIÓN:

N/R

FOTOGRAFÍAS:



OBSERVACIONES: 1.- Instrumento realizado para medición de espesor: Medidor de recubrimiento de espesores ELCOMETER, serie PA19190

Fecha de calibración: 07/12/21

Próxima calibración: 07/12/22

2.- Se realiza un levantamiento de los espesores de película seca del recubrimiento en un 100% de las áreas PLACAS - ENSAYOS: primera capa SIGMAFAST 278. / ACEPTABLE dentro del procedimiento aprobado y según las hojas técnicas del producto.

ELABORADO POR:

CARGO: QA/QC SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS SIMBA

FIRMA:

FECHA:

08/06/22



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



REPORTE CONTROL DE ESPESORES

PLACAS TESTIGOS
P. 0574-2020-00

REGISTRO: SAU - DR - PINT - 005 - 02

Reporte No. 4/15

PROYECTO: DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ADESO SUMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1°

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCIÓN / TAG: PLACAS - ENSAYOS

LOCALIZACIÓN: TALLER - SAURUS

FECHA: 04/01/22

CONTROL DE ESPESORES SEGUNDA CAPA PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACIÓN: SIGMADUR 550 - ESP: 2.0 - 6.0 micras

SEGUNDA CAPA: Sigmatur 279 Esp: 4.0 - 10 micras Sigmatur 550 Esp: 2.0 - 6.0 micras EPS TOTAL: 6.0 - 16.0 micras

De acuerdo con la Norma SSPC - PAZ, puntos mínimos de aceptación de 3.2 y máximo de 12.0 micras

PLACA P1-A

P1A-1		P1A-2		P1A-3		P1A-4		P1A-5		
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
13.1		11.1		13.1		14.4		10.9		
13.9	13.8	12.0	11.5	12.9	12.9	11.9	13.2	11.2	10.9	
14.2		10.6		11.8		13.3		10.9		
CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "B"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	
									PROMEDIO TOTAL	12.3

PLACA P1-B

P1A-6		P1A-7		P1A-8		P1A-9				
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
14.3		12.0		12.0		12.2				
14.1	14.2	11.8	11.7	11.8	11.7	14.4	12.9			
14.0		11.4		11.9		12.1				
CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "B"	CLASIFICACIÓN	6 "B"	*	*	
									PROMEDIO TOTAL	12.7

PROMEDIO TOTAL GENERAL 12.5 micras

PLACA P1-B

P1B-1		P1B-2		P1B-3		P1B-4		P1B-5		
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO	
15.5		14.2		15.5		15.5		13.7		
16.0	17.0	14.0	14.4	16.2	14.8	13.1	13.1	13.5	13.0	
17.1		14.3		15.5		11.3		12.9		
CLASIFICACIÓN	4 "B"									
									PROMEDIO TOTAL	14.1

PROMEDIO TOTAL GENERAL 14.4 micras

OBSERVACIONES: 1.- Instrumento utilizado para medición de espesor: Medidor de recubrimiento de espesores ELCOMETER, serie: PA19130

Fecha de calibración: 07/12/21

Próxima calibración: 07/12/22

2.- Se realiza un levantamiento de los espesores de película seca del recubrimiento en un 100% de las áreas PLACAS - ENSAYOS: Segunda capa SIGMADUR 550. / ACEPTABLE dentro del procedimiento aprobado y según las hojas técnicas del producto.

ELABORADO POR:

CARGO: QA/QC SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS SIMBA

FIRMA:

FECHA:

[Handwritten signature]
04/01/22



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



REPORTE CONTROL DE ESPESORES

PLACAS TESTEADAS
FACED 2022 02

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 02

Reporte No: 9 / 19

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC SP 8
 RACE 1
 CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 DESCRIPCIÓN / TAG: PLACAS - ENSAYOS
 LOCALIZACIÓN: TALLER - SAURUS
 FECHA: 04/02/22

CONTROL DE ESPESORES

SEGUNDA CAPA

PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACIÓN: SIGMADUR 550 - ESP: 2.0 - 6.0 mils
 100% a capa: Sigmadur 276 Eps: 4.0 - 10 mils Sigmadur 550 Eps: 2.0 - 6.0 mils EPS TOTAL: 6.0 - 16.0 mils
 De acuerdo con la norma SSPC - PA2, puntos mínimos se aceptan de 5.2 y máximos de 12.8 mils

PLACA P1-C

P1C-1		P1C-2		P1C-3		P1C-4		P1C-5	
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
17.0	14.5	11.8	11.3	10.9	11.1	14.4	13.3	10.7	10.8
14.3		11.3		11.8		11.3		10.4	
12.3		10.9		10.7		14.4		10.6	
CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "B"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "B"	CLASIFICACIÓN	4 "A"
PROMEDIO TOTAL									12.1

PLACA P1-C

P1C-6		P1C-7		P1C-8		P1C-9		P1C-10	
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
11.0	11.0	10.7	10.8	12.0	11.8	10.7	11.5		
10.8		10.4		11.7		12.7			
11.4		14.3		11.8		11.8			
CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "B"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"		
PROMEDIO TOTAL									12.5

PROMEDIO TOTAL GENERAL 12.3 mils

PLACA P1-D

P1D-1		P1D-2		P1D-3		P1D-4		P1D-5	
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
8.7	10.8	10.1	11.4	10.1	14.2	13.3	12.0	10.1	10.9
11.8		10.2		11.2		11.9		10.8	
10.9		11.8		14.2		10.9		10.0	
CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"
PROMEDIO TOTAL									11.8

PLACA P1-D

P1D-6		P1D-7		P1D-8		P1D-9		P1D-10	
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
12.0	13.2	10.7	10.9	11.9	13.0	13.3	14.8		
12.5		12.8		13.3		16.0			
13.1		13.7		13.2		15.1			
CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"		
PROMEDIO TOTAL									11.5

PROMEDIO TOTAL GENERAL 12.6 mils

OBSERVACIONES: 1.- Instrumento utilizado para medición de espesor: Medidor de recubrimiento de espesores ELCOMETER, serie FA19196
 Fecha de calibración: 07/10/21
 Próxima calibración: 07/10/22

2.- Se realiza un levantamiento de los espesores de película seca del recubrimiento en un 100% de las áreas PLACAS - ENSAYOS: Segunda capa SIGMADUR 550. / ACEPTABLE dentro del procedimiento aprobado y según las hojas técnicas del producto.

ELABORADO POR:
 CARGO: SA/DC SAURUS ECUADOR
 NOMBRE: LUIS SAMBA
 FIRMA: *[Firma]*
 FECHA: 04/02/22



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



REPORTE CONTROL DE ESPESORES

PLACAS TESTIGOS
P 0074-0102-00

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 02

Reporte No: 0118

PROYECTO: DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-13
 CLIENTE: INACE I
 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 DESCRIPCION / TAG: PLACAS - ENSAYOS
 LOCALIDAD: TALLER - SAURUS
 FECHA: 04/07/22

CONTROL DE ESPESORES SEGUNDA CAPA PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACION: SIGMADUR 550 - ESP: 2.0 - 6.0 mils
 SIGMABOND: Sigmatel 278 Esp: 4.0 - 10 mils * Sigmatel 330 Esp: 2.0 - 6.0 mils
 De acuerdo con la Norma SSPC - PA2, puntos mínimos de aceptación de: 3.2 y máximos de 12.0 mils

PLACA P2-A

P2A-1	P2A-2	P2A-3	P2A-4	P2A-5
15.5	12.8	13.4	13.1	11.3
15.2	12.2	12.2	11.5	10.2
15.7	12.7	12.3	12.1	10.7
CLASIFICACION 4 "A"	CLASIFICACION 4 "A"	CLASIFICACION 5 "A"	CLASIFICACION 5 "A"	CLASIFICACION 4 "A"
				PROMEDIO TOTAL 12.8

PLACA P2-B

P2B-6	P2B-7	P2B-8	P2B-9
12.2	11.4	10.3	13.0
11.1	12.8	10.7	12.5
11.8	11.9	11.2	14.0
CLASIFICACION 5 "A"	CLASIFICACION 5 "A"	CLASIFICACION 4 "A"	CLASIFICACION 5 "A"
			PROMEDIO TOTAL 11.6

PROMEDIO TOTAL GENERAL 12.4 mils

PLACA P2-C

P2C-7	P2C-2	P2C-3	P2C-4	P2C-5
16.2	12.7	12.4	17.4	12.0
15.6	12.4	12.0	14.8	11.4
16.2	12.3	12.4	15.5	10.8
CLASIFICACION 5 "A"				
				PROMEDIO TOTAL 13.5

PLACA P2-D

P2D-4	P2D-7	P2D-8	P2D-9
10.9	10.0	12.4	11.5
11.0	13.0	12.5	12.1
11.9	17.3	12.6	12.0
CLASIFICACION 4 "A"	CLASIFICACION 4 "A"	CLASIFICACION 5 "A"	CLASIFICACION 5 "A"
			PROMEDIO TOTAL 13.2

PROMEDIO TOTAL GENERAL 13.3 mils

OBSERVACIONES: 1.- Instrumento utilizado para medición de espesor: Medidor de recubrimiento de espesores ELCONMETER, serie: PA19196
 Fecha de calibración: 05/12/21
 Próxima calibración: 07/12/22

2.- Se realiza un levantamiento de los espesores de película seca del recubrimiento en un 100% de las áreas PLACAS - ENSAYOS: Segunda capa SIGMADUR 550. / ACEPTABLE dentro del procedimiento aprobado y según las hojas técnicas del producto.

ELABORADO POR:

CARGO: QA/QC SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS SERRA

FRMA: *[Signature]*

FECHA: 04/07/22



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



REPORTE CONTROL DE ESPESORES

PLACAS TESTIGOS
P 4874.0122.00

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 02

Reporte No: 7 / 16

PROYECTO: DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-10 NACE 1

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCIÓN / TAG: PLACAS - ENSAYOS

LOCACIÓN: TALLER - SAURUS

FECHA: 04-07-22

CONTROL DE ESPESORES SEGUNDA CAPA PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACIÓN: SIGMADUR 550 - ESP: 2,0 - 6,0 mils
 Sigmatel 279 Eps: 4,0 - 10 mils Sigmadur 550 Eps: 2,0 - 6,0 mils EPS TOTAL: 6,0 - 16,0 mils
 De acuerdo con la Norma SSPC - PA2, puntos mínimos se aceptan de: 3,2 y máximos de 12,0 mils

PLACA P2-C

P2C-1		P2C-2		P2C-3		P2C-4		P2C-5	
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
13.8	13.8	15.0	15.0	16.2	16.1	13.5	12.5	11.1	11.2
13.3		12.9		12.7		11.8		11.4	
14.3		12.1		13.0		12.2		11.0	
CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"
PROMEDIO TOTAL									13.0

PLACA P2-C

P2C-6		P2C-7		P2C-8		P2C-9		P2C-10	
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
12.5	11.7	12.8	13.0	10.3	11.2	12.4	12.0		
11.3		13.8		11.9		12.7			
11.4		14.0		11.8		12.8			
CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"		
PROMEDIO TOTAL									12.2

PROMEDIO TOTAL GENERAL 12.5 mils

PLACA P2-D

P2D-1		P2D-2		P2D-3		P2D-4		P2D-5	
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
13.5	13.9	12.4	12.1	13.7	13.0	12.6	12.4	11.3	11.3
13.1		12.1		11.4		12.7		11.6	
13.3		11.7		14.0		12.5		11.9	
CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"
PROMEDIO TOTAL									12.4

PLACA P2-D

P2D-6		P2D-7		P2D-8		P2D-9		P2D-10	
MEDICIÓN 1	PROMEDIO	MEDICIÓN 2	PROMEDIO	MEDICIÓN 3	PROMEDIO	MEDICIÓN 4	PROMEDIO	MEDICIÓN 5	PROMEDIO
11.8	11.6	14.0	13.7	14.5	14.3	12.4	14.4		
11.6		13.0		13.1		14.3			
12.2		13.1		12.8		13.4			
CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"		
PROMEDIO TOTAL									14.1

PROMEDIO TOTAL GENERAL 13.2 mils

OBSERVACIONES: 1.- Instrumento realizado para medición de espesor / Medidor de recubrimiento de espesores ELCOMETER, serie PA19190
 Fecha de calibración: 07/12/21
 Próxima calibración: 07/12/22

2.- Se realiza un levantamiento de los espesores de película seca del recubrimiento en un 100% de las áreas PLACAS - ENSAYOS: Segunda capa SIGMADUR 550. / ACEPTABLE dentro del procedimiento aprobado y según las hojas técnicas del producto.

ELABORADO POR:

CARGO: GAIGC SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS SOMA

FIRMA:

FECHA:

04/07/22



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



REPORTE CONTROL DE ESPESORES

PLACAS TESTIGOS
P-0074-0122-00

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 02

Reporte No.: 9 / 18

PROYECTO: DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ADERO SOBRETUDAS A PREPARACION SUPERFICIAL, BAJO LA NORMA SSPC-SP-11 NACE 11

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCIÓN / TAG: PLACAS - ENSAYOS

LOCACIÓN: TALLER - SAURUS

FEDMA: 04/02/22

CONTROL DE ESPESORES SEGUNDA CAPA PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACIÓN: SIGMADUR 550 - SSP: 2.0 - 6.0 mils

OPDMS: Sigmastar 275 Esp: 4.0 - 10 mils * Sigmastar 550 Esp: 2.0 - 6.0 mils EPS TOTAL: 6.0 - 16.0 mils

De acuerdo con la Norma SSPC - PA2, puntos mínimos se aceptan de: 3.0 y máximos de 12.0 mils

PLACA P3-A									
PSA-1	PSA-2	PSA-3	PSA-4	PSA-5	PSA-6	PSA-7	PSA-8	PSA-9	PSA-10
13.1	12.8	12.7	12.8	15.7	15.2	12.7	12.3	12.8	12.4
13.2	12.8	12.8	12.8	16.1	15.2	12.3	12.3	12.8	12.4
12.2	12.8	12.8	12.8	15.7	15.2	11.8	12.3	12.4	12.4
CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"
PROMEDIO TOTAL									13.1

PLACA P3-B									
P3B-1	P3B-2	P3B-3	P3B-4	P3B-5	P3B-6	P3B-7	P3B-8	P3B-9	P3B-10
13.8	13.4	12.4	12.3	11.8	11.8	13.2	13.8	14.5	13.1
13.0	13.4	13.0	12.3	11.8	11.8	14.5	13.8	14.5	13.1
12.3	13.4	11.8	12.3	12.3	11.8	13.1	13.8	13.1	13.1
CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	5 "A"	5 "A"
PROMEDIO TOTAL									12.8

PROMEDIO TOTAL GENERAL 12.9 mils

PLACA P3-C									
P3C-1	P3C-2	P3C-3	P3C-4	P3C-5	P3C-6	P3C-7	P3C-8	P3C-9	P3C-10
15.2	14.8	12.8	12.8	16.1	15.4	12.8	13.2	12.1	11.8
14.9	14.8	12.8	12.8	14.8	15.4	13.3	13.2	11.3	11.8
13.8	12.8	12.8	12.8	15.8	15.4	12.4	13.2	11.2	11.8
CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"
PROMEDIO TOTAL									13.3

PLACA P3-D									
P3D-1	P3D-2	P3D-3	P3D-4	P3D-5	P3D-6	P3D-7	P3D-8	P3D-9	P3D-10
14.5	13.7	10.8	11.7	12.2	12.8	14.8	15.7	16.3	11.2
12.8	13.7	13.2	11.7	13.5	12.8	16.3	15.7	16.3	11.2
13.7	13.7	11.4	11.7	12.8	12.8	16.1	15.7	16.1	11.2
CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	4 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"	CLASIFICACIÓN	5 "A"
PROMEDIO TOTAL									13.5

PROMEDIO TOTAL GENERAL 13.4 mils

OBSERVACIONES: 1.- Instrumento utilizado para medición de espesor: Medidor de recubrimiento de espesores ELCOMETER, serie PA19146

Fecha de calibración: 07/12/21

Próxima calibración: 07/12/22

2.- Se realiza un levantamiento de los espesores de película seca del recubrimiento en un 100% de las áreas PLACAS - ENSAYOS; Segunda capa SIGMADUR 550, ACEPTABLE dentro del procedimiento aprobado y según las hojas técnicas del producto.

ELABORADO POR:

CARGO: QA/QC SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS MORA

FIRMA: *[Firma]*

FECHA: 04/07/2022



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



REPORTE CONTROL DE ESPESORES

PLACAS TESTEADAS
PARTICULAR

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 02

Reporte No: 8118

PROYECTO: DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC SP11
 NACE 1
 CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 DESCRIPCION / TAB: PLACAS - ENSAYOS
 LOCALIDAD: TALLER - SAURUS
 FECHA: 06/11/22

CONTROL DE ESPESORES

SEGUNDA CAPA

PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACION: SIGMADUR 300 - ESP: 2.0-5.0 mils
 sistema a cara: Sigmatel 275 Esp: 4.2 - 10 mils * Sigmatel 100 Esp: 2.0 - 5.2 mils EPS TOTAL: 6.2 - 15.2 mils
 De acuerdo con la Norma SSPC - PA2, puntos mínimos se aceptan de: 5.2 y máxima de 12.0 mils

PLACA PSC

PSC-1		PSC-2		PSC-3		PSC-4		PSC-5		
MECION 1	PROMEDIO	MECION 2	PROMEDIO	MECION 3	PROMEDIO	MECION 4	PROMEDIO	MECION 5	PROMEDIO	
16.5		14.1		17.5		14.6		12.5		
16.0	16.1	12.8	13.4	15.6	16.4	14.7	14.3	12.9	12.8	
15.1		12.4		15.1		12.0		15.1		
CLASIFICACION	4 "A"	CLASIFICACION	4 "B"	CLASIFICACION	5 "A"	CLASIFICACION	5 "A"	CLASIFICACION	4 "B"	
									PROMEDIO TOTAL	14.2

PLACA PSC

PSC-6		PSC-7		PSC-8		PSC-9		PSC-10		
MECION 1	PROMEDIO	MECION 2	PROMEDIO	MECION 3	PROMEDIO	MECION 4	PROMEDIO	MECION 5	PROMEDIO	
10.8		13.6		12.4		14.6				
12.0	14.2	14.2	14.8	12.7	14.8	12.7	10.2			
10.4		10.3		14.7		10.1				
CLASIFICACION	5 "B"	CLASIFICACION	5 "A"	CLASIFICACION	4 "A"	CLASIFICACION	5 "A"			
									PROMEDIO TOTAL	15.3

PROMEDIO TOTAL GENERAL 14.8 mils

PLACA PSD

PSD-1		PSD-2		PSD-3		PSD-4		PSD-5		
MECION 1	PROMEDIO	MECION 2	PROMEDIO	MECION 3	PROMEDIO	MECION 4	PROMEDIO	MECION 5	PROMEDIO	
18.8		13.9		19.9		16.4		14.2		
16.5	17.6	14.1	14.6	18.9	19.8	15.7	15.8	13.9	14.9	
16.7		14.0		16.3		15.7		13.8		
CLASIFICACION	5 "B"	CLASIFICACION	5 "B"	CLASIFICACION	5 "A"	CLASIFICACION	5 "B"	CLASIFICACION	5 "A"	
									PROMEDIO TOTAL	15.9

PLACA PSD

PSD-6		PSD-7		PSD-8		PSD-9		PSD-10		
MECION 1	PROMEDIO	MECION 2	PROMEDIO	MECION 3	PROMEDIO	MECION 4	PROMEDIO	MECION 5	PROMEDIO	
17.5		16.9		14.1		15.8				
17.2	17.3	16.0	16.2	15.4	14.7	16.3	16.4			
16.7		16.0		14.8		17.0				
CLASIFICACION	4 "A"	CLASIFICACION	5 "A"	CLASIFICACION	5 "B"	CLASIFICACION	5 "B"			
									PROMEDIO TOTAL	16.1

PROMEDIO TOTAL GENERAL 16.0 mils

OBSERVACIONES: 1.- Instrumento utilizado para medición de espesor: Medidor de recubrimiento de espesores ELCOATER, serie PATRISO
 Fecha de calibración: 07/12/21
 Próxima calibración: 07/12/22

2.- Se realiza un levantamiento de los espesores de película seca del recubrimiento en un 100% de las áreas PLACAS - ENSAYOS. Segunda capa SIGMADUR 300. / ACCEPTABLE dentro del procedimiento aprobado y según las hojas técnicas del producto.

ELABORADO POR:

CARGO: SAISC SAURUS ECUADOR
 NOMBRE: LINA SORBA
 FIRMA:
 FECHA: 07/10/2022



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



TOGRÁFIAS
FOREPORTE DE ESPESORES Y ENSAYOS DE ADHERENCIA

PLACAS TESTIGOS
3" x 4" x 0.025"

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 04

Reporte No.: 18 / 18

PROYECTO:	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP 6 NACE 1"
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
DESCRIPCIÓN / TAG:	PLACAS - ENSAYOS
LOCACIÓN:	TALLER - SAURUS
FECHA:	05/10/22

ESPESORES Y ENSAYOS DE ADHERENCIA

SEGUNDA CAPA



OBSERVACIONES: 1.- Registro fotográfico del proceso - levantamiento de espesores de pintura en seco y ensayos de adherencia método "A" según la norma. La clasificación de resultados de adhesión son: 5 "A" y 4 "B"

ELABORADO POR:

CARGO: GAQC SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS BARRA

FIRMA:

FECHA:

Luis Barra
05/10/22



DEPARTAMENTO DE CALIDAD

REPORTE DE INSPECCIÓN (HOLIDAY) PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Registro: SAU - PINT - 307 - 01

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

PROYECTO: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1"

SITIO DE EJECUCIÓN: TALLER SAURUS ECUADOR

FECHA: 04/07/2022

PROYECTO: P 4174 -0122 - 00



Reporte N°: 114

SISTEMA DE PINTURA:

RECURRIMIENTO PARA INTERIOR	PRIMERA	SIGMAFAST 278
	FINAL	BIOMADUR 550
EQUIPO UTILIZADO	MARCA	Holiday Detector Elcometer - 270
	VOLTAJE	5, 87,5, 90 V CC
	SERIE	NAD029
HOLIDAY DETECTOR	ESPONJA	CELULOSA

DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

1.- PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE:	SSPC - SP 5
2.- METODO DE APLICACIÓN :	AIRLESS / CONVENCIONAL
3.- ESPESOR DE PELICULA:	12.5 - 14.0 mils PROMEDIO GENERAL
4.-SECCIÓN A INSPECCIONAR:	PLACAS ENSAYOS (P1A - P1B - P1C - P1D)
5.- VISUAL DE SUPERFICIE TERMINADA	ACEPTADO

ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN ENSAYO HOLIDAY



OBSERVACIONES:

Se realizó el ensayo de Holiday en las zonas exterior de las PLACAS - ENSAYOS bajo la norma NACE SP0188 la cual menciona el método para determinar discontinuidades en el recubrimiento.

RESULTADO

No se presentaron discontinuidades en las areas de las placas a inspeccionar (P1A - P1B - P1C - P1D) al no encontrar ninguna falla el ensayo queda totalmente ACEPTADO.

ELABORADO POR:

NOMBRE: LUIS SIMBA
 CARGO: NACE NIVEL 8 IN° 47672
 FIRMA:

FECHA: 04-07-2022



DEPARTAMENTO DE CALIDAD

REPORTE DE INSPECCIÓN (HOLIDAY) PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Registro : SAU - PINT - 007 - 01

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

PROYECTO: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1"

SITIO DE EJECUCIÓN: TALLER SAURUS ECUADOR

FECHA: 04/07/2022 # PROYECTO: P 4074 -0122 - 00



Reporte N°: 214

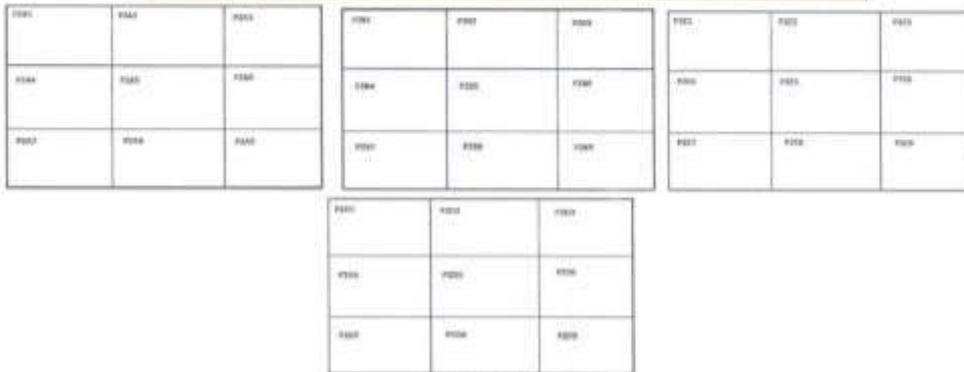
SISTEMA DE PINTURA:

RECUBRIMIENTO PARA INTERIOR	PRIMERA	SIGMAFAST 275
	FINAL	SIGAMDUR 550
EQUIPO UTILIZADO	MARCA	Holiday Detector Elcometer - 270
	VOLTAJE	3, 67.5, 90 V CC
	SERIE	NA03829
HOLIDAY DETECTOR	ESPONJA	CELULOSA

DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

- 1.- PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: SSPC - SP 5
- 2.- METODO DE APLICACIÓN: AIRLESS / CONVENCIONAL
- 3.- ESPESOR DE PELICULA: 12.0 - 14.0 mils PROMEDIO GENERAL
- 4.-SECCIÓN A INSPECCIONAR: PLACAS ENSAYOS (P2A - P2B - P2C - P2D)
- 5.- VISUAL DE SUPERFICIE TERMINADA: ACEPTADO

ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN ENS/ YO HOLIDAY



VISTA FRONTAL

OBSERVACIONES:

Se realizó el ensayo de Holiday en la zonas exterior de las PLACAS - ENSAYOS bajo la norma NACE SP0158 la cual menciona el método para determinar discontinuidades en el recubrimiento.

RESULTADO:

No se presentaron discontinuidades en las areas de las placas a inspeccionar (P2A - P2B - P2C - P2D) al no encontrar ninguna falla el ensayo queda totalmente ACEPTADO.

ELABORADO POR:

NOMBRE: LUIS SIMBA
 CARGO: NACE NIVEL II /N° 47672
 FIRMA:

FECHA: 04-07-2022



DEPARTAMENTO DE CALIDAD

REPORTE DE INSPECCIÓN (HOLIDAY) PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Registro : SAU - PNT - 007 - 01

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

PROYECTO: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS

A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1"

SITIO DE EJECUCIÓN: TALLER SAURUS ECUADOR

FECHA: 04/07/2022

PROYECTO: P 4074 -0122 - 00



Reporte N°: 314

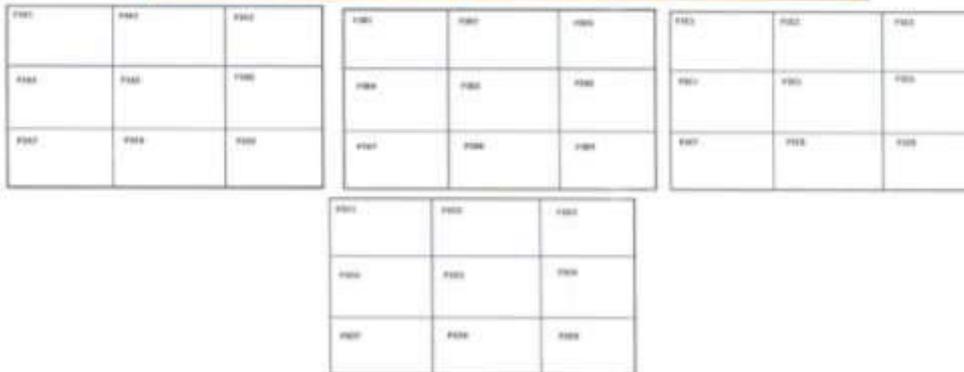
SISTEMA DE PINTURA:

RECUBRIMIENTO PARA INTERIOR :	PRIMERA	SIGMAFAST 275
	FRIAL	SICAMDUR 550
EQUIPO UTILIZADO	MARCA	Holiday Detector Ecometer - 270
	VOLTAJE	5, 67,5, 90 V CC
	SERIE	NA03829
HOLIDAY DETECTOR	ESPONJA	CELULOSA

DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

1.- PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE:	SSPC - SP 5
2.- METODO DE APLICACIÓN :	AIRLESS / CONVENCIONAL
3.- ESPESOR DE PELICULA:	12.0 - 14.0 mils PROMEDIO GENERAL
4.-SECCIÓN A INSPECCIONAR:	PLACAS ENSAYOS (P3A - P3B - P3C - P3D)
5.- VISUAL DE SUPERFICIE TERMINADA	ACEPTADO

ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN ENSAYO HOLIDAY



VISTA FRONTAL

OBSERVACIONES

Se realizó el ensayo de Holiday en la zonas exterior de las PLACAS - ENSAYOS bajo la norma NACE SP0188 la cual menciona el método para determinar discontinuidades en el recubrimiento.

RESULTADO

No se presentaron discontinuidades en las areas de las placas a inspeccionar (P2A - P2B - P2C - P2D) al no encontrar ninguna falla el ensayo queda totalmente ACEPTADO.

ELABORADO POR:

NOMBRE: LUIS SIMBA
 CARGO: NACE NIVEL 8 / N° 47672
 FIRMA:
 FECHA: 04-07-2022



DEPARTAMENTO DE CALIDAD

REPORTE DE INSPECCIÓN (HOLIDAY) PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Registro : SAU - PNT - 007 - 01

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

PROYECTO: "DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1"

SITIO DE EJECUCIÓN: TALLER SAURUS ECUADOR

FECHA: 04/07/2022

PROYECTO: P 4674 -0122 - 00



Reporte N°: 4/4

EQUIPO: PLACAS - ENSAYOS

TIPO DE INSPECCIÓN PRUEBA DE HOLIDAY

CÓDIGO APLICABLE NACE SP0185

SECCIÓN A INSPECCIONAR PLACAS ENSAYOS (P1 / P2 / P3)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ELABORADO POR:

NOMBRE: LUIS SIMBA

CARGO: NACE NIVEL II /N° 47672

FIRMA:

FECHA: 04-07-2022



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



ENSAYOS DE ADHERENCIA

PLACAS TESTIGOS
P 0642122-01

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 03

Reporte No. 01/19

PROYECTO: DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL SAU LA NORMA ISO 8501-2 PUNTO 1°

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCIÓN / TAG: PLACA - ENSAYO

LOCACIÓN: TALLER SAURUS

FECHA: 08/12/2019

PRUEBA DE ADHERENCIA POR CINTA

PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACIÓN: PULVERIZADO - BOMBEOUR 200

TESTIGOS DE ADHERENCIA: ENSAYO REALIZADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM D3359 - MÉTODO A

CLASIFICACIÓN:

5 "A"

SIN DESPRENDIMIENTO O REMOCIÓN

APROBADO



CLASIFICACIÓN:

6 "B"

DESPRENDIMIENTO A LO LARGO DE LAS INCISIONES O INTERSECCIONES

APROBADO



TESTIGOS (CINTA DE ADHERENCIA)

PLACA / P1-A

OBSERVACIONES: Se realizaron pruebas "A" y "B" en el 100 por ciento de las áreas de verificación de acuerdo de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 8501-2 PUNTO 1°.

La clasificación de resultados de adherencia son: 5 "A" y 6 "B".

ELABORADO POR:

CARGO: SAURUS SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS SERRA

FIRMA:

FECHA: 08/12/2019



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



ENSAYOS DE ADHERENCIA

PLACAS TESTIGOS
P-076-2122-02

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 005 - 03

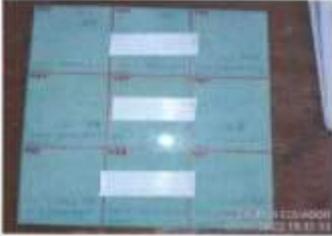
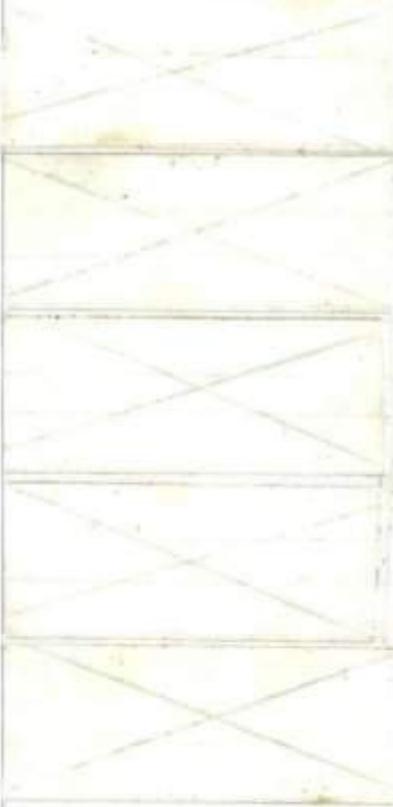
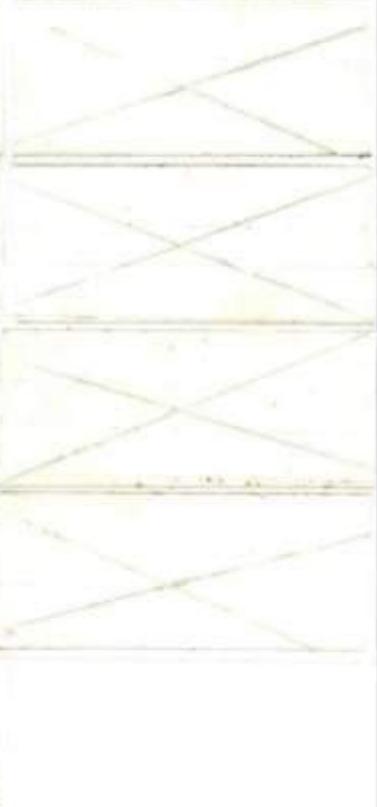
Reporte No.: 14 / 14

PROYECTO:	DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL SAU/LA NORMA SSP/AFIN/NAZQ 17
CLIENTE:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE QUITORAZO
DESCRIPCION / TAB:	PLACAS - ENSAYOS
LOCACION:	TALLER - SAURUS
FECHA:	20/07/20

PRUEBA DE ADHERENCIA POR CINTA

PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACION:	POLIURETANO - SIGMAGLIN 980
TESTIGOS DE ADHERENCIA:	ENSAYO REALIZADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM D3330 - METODO: A

CLASIFICACION:	TESTIGOS (CINTA DE ADHERENCIA)	PLACA / P1-B
<p>5 "A"</p> <p>SIN DESPRENDIMIENTO O REMOCION</p> <p>APROBADO</p> 		
<p>4 "A"</p> <p>DESPRENDIMIENTO A LO LARGO DE LAS INCISIONS O INTERSECCION</p> <p>APROBADO</p> 		

OBSERVACIONES: 1.- Metodo de prueba "A" o corte en (K) para realizar este ensayo se verifica el espesor de película en caso superior los 5 mils.
La clasificación de resultados de adherencia son: 5 "A" y 4 "A"

	ELABORADO POR:	
	CARGO:	SAUC SAURUS ECUADOR
	NOMBRE:	LIZ NINJA
	FECHA:	20/07/2020



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



ENSAYOS DE ADHERENCIA

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 008 - 83

Reporte No: 02/18

PLACA TESTEADA
P-029-0122-02

PROYECTO: DETERMINACION DEL TIPO DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL, SEGUN LA NORMA ASTM D7091 Y A201 T

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCION/TIPO: PLACAS - ENSAYOS

LUGAR DONDE SE REALIZO: TALLER - SAURUS

FECHA: 04/03/18

PRUEBA DE ADHERENCIA POR CINTA

PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACION: POLIURETANO - SONDOLIN 800

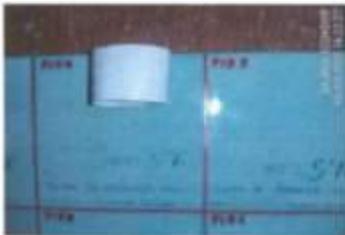
TESTES DE ADHERENCIA: ENSAYO REALIZADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM D2259 - METODO A

CLASIFICACION:

5 "A"

SIN DESPRENDIMIENTO O REMOCION

APROBADO

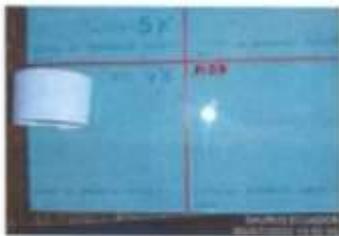


CLASIFICACION:

4 "B"

DESPRENDIMIENTO A LO LARGO DE LAS INCISIONES O INTERSECCIONES

APROBADO



TESTES (CINTA DE ADHERENCIA)	PLACA / P1-0

OBSERVACIONES: 1.- Resulto de prueba "5" a corte en "B" para realizar este ensayo se verifico el espesor de pintura en muy superior los 5 mils. La clasificación de resultados de adherencia son: "5" "A" y "4" "B"

ELABORADO POR:	
CARGO:	SAURUS INGENIERO
NOMBRE:	LIZ VILLALBA
FIRMA:	
FECHA:	04/03/18



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



ENSAYOS DE ADHERENCIA

PLACAS TESTIGOS

REGISTRO: SAU - OR - PINT - 805 - 03

Reporte No: 02/18

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO BOMTECASA A PREPARACIÓN SUPERFICIAL PLAC-LA NORMA ASTM A674-01 5 NACE 1

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCIÓN / TÍTULO: PLACAS - ENSAYOS

LOCALIDAD: TALLER - SAURUS

FECHA: 06/07/18

PRUEBA DE ADHERENCIA POR CINTA

PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACIÓN: PULVERIZADO - NORMA SRI

TESTIGOS DE ADHERENCIA: ENSAYO REALIZADO DE ACORDO A LA NORMA ASTM D3359 - MÉTODO A

CLASIFICACIÓN:

5 "A"

SIN DESPRENDIMIENTO O REMOCIÓN

APROBADO

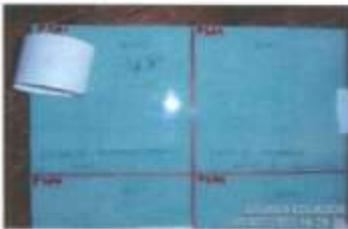


CLASIFICACIÓN:

4 "B"

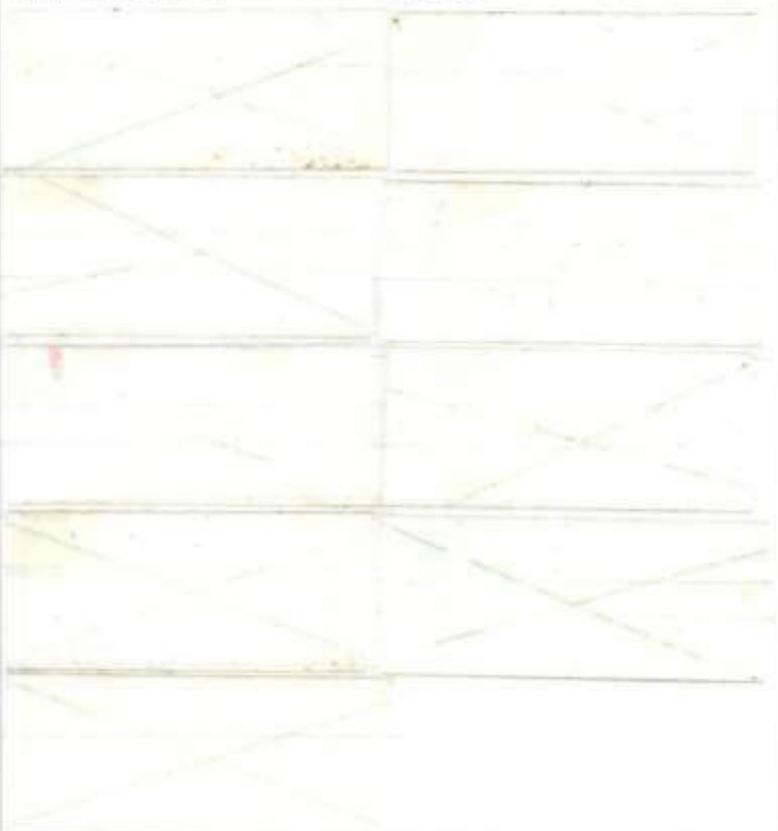
DESPRENDIMIENTO A LO LARGO DE LAS INCISIONES O INTERSECCIÓN

APROBADO



TESTIGOS (CINTA DE ADHERENCIA)

PLACA / PSA



OBSERVACIONES: 1. Método de prueba "B" se usó en (1) para realizar una inspección de verificación al momento de preparar el reporte de prueba en caso de haberse clasificado en 5 "A" y 4 "B".
La clasificación de resultados de adherencia: 5 "A" y 4 "B".

ELABORADO POR:

CARGO: SAUC SAURUS EDUCADOR

NOMBRE: LUIS SORSA

FIRMA:

FECHA: 07/07/18



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD



ENSAYOS DE ADHERENCIA

PLACAS TESTIGO
P-024-2022-01

REGISTRO: SAG - OR - PINT - 006 - 03

Registro No. 10115

PROYECTO: VERIFICACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL BASO LA NORMA SPC/SP-0 NACE 1

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DESCRIPCION / TAD: PLACAS - ENSAYOS

LOCACION: TALLER SAURUS

FECHA: 09/07/2022

PRUEBA DE ADHERENCIA POR CINTA

PLACAS - ENSAYOS

ESPECIFICACION: POLIURETANO - BONDUR 302

TIPO DE ADHERENCIA: ENSAYO REALIZADO DE ACUERDO A LA NORMA ASTM D2268 - METODO A

CLASIFICACION:

5 "A"

SIN DESPRENDIMIENTO O RESIDUO

APROBADO

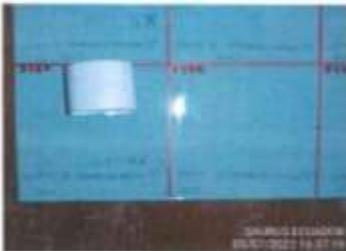


CLASIFICACION:

4 "B"

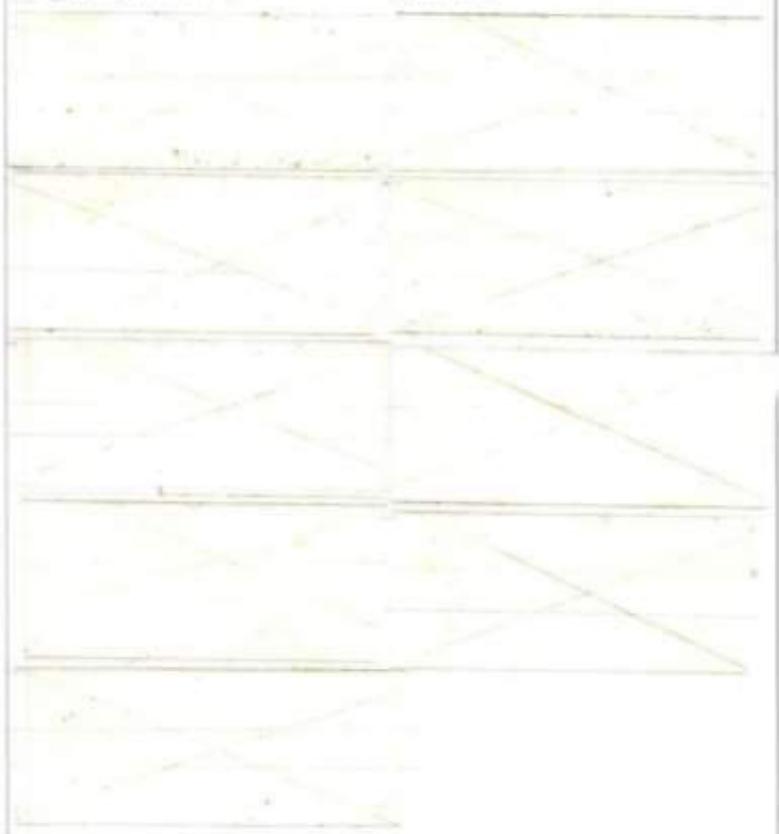
DESPRENDIMIENTO A LO LARGO DE LAS INCISIONES O INTERSECCION

APROBADO



TESTIGOS (CINTA DE ADHERENCIA)

PLACA / #3-A



OBSERVACIONES: 1.- Resultado de prueba "B" a nivel de (B) presentacion muy buena se verifico el espesor de pintura en caso separado los 6 nos.
La clasificación de resultados de adherencia son: 5 "A" y 4 "B"

ELABORADO POR

CARGO: GUSTO SAURUS ECUADOR

NOMBRE: LUIS OROSA

FIRMA: *[Handwritten Signature]*

FECHA: 09/07/2022



SISTEMA DE CALIDAD
REPORTE PRUEBAS DE ADHERENCIA POR ARRANQUE (PULL OFF)
 SAU - OR - PINT - 006 - 01



PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1*

CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

TAG - EQUIPO: PLACAS ENSAYOS (P2 - A) Report No. 1/5

ITEM: SECCIONES P2A-1 / P2A-3 / P2A-6

LUGAR: TALLER SAURUS ECUADOR

ÁREA ENSAYO: CAPA FINAL - POLIURETANO **TIEMPO DE CURADO:** 27 Días

FECHA PEGA: 05/07/22 **FECHA ARRANQUE:** 06/07/22

SUBSTRATO: ACERO **LIMPIEZA:** SSPC - SP5

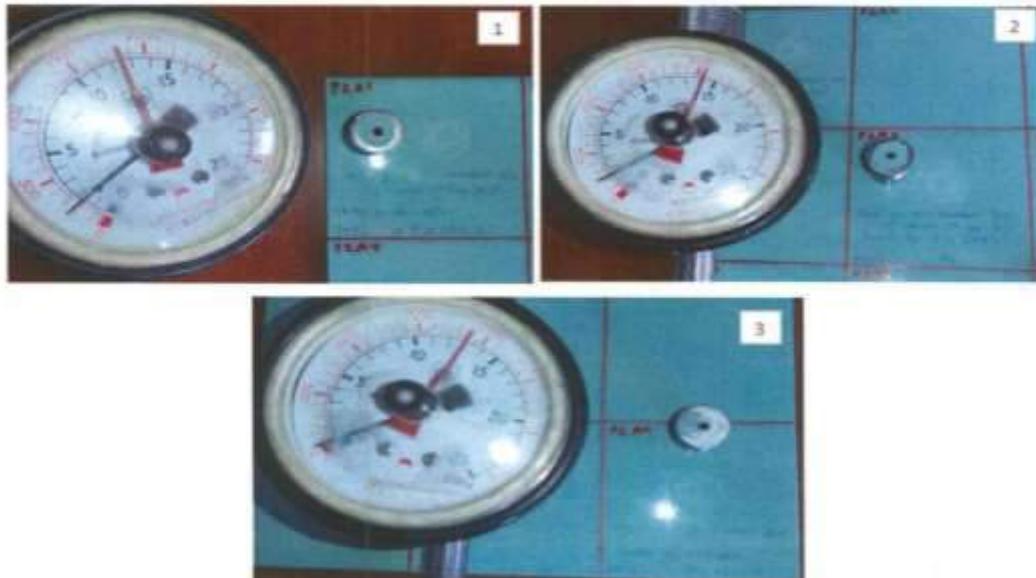
SISTEMA: 3I CAPA **ESPESOR SECO:** 12.51 mils

EQUIPO: ELCCOMETER 108 Hydraulic Pull Off Adhesion Tester LL03889

PEGAMENTO: 3M SCOTCH WELD MC1500

NORMA: ASTM D4541 - 05

SITIO DE PRUEBA	RECURRIMIENTO ENKLADADO	VALOR PSI	FALLA DE ADHESION (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA	FALLA DE COHESION (%)	LOCALIZACION DE FALLA	FALLA DEL PEGAMENTO (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA
P2A-1	SIGMAOUR 550	1800	0%	NA	40%	C	50%	1/2
P2A-3	SIGMAOUR 550	2100	0%	NA	30%	C	70%	1/2
P2A-6	SIGMAOUR 550	1900	0%	NA	0%	NA	100%	1/2



I ALUSTADO	II PRIMERA CAPA	III SEGUNDA CAPA	IV PEGAMENTO	V PRUEBA DE APLICACION
ACERO	SIGMAFAST 210	SIGMAOUR 550	MC1500	DOLLY

OBSERVACIONES: Los ensayos de adherencia pull off, se realizan en la PLACA TESTIGO P2A en las secciones P2A-1 / P2A-3 / P2A-6

EJECUTADO POR:

Nombre: LUIS SIMBA
 Firma:
 Fecha: 06/07/22

NACE NIVEL II IN° 47672



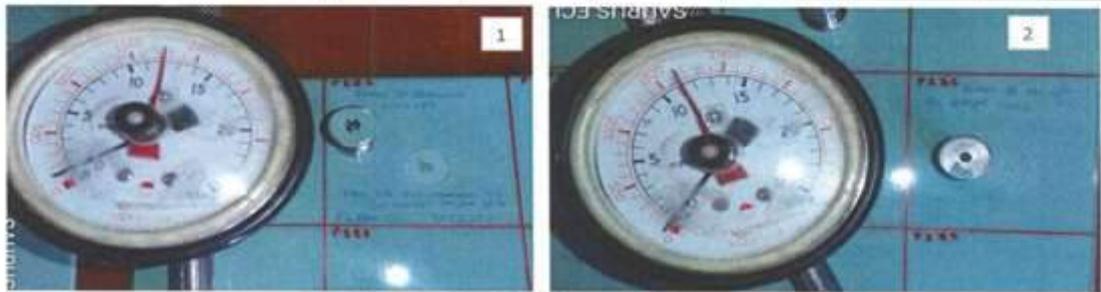
SISTEMA DE CALIDAD
REPORTE PRUEBAS DE ADHERENCIA POR ARRANQUE (PULL OFF)
 SAU - OR - PINT - 006 - 01



PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1"
CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
TAG - EQUIPO: PLACAS ENSAYOS (P2 - B) Report No. 2/6

ITEM: SECCIONES P2B-2 / P2B-6 / P2B-7
LUGAR: TALLER SAURUS ECUADOR
ÁREA ENSAYO: CAPA FINAL - POLIURETANO **TIEMPO DE CURADO:** 27 Días
FECHA PEGA: 05/07/22 **FECHA ARRANQUE:** 06/07/22
SUSTRATO: ACERO **LIMPIEZA:** SSPC - SP5
SISTEMA: BI CAPA **ESPESOR SECO:** 12.34 mls
EQUIPO: ELCOMETER 10B Hydraulic Pull Off Adhesion Tester LL03689
PEGAMENTO: 3M SCOTCH-WELD MC1500
NORMA: ASTM D4541 - 95

SITO DE PRUEBA	RECURRIMIENTO EVALUADO	VALOR PSI	FALLA DE ADHESION (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA	FALLA DE COHESION (%)	LOCALIZACION DE FALLA	FALLA DEL PEGAMENTO (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA
P2B-2	SIGMADUR 550	1800	0%	N/A	85%	C	5%	Y/Z
P2B-6	SIGMADUR 550	1650	0%	N/A	15%	C	85%	Y/Z
P2B-7	SIGMADUR 550	1400	0%	N/A	30%	C	70%	Y/Z



SUSTRATO	PRIMERA CAPA	SEGUNDA CAPA	PEGAMENTO	PRUEBA DE APLICACIÓN
A ACERO	B SIGMAFAST 278	C SIGMADUR 550	D MC1500	Z DOLLY

OBSERVACIONES: Los ensayos de adherencia pull off, se realizan en la PLACA TESTIGO P2B en las secciones P2B-2 / P2B-6 / P2B-7

EJECUTADO POR:

Nombre :

LUIS SIMBA

Firma :

Fecha

06/07/22

NACE NIVEL II IN° 47572

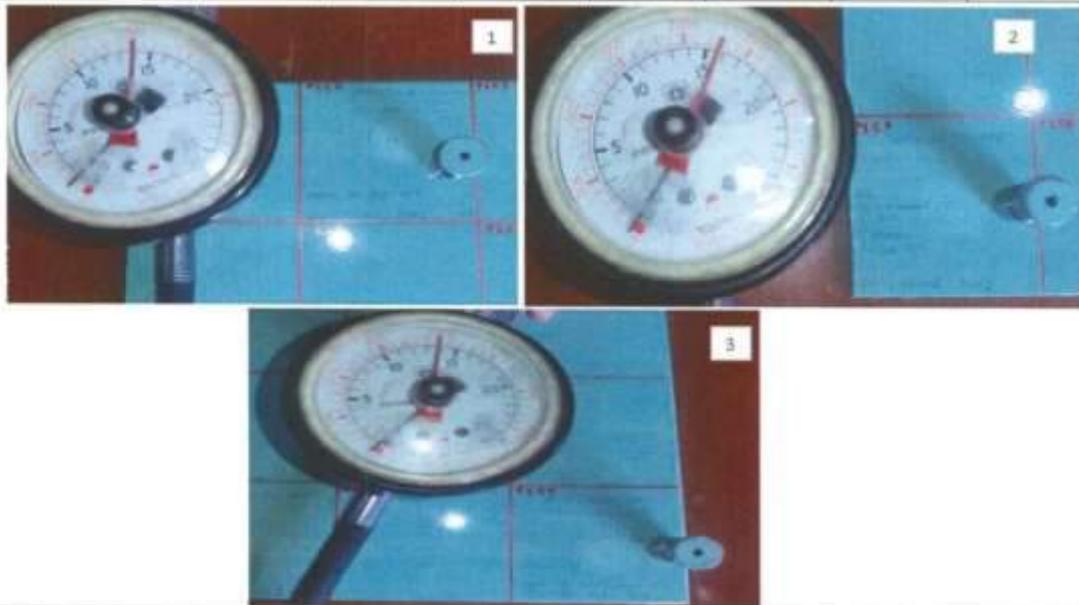


SISTEMA DE CALIDAD
 REPORTE PRUEBAS DE ADHERENCIA POR ARRANQUE (PULL OFF)
 SAU - DR - PINT - 006 - 01



PROYECTO: DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1*
 CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 TAGS - EQUIPO: PLACAS ENSAYOS (P2 - C) Report No. 3/6
 ITEM: SECCIONES P2C-2 / P2C-7 / P2C-9
 LUGAR: TALLER SAURUS ECUADOR
 AREA ENSAYO: CAPA FINAL - POLIURETANO
 FECHA PEGA: 05/07/22 TIEMPO DE CURADO: 27 Dias
 FECHA ARRANQUE: 06/07/22
 SUSTRATO: ACERO LIMPIEZA: SSPC - SP5
 SISTEMA: BI CAPA ESPESOR BECO: 13.65 mils
 EQUIPO: ELCOMETER 108 Hydraulic Pull Off Adhesion Tester (L03689)
 PEGAMENTO: 3M SCOTCH-WEED MC1600
 NORMA: ASTM D4541 - 95

ITEM DE PRUEBA	RECURRIMIENTO EVALUADO	VALOR PSI	FALLA DE ADHESION (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA	FALLA DE COHESION (%)	LOCALIZACION DE FALLA	FALLA DEL PEGAMENTO (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA
P2C-2	SIGMAOUR 550	2000	0%	NA	80%	C	8%	Y/Z
P2C-7	SIGMAOUR 552	2300	0%	NA	70%	C	30%	Y/Z
P2C-9	SIGMAOUR 550	2000	0%	NA	90%	C	10%	Y/Z



A	B	C	Y	Z
SUSTRATO ACERO	PRIMERA CAPA SIGMAFAST 278	SEGUNDA CAPA SIGMAOUR 552	PEGAMENTO MC1600	PRUEBA DE APLICACION DOLLY

OBSERVACIONES: Los ensayos de adherencia pull off, se realizan en la PLACA TESTIGO P2C en las secciones P2C-2 / P2C-7 / P2C-9

EJECUTADO POR:

Nombre:

LUIS SIMBA

Firma:

Fecha:

06/07/22

NACE NIVEL II N° 47672

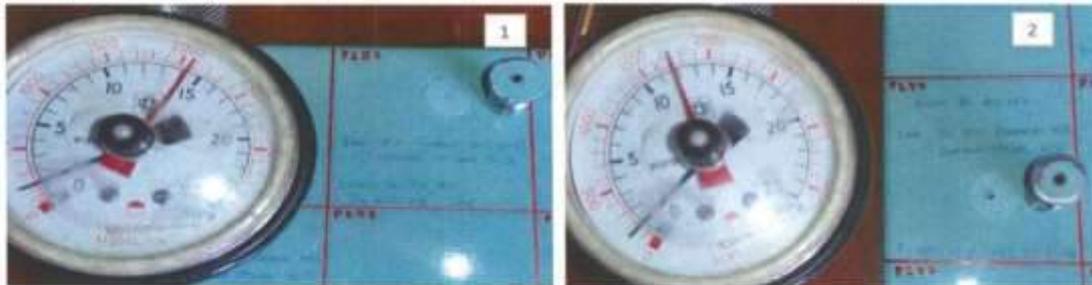


SISTEMA DE CALIDAD
 REPORTE PRUEBAS DE ADHERENCIA POR ARRANQUE (PULL OFF)
 SAU - OR - PINT - 006 - 01



PROYECTO: DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1*
 CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
 TAG - EQUIPO: PLACAS ENSAYOS (P2 - D) Report No: 4/6
 ITEM: SECCIONES P2D-2 / P2D-4 / P2D-9
 LUGAR: TALLER SAURUS ECUADOR
 AREA ENSAYO: CAPA FINAL - POLIURETANO
 FECHA PEGA: 06/07/22
 TIEMPO DE CURADO: 27 Dias
 FECHA ARRANQUE: 06/07/22
 SUSTRATO: ACERO
 LIMPIEZA: SSPC - SP5
 SISTEMA: BI CAPA
 ESPESOR SECO: 13.8 mils
 EQUIPO: ELCOMETER 108 Hydraulic Pull Off Adhesion Tester LLO3689
 PEGAMENTO: 3M SCOTCH-WELD MC1500
 NORMA: ASTM D4541 - 95

BITO DE PRUEBA	REQUERIMIENTO EVALUADO	VALDR PSI	FALLA DE ADHERION (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA	FALLA DE COHESION (%)	LOCALIZACION DE FALLA	FALLA DEL PESAMIENTO (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA
P2D-2	SIGMA DUR 550	2050	0%	N/A	80%	C	10%	Y/Z
P2D-4	SIGMA DUR 550	1750	0%	N/A	60%	C	40%	Y/Z
P2D-9	SIGMA DUR 550	1900	0%	N/A	95%	C	5%	Y/Z



A	B	C	Y	N
SUSTRATO ACERO	PRIMERA CAPA SIGMAFAST 278	SEGUNDA CAPA SIGMA DUR 550	PEGAMENTO MC1500	PRUEBA DE APLICACION DOLLY

OBSERVACIONES: Los ensayos de adherencia pull off, se realizan en la PLACA TESTIGO P2D en las secciones P2D-2 / P2D-4 / P2D-9

EJECUTADO POR:

Nombre :

LOUIS SIMBA

Firma :

Fecha

06/07/22

NACE NIVEL II IN° 47672

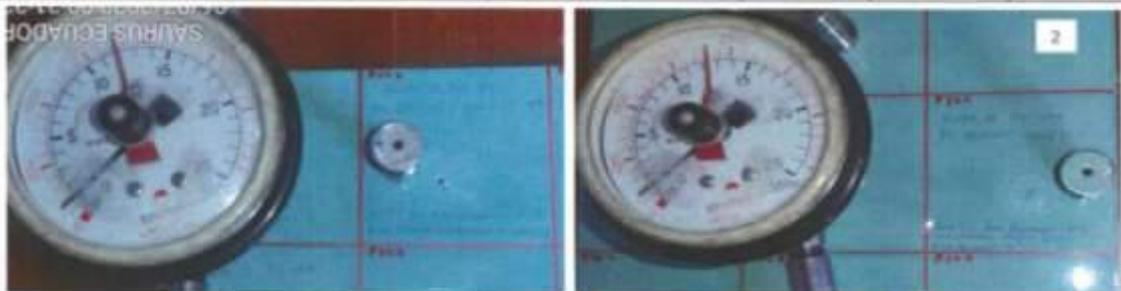


SISTEMA DE CALIDAD
 REPORTE PRUEBAS DE ADHERENCIA POR ARRANQUE (PULL OFF)
 SAU - CR - PINT - 006 - 01



PROYECTO: DETERMINACION DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACION SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-3 NACE 1
 CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 TAG - EQUIPO: PLACAS ENSAYOS (P3 - C) Report No. 5/6
 ITEM: SECCIONES P3C-2 / P3C-4 / P3C-6
 LUGAR: TALLER SAURUS ECUADOR
 ÁREA ENSAYO: CAPA FINAL - POLIURETANO TIEMPO DE CURADO: 27 Días
 FECHA PEGA: 05/07/22 FECHA ARRANQUE: 06/07/22
 SUSTRATO: ACERO LIMPIEZA: SSPC - SP3
 SISTEMA: BI CAPA ESPESOR SECO: 14.57 mils
 EQUIPO: ELCOMETER 108 Hydraulic Pull Off Adhesion Tester LL3665
 PEGAMENTO: 3M SCOTCH-WELD MC1500
 NORMA: ASTM D4541 - 95

SITO DE PRUEBA	REQUERIMIENTO EVALUADO	VALOR PSI	FALLA DE ADHESION (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA	FALLA DE CONESION (%)	LOCALIZACION DE FALLA	FALLA DEL PEGAMENTO (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA
P3C-2	SIGMA DUR 555	1750	10%	A-B	0%	NA	80%	Y/Z
P3C-4	SIGMA DUR 555	1300	50%	A-B	0%	NA	50%	Y/Z
P3C-6	SIGMA DUR 555	1850	5%	A-B	85%	C	10%	Y/Z



A	B	C	D	E
SUSTRATO	PRIMERA CAPA	SEGUNDA CAPA	PEGAMENTO	PRUEBA DE APLICACION
ACERO	SIGMAFAST 275	SIGMA DUR 555	MC1500	DELLT

OBSERVACIONES: Los ensayos de adherencia pull off, se realizaron en la PLACA TESTIGO P3C en las secciones P3C-2 / P3C-4 / P3C-6

EJECUTADO POR:

Nombre:

LLUIS SIMBA

Firma:

Fecha:

06/07/22

NACE NIVEL II N° 47672



SISTEMA DE CALIDAD
 REPORTE PRUEBAS DE ADHERENCIA POR ARRANQUE (PULL OFF)
 SAU - OR - PINT - 006 - 01



PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ADHERENCIA EN PLACAS DE ACERO SOMETIDAS A PREPARACIÓN SUPERFICIAL BAJO LA NORMA SSPC-SP-5 NACE 1
 CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 TAG - EQUIPO: PLACAS ENSAYOS (P3 - D) Report No. 6/6
 ITEM: SECCIONES P3D-3 / P3D-5 / P3D-7
 LUGAR: TALLER SAURUS ECUADOR
 ÁREA ENSAYO: CAPA FINAL - POLIURETANO TIEMPO DE CURADO: 27 Días
 FECHA PEGA: 06/07/22 FECHA ARRANQUE: 06/07/22
 SISTRATO: ACERO LIMPIEZA: SSPC - SP5
 SISTEMA: B) CAPA ESPESOR SECO: 16.61 mils
 EQUIPO: ELCOMETER 108 Hydraulic Pull Off Adhesion Tester LLC685
 PEGAMENTO: 3M SCOTCH-WEED MC100
 NORMA: ASTM D4541 - 05

STO DE PRUEBA	REQUIMIENTOS EVALUADO	VALOR PSI	FALLA DE ADHESION (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA	FALLA DE COHESION (%)	LOCALIZACION DE FALLA	FALLA DEL PESAMIENTO (%)	LOCALIZACION DE LA FALLA
P3D-3	SCOMDUR 550	1800	20%	A-B	80%	C	0%	NR
P3D-5	SCOMDUR 550	1800	10%	A-B	90%	C	0%	VZ
P3D-7	SCOMDUR 550	1200	80%	A-B	0%	NR	15%	VZ



SISTRATO	PRIMERA CAPA	SEGUNDA CAPA	PEGAMENTO	PRUEBA DE ADHESIÓN
ACERO	SCOMDUR 550	SCOMDUR 550	MC100	DCLLF

OBSERVACIONES: Los ensayos de adherencia pull off, se realizan en la PLACA TESTIGO P3D en las secciones P3D-3 / P3D-5 / P3D-7

EJECUTADO POR:
 Nombre: LUIS SIMA
 Firma:
 Fecha: 06/07/22
 NACE NIVEL II (N° 47672)



PPG Industries Colombia LTDA.

NIT: 900.007.650-4

CIVIL No. 40-15 Itagüí, Antioquia-Colombia

PBX:(574)2787400 - FAX:(574)2771963

www.ppg.com - info@ppg.com

CERTIFICADO DE INSPECCION DE CALIDAD

ARTICULO: THINNER 21-05

LOTE: DILUY.59-202108-059

F. DE FABRICACION: 16.09.21

F. DE VERIFICACION: 16.09.22

PRUEBA	UNIDAD	RESULTADO	MÍNIMO	MÁXIMO	LIMITE CUANTIFICACIÓN
Acidez Libre (Ac. Acético)	%(m/m)	0.0030	-	0.02	-
Contenido de Humedad	%p/p	0.030	-	2.70	-
Color	unidad de color	5.00	-	-	-
Benceno (benzol)	mg/l	N.D.	-	1.00	20 mg/l
Metanol	mg/l	N.D.	-	1.00	10 mg/l
Compuestos clorados	%(m/m)	N.D.	-	0.05	0.0025 mg/l

OBSERVACIONES:

1. Nomenclatura ND = No detectable



PPG Industries Colombia LTDA.
NIT: 900.007.650-4
CALLE No. 40-11 Bogotá, Archipiéago Colombia
PRA(570)3787000 - FAX(570)2771844
www.ppg.com - info@ppg.com

CERTIFICADO DE INSPECCION DE CALIDAD

CLIENTE:

ARTICULO: 00323080 S DUR 550H BAS BAS L 0710002170

F. DE FABRICACION: 21.05.2021

LOTE: 57609

F. DE VERIFICACION: 05.05.2024

PRUEBA	UNIDAD	RESULTADO	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
MOLIENDA FINAL (µm)	µm	35.00	30.00	40.00
% SOLIDOS	%	75.22	75.00	77.00
SECADO AL TACTO	mm	145.00	120.00	150.00
RESISTENCIA CHOREO LENETA (µm)	µm	457.20	300.00	2000.00
BRILLO 60_GRADOS	GU	78.80	75.00	100.00
ESFUERZO DE TINTURACIÓN PORCENTUAL	%	101.88	98.00	102.00

ANALISTA: CASTAÑO RESTREPO, NESTOR CAMILO

OBSERVACIONES:



PPG Industries Colombia LTDA.
NIT: 900.007.650-4
Calle No. 41-33 Reg. 8, Antioquia-Colombia
P.O. Box 1781180 - SAN DIEGO 178001
www.ppg.com - tel@ppg.com

CERTIFICADO DE INSPECCION DE CALIDAD

CLIENTE:

ARTICULO: 00319653 S DUR 550H HRD 0000001260

F. DE FABRICACION: 06.05.2021

LOTE: 57517

F. DE VERIFICACION: 26.04.2023

PRUEBA	UNIDAD	RESULTADO	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
VISCOSIDAD BROOKFIELD	CP	600.00	100.00	600.00
DENSIDAD g/ml	g/mL	1.13	1.11	1.14
% SOLIDOS	%	91.00	89.00	91.00
SECADO AL TACTO.	min	131.20	120.00	150.00

ANALISTA: USUGA HIGUITA, JUAN CAMILO

RESERVACIONES:



PPG Industries Colombia LTDA.
NIT: 900.007.650-4
Calle No. 40 23 1190, Antioquia Colombia
PISO 524 (04) 480-1446 (04) 279611
www.ppg.com - info@ppg.com

CERTIFICADO DE INSPECCION DE CALIDAD

CLIENTE:

ARTICULO: 00324217 S FAST 278 BAS RAL 7035262150

F. DE FABRICACION: 02.12.2021

F. DE VERIFICACION: 22.11.2023

LOTE: 62799

PRUEBA	UNIDAD	RESULTADO	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
MOLIENDA FINAL (µm)	µm	70.00	50.00	70.00
VISCOSIDAD BROOKFIELD.	CP	4500.00	4500.00	7500.00
DENSIDAD g/ml	g/ml	1.61	1.61	1.65
% SOLIDOS	%	83.92	82.00	85.00
RESISTENCIA CHOREO LENETA (µm)	µm	1534.00	800.00	2000.00
SECADO AL TACTO.	min	180.00	120.00	180.00

LISTA: CASTANO RESTREPO, NESTOR CAMILO

OBSERVACIONES:



PPG Industries Colombia LTDA.
NIT: 900.007.650-4
Calle No. 40-11 Rogli, Antioquia-Colombia
FAX: (574) 020400 - FAX: (574) 0277595
www.ppg.com - info@ppg.com

CERTIFICADO DE INSPECCION DE CALIDAD

CLIENTE:

ARTICULO: 00323232CO SFAST 278 SC HRD 0000001500

F. DE FABRICACION: 19.01.2022

LOTE: 64148

F. DE VERIFICACION: 09.01.2024

	PRUEBA	UNIDAD	RESULTADO	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
DENSIDAD	g/ml	g/mL	0.97	0.95	0.98
% SOLIDOS		%	56.21	53.00	58.00
VISCOSIDAD BROOKFIELD		CP	576.00	550.00	1000.00
APARIENCIA_ASPECTO EN EL ENVASE			CUMPLE		
TIEMPO DE GELADO		HS	2.30	1.00	5.00

JUSTA: CALENTURA, JAVIER

OBSERVACIONES:



PPG Industries Colombia LTDA.
NIT: 900.007.650-4
CALLE 100, NO. 13 Calle 100, Antioquia - Colombia
PBR (574) 5757400 - FAX (574) 7739111
www.ppg.com | info@ppg.com

CERTIFICADO DE INSPECCION DE CALIDAD

ARTICULO: THINNER 91-92

LÓTE: DILUY.58-202108-058

F. DE FABRICACION: 16.09.21

F. DE VERIFICACION: 16.09.22

PRUEBA	UNIDAD	RESULTADO	MÍNIMO	MÁXIMO	LIMITE CUANTIFICACIÓN
Acidez Libre (Ac. Acético)	%(p/p)	0.0030	-	0.02	-
Contenido de Humedad	%(p/p)	0.050	-	-	-
Color	unidad de color	5,00	-	-	-
Benceno (benzol)	mg/l	N.D.	-	1.00	20 mg/l
Metanol	mg/l	N.D.	-	1.00	10 mg/l
Compuestos clorados	%(m/m)	N.D.	-	0.05	0.0025 mg/l

OBSERVACIONES:

1. Nomenclatura ND = No detectable



Página: Hoja 1 de 2
 Orden de Trabajo: OT-055
 Fecha de Calibración: 30-sep-21
 Número de Certificado: S21-055-0280

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

DATOS DEL INSTRUMENTO

Instrumento: Termohigrometro Digital
 Marca: Elcometer
 Modelo: 319
 Serie: MG16245
 Clase: *****
 Capacidad: de -20 a 80 °C de 0 a 100% HR
 Resolución: 0.1 °C 0.1 %
 Código: TH1
 Propietario: Saurus Ecuador Cia Ltda
 Dirección: Panamericana sur km 14 y Calle 558-4171
 Ciudad: Quito Teléfono: 3070646
 Contacto: Srta. Patricia Simancas
 Adhesivo: 280
 Observaciones:
 Fechas: Recepción: 29-sep-2021 Emisión: 1-oct-2021

Declaración de Conformidad: Los errores determinados en la calibración del instrumento se encuentran en el cuadro de resultados obtenidos.

Simetric realizó la calibración del ítem descrito arriba en sus laboratorios permanentes y con patrones de referencia trazables al laboratorio nacional de metrología o en laboratorios acreditados por la norma ISO/IEC 17025:2017.

La calibración se realizó siguiendo los lineamientos de la norma NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017.

La página o páginas siguientes son parte de este certificado, se refieren a la calibración y a los resultados de la misma, así como al momento de la realización de la prueba.

El cliente ha establecido la frecuencia de calibración a **12 meses** según la importancia del equipo en su sistema de gestión.

Simetric Cia. Ltda. No considera el valor de la incertidumbre más el error de medición, como regla de decisión para la evaluación de la conformidad del instrumento. En este caso, el riesgo de que los artículos aceptados estén fuera del límite de tolerancia es de hasta el 50%. El riesgo de rechazo falso es de hasta el 50% para resultados medidos fuera de la tolerancia. Las declaraciones de conformidad se informan como:

- Pasa: los valores medidos se observaron en tolerancia en los puntos medidos.
 - No-pasa: se observaron uno o más valores medidos fuera de tolerancia en los puntos medidos.
- Lo indicado salvo indicación expresa del cliente o requisito obligatorio de norma o regulación.


1. Condiciones Ambientales del Laboratorio:

Temperatura (°C): 18.2

Humedad (%): 54.2

2. Método Utilizado:

M-02 Calibración de Termómetros Digitales

3. Descripción del Instrumento Patrón:

Sensor PT100; Serie: 525-8704; Certificado: LNM-T-2019000120
 Termómetro digital Fluke 754; Serie: 2395023; Certificado: LNM-T-2019000130
 Termohigrómetro; Serie: 11521995; Certificado: CC-0786-001-21

4. Descripción de la Incertidumbre de Medida:

La incertidumbre expandida de medida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de medida por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 % y, se la estimó de acuerdo al documento "Guide to the Expression of the Uncertainty in Measurement" de la ISO.

5. Inspección visual del Instrumento:

Referencia:	Estado
Carcasa	Buena
Sensor	Buena
Display	Buena
Otro:	

6. Resultados Obtenidos de la Calibración: Termohigrómetro Digital Sonda ambiental

# Ítem	Parámetro / Rango	Lectura Media Patrón	Lectura Media (UBP)	Corrección	Incertidumbre (K=2) (\pm °C)
Grados Celcius (Ta)					
1	20	17.15	19.2	-2.05	1.4
2	30	29.48	29.7	-0.22	1.4
3	40	37.38	37.5	-0.12	1.4
Humedad Relativa %					
2	30	38.89	35.6	3.33	3.2
4	70	81.81	76.6	5.25	3.8

UBP: Unidad Bajo Prueba

7. Incertidumbre de Calibración

°C	1.4	K=2
% HR	3.8	K=2



Oswaldo Roberto Pazmino Andrade

8. Calibración : Oswaldo Pazmiño
 Realizada Por

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**Laboratorio Dimensional N.-1
DATOS DEL INSTRUMENTO**

Instrumento: Medidor de espesores Magnético
Marca: Elcometer
Modelo: A546CF55
Serie: PA19190
Código: *****
Unidad de Medida: mm
Rango: 0 a 1
Resolución: 0.0001 0.01 mm
Propietario: Saurus Ecuador Cia Ltda
Dirección: Panamericana sur km 14 y Calle 558-4171
Ciudad Quito Teléfono: 3070646
Contacto: Srta. Jessica. Becerra
Adhesivo: 205
Observaciones: *****
Fecha de recepción: 4-dic.-2021 Fecha de emisión: 8-dic.-2021

Simetric Servicios Integrales Cia. Ltda. realizó la calibración del instrumento en el Laboratorio N.-1, utilizando Patrones de Referencia, trazables a la Unidad de Longitud del Sistema Internacional de Unidades SI, a través del Patrón Nacional de Longitud del Instituto de Normalización Ecuatoriano INEN.

La calibración del ítem descrito fue realizada bajo un Sistema de Gestión de la Calidad en los Laboratorios de Calibración y Ensayo NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017

Los resultados de la calibración, incertidumbre y condiciones de trabajo se detallan en la siguiente página, que es parte de este certificado y pertenecen exclusivamente al instrumento sometido a este proceso.

El presente documento no podrá reproducirse, excepto en su totalidad con la previa autorización escrita de Simetric

Simetric no se responsabiliza de los daños que pueda ocasionar el uso inapropiado del instrumento calibrado, así como los perjuicios derivados a la inoperancia.

El cliente debe establecer la frecuencia de calibración de sus equipos a intervalos apropiados obligatoriamente.

Simetric ha definido como regla de decisión la aceptación simple con riesgo compartido siendo el límite de aceptación igual al límite de tolerancia (AL=TL) salvo indicación expresa del cliente o requisito obligatorio de norma o regulación.



Temperatura (°C): 20.0

2. Método Utilizado:

M-34 Calibración de Medidor de espesores magnetico

3. Descripción del Instrumento Patrón:

Juego de laminas de espesor DEFESKO: Cert: S-I-LAM-2021

La incertidumbre expandida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de medida por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 % y, se la estimó de acuerdo al documento "GUM" de la ISO

Inspección	Resultado
Visual	ok
Display	ok
Batería	ok
Palpador	3

Novedades: Palpador presenta desgaste en su integridad

6. Resultados Obtenidos de la Calibración:

DESVIACION DE LA INDICACION

Valor del Patrón (mm)	Valor Medido* (mm)	Error (µm)	Incertidumbre U _i : k=2 (µm)	Error %
0.000	0.003	3.0	0.4	
0.024	0.024	-0.2	2.0	-1%
0.054	0.055	0.8	2.0	1%
0.079	0.084	4.5	2.0	6%
0.129	0.138	9.0	2.0	7%
0.252	0.262	10.0	2.9	4%
0.528	0.548	20.0	2.9	4%
0.992	1.009	17.0	2.9	2%

*Los datos de la columna de Valor Medido son el promedio de cinco lecturas.

7. Incertidumbre de Calibración (µm): **2.9** **k=2**

8. Declaración de Conformidad:

El cliente no requiere Declaración de conformidad

9. Calibración Autorizada por:



OSWALDO ROBERTO
PAZMIÑO ANEBADE

Oswaldo Pazmiño



simetric



Página: Hoja 1 de 3
Orden de trabajo: OT-40
Fecha de Calibración: 19-ago.-2021
Certificado número: S20-040-0187

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio Dimensional N.-1

DATOS DEL INSTRUMENTO

Instrumento: Medidor de espesores (Relo) comparador

Tipo: Análogo

Marca: Mitutoyo

Modelo: 20465

Serie: LKV271

Capacidad: 10 mm

Resolución: 0.01

Código: INV000107

Propietario: Saurus Ecuador Cia Ltda

Dirección: Panamericana sur km 14 y Calle 558-4171

Ciudad: Quito Teléfono: 3070646

Contacto: Srta. Patricia Simancas

Adhesivo: 187

Observaciones: Se realiza la calibración fuera de la base

Fecha de recepción: 17-ago.-2021 Fecha de emisión: 19-ago.-2021

Simetric Servicios Integrales Cia. Ltda. realizó la calibración del instrumento en el Laboratorio N.-1, utilizando Patrones de Referencia, trazables a la Unidad de Longitud del Sistema Internacional de Unidades SI, a través del Patrón Nacional de Longitud del Instituto de Normalización Ecuatoriano INEN.

La calibración del ítem descrito fue realizada bajo un Sistema de Gestión de la Calidad en los Laboratorios de Calibración y Ensayo NTE INEN-ISO/IEC 17025:2017 siguiente página, que es parte de este certificado y pertenecen exclusivamente al instrumento sometido a este proceso.

El presente documento no podrá reproducirse, excepto en su totalidad con la previa autorización escrita de Simetric

Simetric no se responsabiliza de los daños que pueda ocasionar el uso inapropiado del instrumento calibrado, así como los perjuicios derivados a la inoperancia.

El cliente debe establecer la frecuencia de calibración de sus equipos a intervalos apropiados obligatoriamente

Simetric ha definido como regla de decisión la aceptación simple con riesgo compartido siendo el límite de aceptación igual al límite de tolerancia (AL=TL) salvo indicación expresa del cliente o requisito obligatorio de norma o regulación



Página: Hoja 2 de 3
Orden de trabajo: OT-40
Fecha de Calibración: 19-ago-2021
Certificado número: 520-040-0187

1. Condiciones Ambientales del Laboratorio:

Temperatura (°C): 18.25

Humedad (%): 62.9

2. Metodo Utilizado:

M-07 Calibración de Reloj Comparador

3. Descripción del Instrumento Patrón:

Bloque de caras paralelas; Chuar Brand; EQP-005; Certificado: LNM-L-201900033D

4. Descripción de la Incertidumbre:

La incertidumbre expandida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 % y, se la estimó de acuerdo al documento "GUM" de la ISO

5. Inspeccion del Instrumento:

Inspección	Resultado
Visual	ok
Movilidad del Husillo	ok
Rectitud de la aguja	ok
Estado del tope	ok
Novedades:	

6. Resultados Obtenidos de la Calibración:

Valor del Patrón	Valor Medido* (mm)		Errores μm			
	Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente	Histeresis	Incertidumbre, $U; k=2$
0	0.0000	0.0000	0.0	0.0	0.0	6.5
0.5	0.5000	0.5100	0.0	10.0	10.0	6.5
1	1.0090	1.0060	9.0	6.0	-3.0	6.5
1.05	1.0500	1.0500	0.0	0.0	0.0	6.5
1.2	1.1980	1.2020	-2.0	2.0	4.0	6.5
1.25	1.2500	1.2520	0.0	2.0	2.0	6.5
1.5	1.4990	1.5000	-1.0	0.0	1.0	6.5
4.5	4.4977	4.4970	-2.3	-3.0	-0.7	6.5
5	4.9990	5.0000	-1.0	0.0	1.0	6.5
7.5	7.5000	7.5000	0.0	0.0	0.0	6.5
9.5	9.5000	9.5000	0.0	0.0	0.0	6.5
10	10.0020	10.0020	2.0	2.0	0.0	6.5