

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**“CONTROL DE CALIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE SALAS
ELÉCTRICAS DEL PROYECTO “REUBICACIÓN DE FACILIDADES –
ETAPA III” DE LA SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A. 2019”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

AVALOS SERRANO, JHOSEP BRATZON

ASESOR

PFUYO MUÑOZ, ROBERTO

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, que con su apoyo y guía me han formado como profesional y por la motivación que me brindan para seguir forjando un mejor futuro.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios que me brindó las fuerzas necesarias y la perseverancia para lograr mis objetivos, y a mis padres que me brindaron su apoyo y confianza para ser la persona quién soy hoy en día.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE	iv
LISTADO DE FIGURAS	vi
LISTADO DE TABLAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	3
1.2. Justificación del proyecto	4
1.2.1. Técnica	4
1.2.2. Teórica.....	4
1.2.3. Económico.....	5
1.3. Delimitación del problema.....	5
1.3.1. Teórica.....	5
1.3.2. Temporal	5
1.3.3. Espacial.....	5
1.4. Formulación del problema.....	6
1.4.1. Problema general	6
1.4.2. Problemas específicos.....	6
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo general.....	7
1.5.2. Objetivos específicos.....	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Calidad	10
2.2.2. Control de calidad.....	11
2.2.3. Proceso de soldadura.....	11
2.2.4. Proceso de granallado.....	15
2.2.5. Proceso de pintado.....	20
2.3. Definición de términos básicos.....	24
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	25

3.1. Modelo de solución propuesto	25
3.1.1. Proceso de recepción de materiales.....	28
3.1.2. Proceso de preparación de superficies.....	30
3.1.3. Proceso de pintado.....	34
3.1.4. Proceso de soldadura.....	37
3.2. Resultados	40
3.2.1. Proceso de granallado.....	41
3.2.2. Proceso de pintado.....	42
3.2.3. Proceso de soldeo	43
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48
Anexo 1. Registro de control de recepción de materiales	48
Anexo 2. Registro de inspección visual de soldadura	49
Anexo 3. Registro de prueba de ultrasonido	50
Anexo 4. Registro de preparación de superficie y pintura.....	51
Anexo 5. Reporte de espesores de película seca	52
Anexo 6. Reporte de adherencia de pintura.....	53

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Área del proyecto Reubicación de Facilidades Fase III.....	6
Figura 2. Tipos de Soldadura	11
Figura 3. Elementos de soldadura por arco eléctrico	12
Figura 4. Elementos de soldadura por arco con gas protector	13
Figura 5. Elementos de soldadura por arco sumergido.....	14
Figura 6. Proceso de granallado	16
Figura 7. Granalla de acero al carbono.....	18
Figura 8. Granalla de acero inoxidable.....	19
Figura 9. Diagrama del proceso	26
Figura 10. Diagrama de operaciones de sala eléctrica	26
Figura 11. Diagrama esquemático del proceso de producción	27
Figura 12. Recepción de materiales.....	29
Figura 13. Recepción de materiales.....	29
Figura 14. Certificado de calidad de tubos cuadrados	30
Figura 15. Medición de perfil de anclaje en tubos	32
Figura 16. Medición de perfil de anclaje en vigas H	33
Figura 17. Medición de espesor de película seca	36
Figura 18. Pintado exterior de sala eléctrica	37
Figura 19. Inspección de cordones de soldadura.....	39
Figura 20. Inspección visual de soldadura	39
Figura 21. Defecto en el cordón de soldadura.....	40

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Tipos y aplicaciones de soldadura oxiacetilénica-----	14
Tabla 2. Composición química de granalla de acero al carbono-----	18
Tabla 3. Composición química de acero inoxidable -----	19
Tabla 4. Categorías de preparación de superficie -----	21
Tabla 5. Rango de colores RAL-----	23
Tabla 6. Plan de pintado de estructuras de acero al carbono-----	35
Tabla 7. Plan de pintado de estructuras de acero al carbono-----	35
Tabla 8. Plan de pintado de estructuras de acero galvanizado -----	35
Tabla 9. Plan de pintado de estructuras de acero galvanizado -----	36
Tabla 10. Resultados obtenidos del proceso de granallado-----	41
Tabla 11. Resultados obtenidos del proceso de pintado -----	42

INTRODUCCIÓN

En el transcurso del tiempo, las mineras en el interior del país han estado renovando y ampliando sus instalaciones, es por ello que siempre surgen proyectos de fabricación de salas eléctricas para fines particulares.

Durante el proceso de fabricación de salas eléctricas hay varios procedimientos que tienen que cumplirse y eso se logra con un adecuado control y seguimiento. Para ello, el control de calidad es una herramienta útil durante el proceso de fabricación.

Hablar de calidad en estos tiempos, es un tema que cada empresa debe tener como prioridad, ya que se logra un reconocimiento en el mercado para los propios intereses. Una empresa con un plan de calidad establecido tiende a estar en el camino de la prosperidad y éxito, debido a que los posibles clientes buscan empresas que puedan satisfacer los productos finales con un excelente acabado y en base a los requerimientos dados. Tener una certificación ISO en calidad podría presentar mayores oportunidades de crecimiento en la empresa.

Entonces, si una empresa cuenta con el personal capacitado y orientado sobre las normas vigentes y los estándares de calidad, con un plan de calidad definido el éxito y reconocimiento de una empresa se daría con el paso del tiempo.

En el Perú, existen empresas que son muy rigurosos en cuanto a calidad se refiere, ya que dar confiabilidad y satisfacción al cliente en el trabajo realizado es lo que se desea. Para ello, se requiere una documentación veraz del proceso de producción, todo ello registrado y documentado en el dossier de calidad.

En ese sentido el presente trabajo busca el cumplimiento de los requisitos establecidos durante la fabricación de salas eléctricas acorde a la normatividad vigente. La composición de las salas eléctricas generalmente comprende varios elementos estructurales tales como vigas, planchas de acero galvanizado, perfiles tubos entre otros.

El control y seguimiento se realizará a los tres procesos más importantes: granallado, pintado y soldeo de las estructuras metálicas.

En el Capítulo I, se presenta la formulación del problema y los objetivos que se desea obtener sobre cómo mejorar los procesos de producción en base a un control de calidad establecido.

En el Capítulo II, se presenta el marco teórico, información donde se fundamenta el presente trabajo. Esta caracterizado por las bases teóricas relacionados a los 3 procesos más importantes de este proyecto.

En el Capítulo III, se presenta la solución planteada y los resultados obtenidos del presente trabajo. Está caracterizado por los procedimientos de trabajo establecidos que se debe seguir para implantar un proceso de producción correcto y los documentos necesarios que van anexados en el dossier de calidad.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En el ámbito internacional, el tema de control de calidad en estructuras metálicas se plantea de manera exigente. El tema de calidad se estipula y rige en un marco regulatorio y funcional, por ello cada etapa durante el proyecto, planificación y construcción de estructuras deben ser controladas de manera rigurosa. De ahí que países en vías de desarrollo se basan en normas internacionales como guía para innovar los procesos de producción. El error humano siempre está presente, por ello existen detalles a cambiar como mejorar la enseñanza profesional, innovar los métodos de trabajo, adoptar medidas de precaución ante posibles negligencias humanas. Los procedimientos de trabajo pueden ser cambiados añadiendo una eficaz comunicación entre las personas y los organismos inmersos en los proyectos. (Comité Conjunto de Seguridad Estructural)

El crecimiento en años recientes del sector metalmecánico en el país, ha obligado a las empresas del sector que busquen ser más eficientes y competitivos en la mejora de los procesos administrativos y operativos; a través de la diferenciación en la calidad de sus productos y servicios. La aplicación de control de calidad nace como una actividad necesaria para que las empresas puedan obtener productos finales acordes a los estándares de calidad y en relación con las normas existentes. La ausencia de calidad en una empresa puede no ser adecuada para los intereses de la misma, desde

el reconocimiento a nivel industrial hasta grandes pérdidas económicas y humanas. (Coaguila, 2017)

En el ámbito local, podemos decir que la aplicación de control de calidad en la empresa Manufacturas Eléctricas S.A. no es totalmente óptima, por ello surge la necesidad de buscar la mejora continua en los diversos procesos de producción. Hoy en día, existen trabajadores en producción que no están bien capacitados en las diversas actividades que ejecutan y que tienen escaso conocimiento en las normas vigentes.

Para la fabricación de salas eléctricas hay procesos por controlar, tales como el granallado, soldeo y pintado de las estructuras metálicas tanto de acero al carbono y galvanizado. Durante el granallado hay que tener en cuenta el perfil de anclaje de las estructuras de acero que en muchas oportunidades no ha sido el correcto según el procedimiento, caso similar ocurre en el pintado donde se realiza la medición de espesor y a veces está por debajo de los milímetros especificados y por otra parte cuando se realiza el soldeo de las estructuras metálicas hay que verificar los cordones de soldadura para no encontrar fallas o defectos.

1.2. Justificación del proyecto

1.2.1. Técnica

Desde el punto de vista técnico, se justifica que los operarios al conocer las normas técnicas que demanda la ejecución del proyecto, efectuarán sus labores de una mejor manera y darán una mayor calidad bajo los estándares de calidad y confiabilidad que reduzcan los mantenimientos correctivos y preventivos al producto final.

1.2.2. Teórica

Se justifica que al conocer los requerimientos que el cliente exige con la información de las normas vigentes, se determinará un mejor conocimiento teórico a la hora de ejecución de los procesos. Y por consiguiente los trabajos se adecuarán a los estándares de calidad.

1.2.3. Económico

Se justifica desde la perspectiva económica que si se identifica los eventos donde hay una ocurrencia mayor de fallas existirá un mayor ahorro en tiempo, mano de obra, recursos y de esta forma evitar penalidades posteriores, así como reducir el mantenimiento en el futuro.

1.3. Delimitación del problema

1.3.1. Teórica

Este trabajo solo se centrará en la información de control de calidad mecánica orientado a la información del cumplimiento de la norma.

1.3.2. Temporal

El trabajo e informe del trabajo de suficiencia se desarrollará en los meses de octubre a diciembre, sin embargo el trabajo de campo se desarrolló en los periodos entre Febrero y Junio de 2019.

1.3.3. Espacial

El presente trabajo se desarrolló en la empresa Manufacturas Eléctricas S.A. Planta 2: ubicado en Guillermo Dansey 1349 y el producto final será llevado a la empresa minera Cerro Verde.

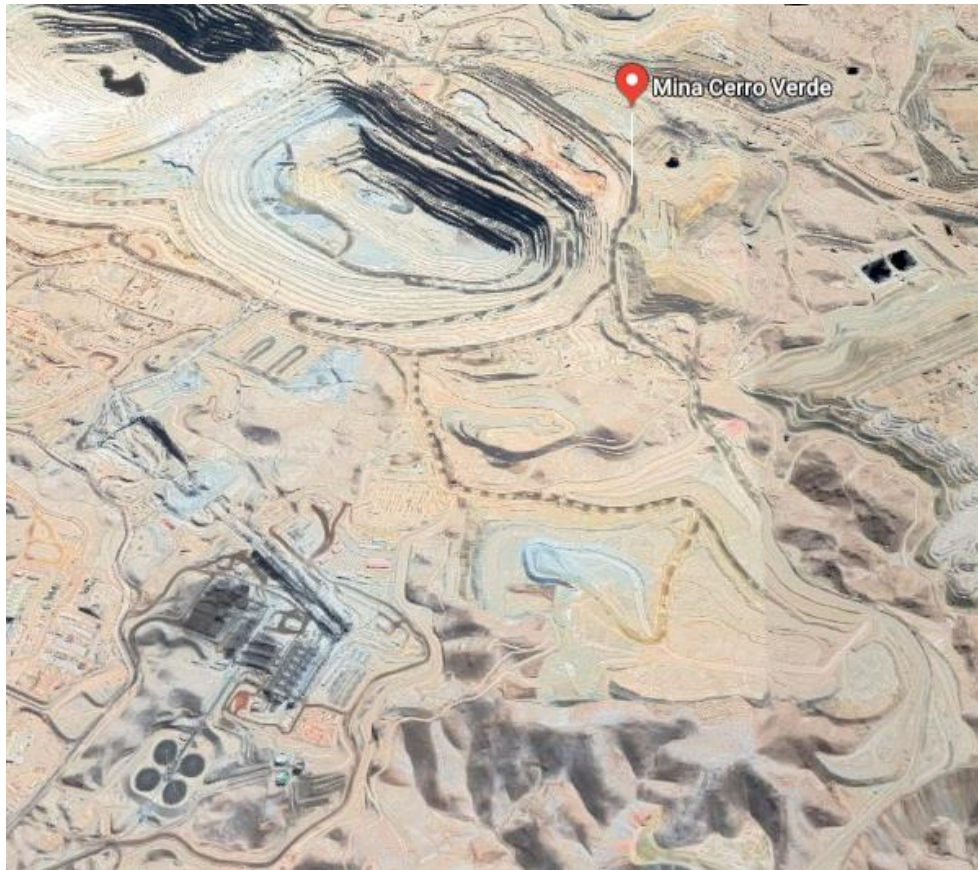


Figura 1. Área del proyecto Reubicación de Facilidades Fase III

Fuente: Google Maps

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cómo realizar el control de calidad a los procesos de producción para la fabricación de salas eléctricas del proyecto “Reubicación de Facilidades – Etapa III” de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. 2019?

1.4.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo desarrollar el control de calidad al proceso de granallado mediante de las estructuras metálicas para la fabricación de salas eléctricas del proyecto “Reubicación de Facilidades Etapa III” de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. 2019?

2. ¿De qué manera efectuar el control de calidad al proceso de pintado de las estructuras metálicas para la fabricación de salas eléctricas del proyecto “Reubicación de Facilidades – Etapa III” de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. 2019?
3. ¿Cómo generar el control de calidad al proceso de soldeo de las estructuras metálicas para la fabricación de salas eléctricas del proyecto “Reubicación de Facilidades Etapa III” de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. 2019?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Realizar el control de calidad a los procesos de producción para la fabricación de salas eléctricas del proyecto “Reubicación de Facilidades Etapa III” de la Sociedad Minea Cerro Verde S.A.A. 2019.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Desarrollar el control de calidad al proceso de granallado de las estructuras metálicas para la fabricación de las salas eléctricas del proyecto “Reubicación de Facilidades Etapa III” de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. 2019.
2. Efectuar el control de calidad al proceso de pintado de las estructuras metálicas para la fabricación de las salas eléctricas del proyecto “Reubicación de Facilidades Etapa III” de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. 2019.
3. Generar el control de calidad al proceso de soldeo de las estructuras metálicas para la fabricación de salas eléctricas del proyecto “Reubicación de Facilidades Etapa III” de la Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. 2019.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

(Barrera, 2018). *Implementación de un plan de calidad para obras metal mecánicas en la empresa VYP ICE SAC*, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Centro del Perú, expresa como objetivo: Implementar un plan de calidad para obras metalmecánicas en la empresa VYP ICE SAC.; usando el método sistémico para apoyarse en todo el proceso basado en normas internacionales. Además, concluye que: La implementación del plan de calidad tuvo como respuesta una mejora en términos de calidad de las obras metal mecánicas, aumentando el nivel competitivo de la empresa, por ello la herramienta principal fue implementar un plan de puntos de inspección aplicado a cada proceso de producción. A su vez, cada proceso de fabricación debe estar sujeto a los códigos y normas internacionales en vigencia, pues avalan la realización de los procedimientos de fabricación de las obras metal mecánicas. Por consiguiente, con la ejecución del plan de calidad mejora la eficacia de una empresa, cumpliendo con la entrega de los productos en el tiempo acordado, mediante la gestión de recursos adecuada y la capacitación del personal en cada proceso.

(Arias, 2017). *Aplicación del control de calidad en las estructuras metálicas de la Unidad Minera Santander*, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional del Centro del Perú, concluye que: El criterio de aceptación más factible en la soldadura de estructuras metálicas es la inspección visual, siendo este más efectivo y cómodo. Y para complementar la inspección visual el uso de tintes penetrantes ha hecho más factible el proceso.

(Coaguila, 2017). *Propuesta de implementación de un modelo de Gestión por Procesos y Calidad en la Empresa O&C Metals S.A.C.*, para optar el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica San Pablo de Arequipa, expresa como objetivo: Efectuar una propuesta para implementar un modelo de gestión por procesos y calidad, a través de una metodología del diagnóstico basado en entrevistas, encuestas, observaciones, etc. Además, concluye que: La propuesta de implementación de un modelo de gestión por procesos dará una mejor eficacia dentro de la empresa, en relación con la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad bajo la Norma ISO 9001:2015, que mejorará la eficiencia de los procesos. Además, sostiene que se identificó los principales problemas dentro de una empresa son los productos con mala calidad, retrasos en los tiempos de producción y la falta de materiales.

(Urgilés, 2018). *Estudio de la calidad de la soldadura en edificaciones metálicas*, para optar el título de Magister en Construcciones en la Universidad de Cuenca de Ecuador, concluye que: El presente proyecto plantea la elaboración de una serie de documentos necesarios que exigen las normas vigentes anexados en el Dossier de Calidad. Dicha documentación tiene como fin la construcción de edificaciones metálicas seguras, mediante controles establecidos. Para ello se realiza una alternativa para la ejecución de un Dossier a través de ordenanzas locales. Además, la Norma local establece los deberes y responsabilidades de cada persona implicada en los proyectos de construcción de estructuras.

(Mares, 2018). *Criterios de control de calidad en obras de estructura metálica*, para optar el título de Ingeniero Arquitecto en el Instituto Politécnico Nacional de México, expresa como objetivo: Describir las características de las estructuras metálicas en construcciones. Además, concluye que: Cuando se realiza la planeación de un proyecto se debe tener en cuenta que hay varios aspectos correlacionados como la buena ejecución del proyecto ejecutivo, los procedimientos constructivos adecuados además de un buen control de calidad, costo y tiempo. A su vez indica que las propiedades, las normas y actividades son necesarios regir en el uso de la estructura de acero como procedimiento constructivo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad

(Gútierrez & de la Vara, 2009) en su libro Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma define lo siguiente:

Calidad es ante todo la satisfacción del cliente, que está ligada a las expectativas que éste tiene respecto al producto o servicio. Las expectativas son generadas de acuerdo a las necesidades, el precio del producto, la tecnología, la imagen de la empresa, etc.

(ISO, 2015) define calidad como: “Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos”

(RAE, 2018) define calidad como: “Propiedad o conjunto de propiedades inherentes al algo que permiten juzgar su valor”.

2.2.2. Control de calidad

(Ishikawa, 1989) en su libro Introducción al control de calidad afirma lo siguiente:

El control de calidad consiste en el desarrollo, diseño, producción, comercialización y prestación del servicio de productos y servicios con una eficacia del coste y una utilidad óptimas, y que los clientes comprarán con satisfacción.

2.2.3. Proceso de soldadura

(West-Arco , 2015) en su revista Manual de Soldadura define lo siguiente:

La soldadura es una coalescencia localizada, de metal, donde ésta es producida por calentamiento a una temperatura adecuada, con o sin el uso del metal de aporte.

El proceso de soldadura puede ser definido como aquel cuyo fin es la unión de dos materiales mediante una fusión entre ellos.

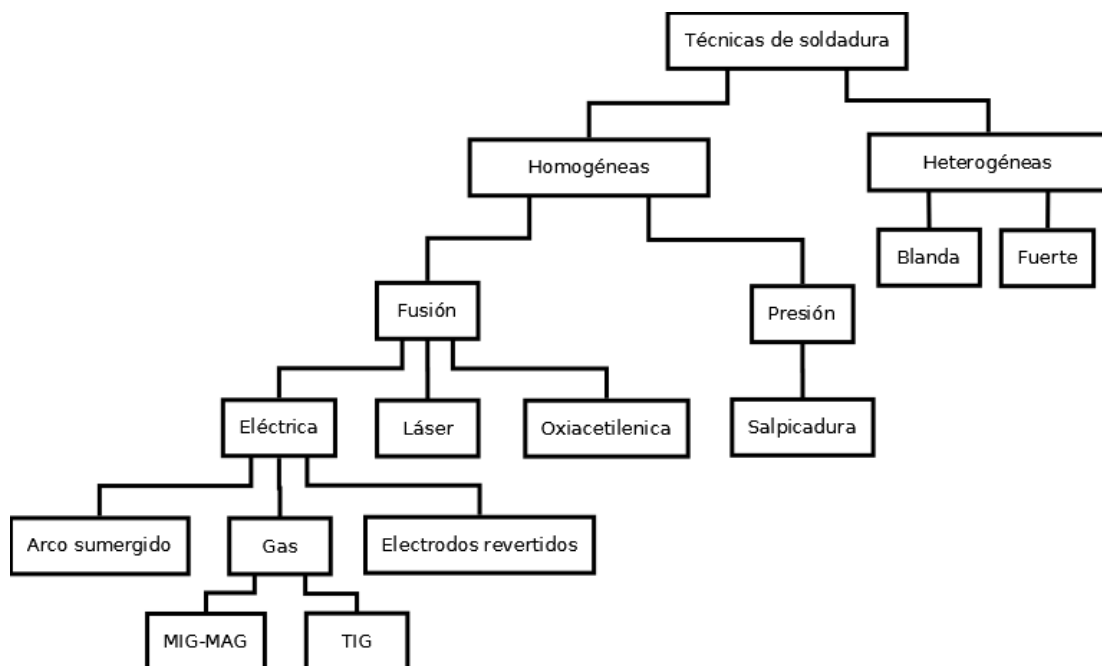


Figura 2. Tipos de Soldadura

Fuente: (TEXfire, 2016)

2.2.3.1. Soldadura por electrodo revestido

(SOLDEXA, 2015) en su revista Manual de Soldadura describe lo siguiente:

La soldadura por electrodo revestido, también llamado soldadura por arco eléctrico, es un tipo de proceso de soldadura que consiste en la unión de piezas metálicas mediante el calor que es producido por un arco eléctrico entre el espacio de la pieza a soldar y el material de aporte o electrodo. De esta manera se produce una zona de fusión donde posteriormente forma la unión entre los metales a soldarse.

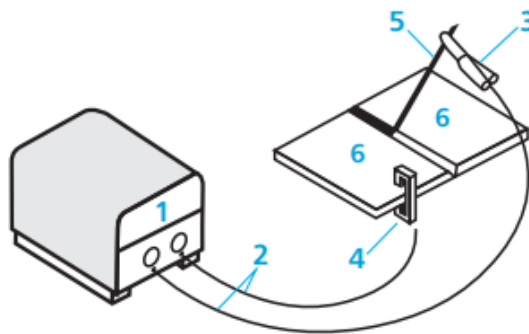


Figura 3. Elementos de soldadura por arco eléctrico

Fuente: Soldexa

1. Fuente de poder
2. Cables de soldadura
3. Porta-electrodos
4. Tierra
5. Electrodo
6. Metal Base

2.2.3.2. Soldadura por arco con gas protector

Asimismo, para Soldexa la soldadura por arco con gas protector, también conocida como MIG/MAG, se produce mediante un arco eléctrico entre el alambre, que es protegido por un gas, y el material base dando como resultado la fusión.

El propósito del uso de un gas es proteger el arco eléctrico, la fusión y el material base de posibles contaminantes existentes en la atmósfera. Este gas impide la formación de escorias y óxidos.

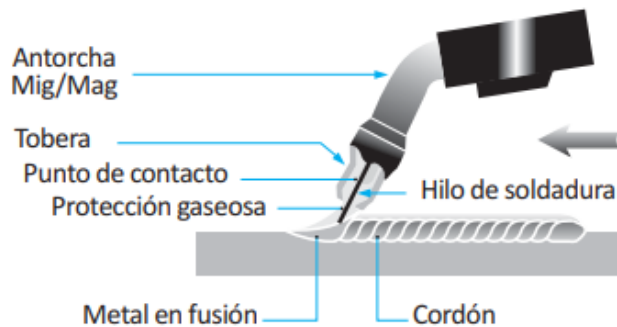


Figura 4. Elementos de soldadura por arco con gas protector

Fuente: Soldexa

Se puede distinguir dos tipos, las cuales se diferencian en función del tipo de gas.

MIG: Cuando actúa un gas inerte puro.

MAG: Cuando se utiliza CO_2 o la mezcla de ésta con argón.

2.2.3.3. Soldadura por arco sumergido

(McCormac & Csernak, 2012) en su libro Diseño de Estructuras de Acero expone lo siguiente:

La soldadura por arco sumergido es un proceso automático cuya particularidad está que el arco eléctrico es mantenido debajo por un montículo de material granular fundible, éste se deposita simultáneamente con el electrodo proveniente de un carrete de forma continua.

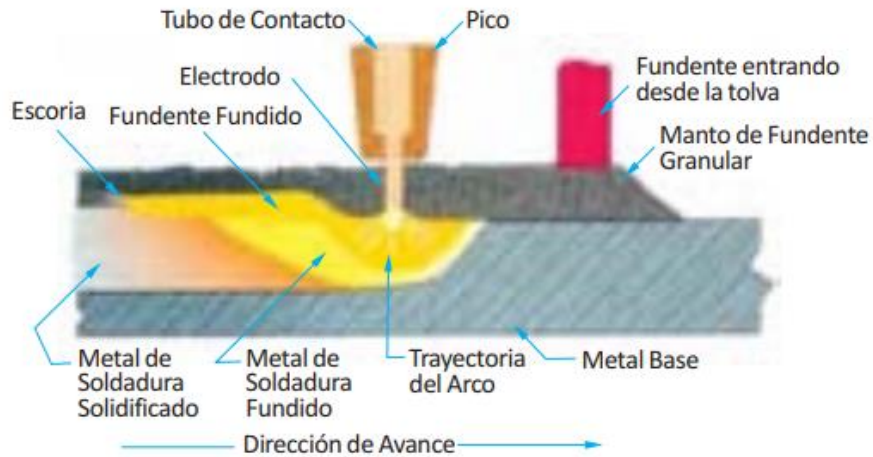


Figura 5. Elementos de soldadura por arco sumergido

Fuente: Soldexa

2.2.3.4. Soldadura oxiacetilénica

Asimismo, para McCormac & Csernak la soldadura oxiacetilénica usa un gas llamado acetileno, utilizado tanto para soldar como para corte de metales. Es un proceso algo lento y normalmente se usa para trabajos de reparación y mantenimiento por su rápido aprendizaje.

Tabla 1. Tipos y aplicaciones de soldadura oxiacetilénica

Fuente: Soldexa

Tipos de llama		Aplicaciones más comunes
Neutra suave Partes iguales de oxígeno y acetileno (Baja presión).		Para soldar planchas delgadas de acero
Neutra dura Partes iguales de oxígeno y acetileno (Altas presiones).		Para soldar planchas gruesas de acero.
Oxidante Mayor proporción de oxígeno.		Para enderezar piezas, tratamiento térmico, calentamiento de piezas. Soldadura de latón.
Carburante Mayor proporción de acetileno.		Para soldadura de hierro fundido.

2.2.3.5. Norma AWS d1.1/d1.1m:2015

La presente norma establece los aspectos que se debe tener en cuenta para la fabricación de estructuras de acero soldadas. A su vez contiene información sobre los WPS (Especificación del procedimiento de soldadura) y además de los criterios de aceptación para soldaduras, reparación de soldaduras y los procedimientos de inspección visual. (American Welding Society, 2016)

2.2.4. Proceso de granallado

El proceso de granallado es una técnica utilizada para el tratamiento superficial por impacto con el fin de obtener un excelente grado de limpieza en una gran variedad de estructuras metálicas y no metálicas. Se puede decir entonces, que es el bombardeo de abrasivos a una gran velocidad que al impactar sobre la superficie del material produce la eliminación de los contaminantes presentes. (CYM MATERIALES S.A.)

Existen múltiples usos del granallado, entre ellas tenemos:

- Limpieza y preparación de superficies
- Eliminación de laminillas
- Decapado mecánico
- Granallado de pisos de concreto, etc.

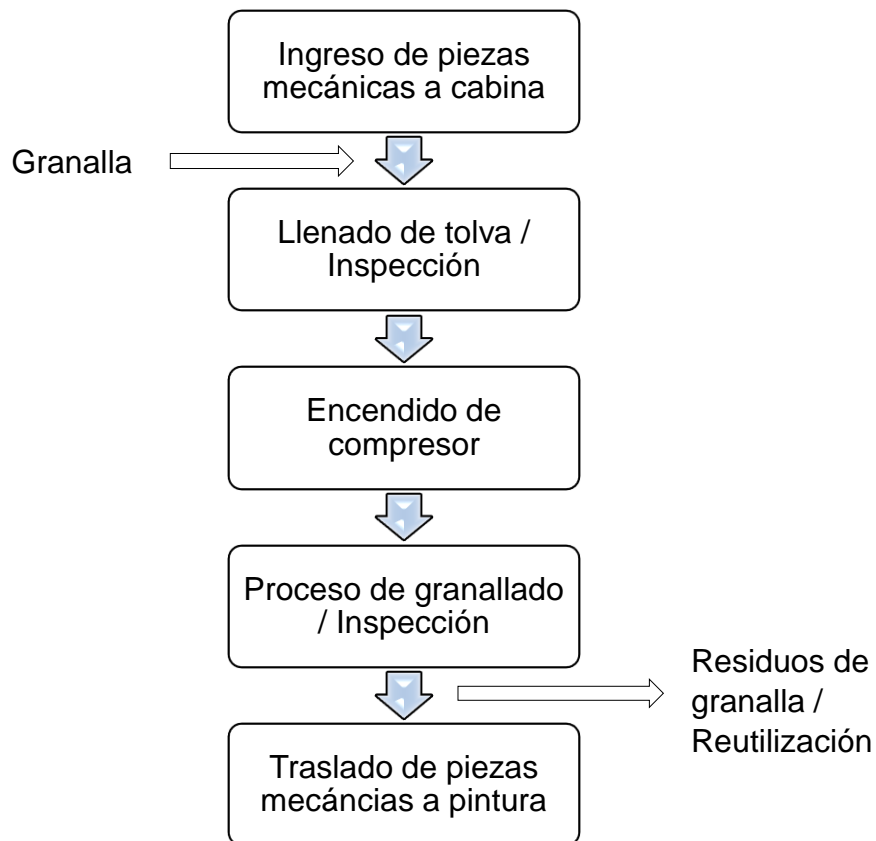


Figura 6. Proceso de granallado

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.1. Tipos de abrasivos

En la industria existe una gran selección de partículas abrasivas para el proceso de granallado, cada una con propiedades inherentes.

El abrasivo seleccionado debe cumplir con el acabado superficial de las piezas que se quiere granallar, teniendo en cuenta el coste de dicho abrasivo. Entre las características morfológicas tenemos:

a. Forma

Entre los abrasivos existen 2 formas determinadas: angular y esférica, cada uno con ventajas propias. Por lo general, cuando se utiliza un abrasivo angular se tiende a gastar el equipo de granallado, la calidad del acabado del

material granallado es áspero y el proceso es mucho más rápido. Caso diferente, es el abrasivo esférico puesto que produce un menor desgaste en el equipo de granallado, el acabado es suave y el proceso se realiza más lento.

b. Tamaño

Básicamente cuando el tamaño del abrasivo es mayor, generará una mayor huella en la pieza a granallar. Entonces el tamaño del abrasivo es un factor a tener en cuenta, ya que la rugosidad que se quiere alcanzar será determinada por el tamaño del abrasivo usado.

c. Dureza

Este factor es muy importante al momento de seleccionar el abrasivo, si este es más duro y resistente que el material a tratar se produce la deformación de la superficie. Si el material es más suave que la superficie del material, solo removerá las impurezas como pintura, óxido, etc. (Abrasivos y maquinarias S.A., 2018)

Por consiguiente, para seleccionar que tipo de abrasivo se desea utilizar hay que tener en cuenta ciertos factores:

- El material utilizado para el proceso de granallado.
- El espesor del material a granallar.
- El tipo de acabado que se quiere obtener.
- La posibilidad de reutilización del abrasivo.
- El perfil de anclaje establecido para los recubrimientos posteriores.

a. Granalla de acero al carbono

La granalla de acero al carbono, angular o esférica, se fabrica de acuerdo a las normas SAE J444, SAE J-827 y

SAE J-1993. La granalla angular procede de la trituración de la granalla esférica.

Entre las aplicaciones frecuentes de este tipo de abrasivos se tiene:

- Decapado en profundidad de superficies de acero.
- Preparación de superficies para pintado posterior.
- Limpieza de piezas de fundición.
- Tratamiento de acero carbono, hierro y decapado de soldaduras. (Materias Primas Abrasivas S.L.)



Figura 7. Granalla de acero al carbono

Fuente: Abrasivos y maquinarias S.A.

Tabla 2. Composición química de granalla de acero al carbono

Fuente: Abrasivos y maquinarias S.A.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	
C	0.85-1.20%
Mn	0.60-1.20%
Si	0.40-1.50%
S	0.05%
P	0.05%

b. Granalla de acero inoxidable

Este tipo de granalla se utiliza en sistemas de granallado de turbina o de aire comprimido por presión para varios procesos como acabado, limpieza, rebarbado y preparación de superficies.

Las aplicaciones que tiene este abrasivo son:

- Limpieza y decapado de aceros inoxidables y metales no férricos
- En procesos relacionados con la industria elaboración de granito y piedra natural.
- Preparación de superficies en fundición y forja de aluminio y aceros inoxidables. (Materias Primas Abrasivas S.L.)

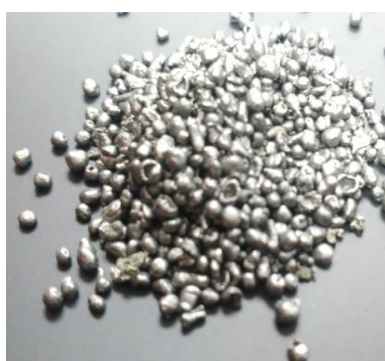


Figura 8. Granalla de acero inoxidable

Fuente: Abrasivos y maquinarias S.A.

Tabla 3. Composición química de acero inoxidable

Fuente: Abrasivos y maquinarias S.A.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	
C	0.17%
Cr	18%
Ni	10%
S	1.8%
Mn	1.2%

2.2.5. Proceso de pintado

El Proceso de pintado en estructuras metálicas consiste en la aplicación de recubrimientos en la superficie para satisfacer los requerimientos establecidos por el cliente y cumplir con los estándares de calidad. Para ello se debe seguir etapas antes y después del pintado.

2.2.5.1. Preparación de superficie

Consiste en la remoción de cualquier agente contaminante que se encuentra en la superficie de las estructuras a pintar. Para ello existen varias técnicas de eliminación de contaminantes que se rigen bajo la norma SSPC-SP.

Las técnicas más usadas son limpieza por chorro abrasivo, con solventes, con herramientas manuales y mecánicas.

- **Norma SSPC**

(SSPC Colombia Chapter, 2018) expresa que:

La SSPC fue fundada en 1950 en EE.UU. bajo el nombre de Consejo de Pintura de Estructuras de Acero como una sociedad sin fines de lucro y en 1997 modificó su nombre a Sociedad para Recubrimientos Protectores. Su misión principal es la protección de superficies de acero y concreto mediante la aplicación de adecuados procedimientos de limpieza y preparación de superficies y el uso de recubrimientos de protección con un rendimiento óptimo.

Tabla 4. Categorías de preparación de superficie

Fuente: CYM Materiales S.A.

Norma SSPC	DESCRIPCIÓN	
SSPC-SP 1	Limpieza con solventes	Uso de detergentes, vapor de agua, soluciones jabonosas
SSPC-SP 2	Limpieza con herramientas manuales	Uso de cepillos, lijas, etc.
SSPC-SP 3	Limpieza con herramientas mecánicas	Herramientas eléctricas o neumáticas
SSPC-SP 4	Limpieza con flama	Uso de flama de acetileno
SSPC-SP 5 NACE N° 1	Limpieza con chorro abrasivo	Granallado metal blanco
SSPC-SP 6 NACE N° 3	Limpieza con chorro abrasivo	Granallado comercial
SSPC-SP 7 NACE N° 4	Limpieza con chorro abrasivo	Granallado ligero
SSPC-SP 8	Limpieza química	Limpieza por medio de electrólisis, reacción química.
SSPC-SP 9	Limpieza por agentes atmosféricos	Por medio de agentes atmosféricos, seguido por técnicas de limpieza anteriores.
SSPC-SP 10 NACE N° 2	Limpieza con chorro abrasivo	Granallado semi-blanco
SSPC-SP 11	Limpieza manual con herramientas mecánicas	Limpieza metal limpio o desnudo con rugosidad mínima de 25 micrones
SSPC-SP 12 NACE N° 5	Limpieza con agua presión	Uso de agua a presión o waterjetting.

SSPC-SP 13 NACE N° 6	Limpieza de concreto	Uso de herramientas mecánicas, químicas o métodos térmicos
SSPC-SP 14 NACE N° 8	Granallado industrial	Limpieza por chorro abrasivo para la preparación de superficies en aceros pintados o sin pintar en uso industrial.
SSPC-SP 15	Limpieza manual con herramientas mecánicas	Limpieza comercial con rugosidad mínima de 25 micrones
SSPC-SP 16	Limpieza metales no ferrosos	Galvanizado, acero inoxidable, cobre, aluminio, latón, etc.

2.2.5.2. Aplicación de pintura

El proceso de pintado se inicia con la selección de la pintura (generalmente consta de 2 componentes, resina y catalizador) y el diluyente. Hay diferentes tipos de color de pintura, las cuales serán elegidos por el cliente, citados en el respectivo procedimiento de pintura. Durante el pintado se pueden usar brochas, pistolas de pulverización, inmersión, electrostática, etc.

Hay que tener en cuenta varios aspectos a la hora del pintado:

- Material a pintar
- Geometría del material
- Tipo de pintura
- Condiciones ambientales
- Mils especificados, etc.

a. Carta Ral

Según (PYMA, 2018) menciona que el término RAL es la abreviación de Reichsausschuß für Lieferbedingungen,

que traducido significa “Comisión Nacional para las Condiciones de Entrega y Gestiones de Calidad”.

RAL es un sistema de combinación de tonalidades que define una variedad de colores para pinturas, plásticos y recubrimientos.

Tabla 5. Rango de colores RAL

Fuente: Elaboración propia

Rango	Nombre de rango
Ral 1xxx	Amarillo
Ral 2xxx	Naranja
Ral 3xxx	Rojo
Ral 4xxx	Violeta
Ral 5xxx	Azul
Ral 6xxx	Verde
Ral 7xxx	Gris
Ral 8xxx	Marrón
Ral 9xxx	Blanco / Negro

2.2.5.3. Curado de pintura

La etapa de curado corresponde al secado y endurecimiento de la capa líquida para dar paso a la capa sólida o recubrimiento.

Al igual que en las etapas anteriores, hay que tener en cuenta ciertos aspectos a la hora del curado.

Estos aspectos son:

- La geometría del material
- Las condiciones ambientales
- El tamaño del material
- El tipo de pintura

2.3. Definición de términos básicos

1. **Electrodo.** - Elemento consumible usado en el proceso de soldadura para generar el arco eléctrico.
2. **Granalla.** - Elemento abrasivo que es usado para la preparación de limpieza superficial.
3. **Granallado.** - Proceso de tratamiento de limpieza superficial mediante el uso de abrasivos a una gran velocidad.
4. **Perfil de anclaje.** - Nivel de rugosidad superficial que se consigue mediante limpieza con abrasivos para que el recubrimiento se adhiera al material.
5. **RAL.** - Sistema de combinación de tonalidades para la designación de colores asignados a pinturas, plásticos y recubrimientos.
6. **Soldadura.** - Proceso de unión de materiales, generalmente metales, mediante la fusión; y con o sin el uso de un metal de aporte.
7. **SSPC.** - Organización a nivel mundial que brinda información sobre preparación de superficies, selección de recubrimientos y regulaciones de salud, ambientales y de seguridad.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1. Modelo de solución propuesto

El modelo de solución planteada para este trabajo es el correcto cumplimiento de los procedimientos de trabajo en concordancia con los estándares de calidad definidos para obtener un producto final que cumpla las exigencias y requerimientos por parte del cliente.

Para establecer un control de calidad acorde a lo que el proyecto exige y requiere conocer los procesos de producción, realizar los registros de inspección para evidenciar los resultados obtenidos y garantizar la confiabilidad del proceso realizado. La empresa Manufacturas Eléctricas cuenta con un plan de calidad definido, donde especifica el proceso de fabricación de salas eléctricas, considerándose desde el diseño según los requerimientos establecidos, la recepción de materiales, los procesos de producción y los puntos de inspección y ensayos, los registros necesarios para evidenciar la conformidad del producto final.

Para ello existe una serie de procesos y/o etapas de producción:

- Recepción de materiales
- Preparación superficial de estructuras
- Pintado de estructuras
- Habilitado y soldeo de estructuras

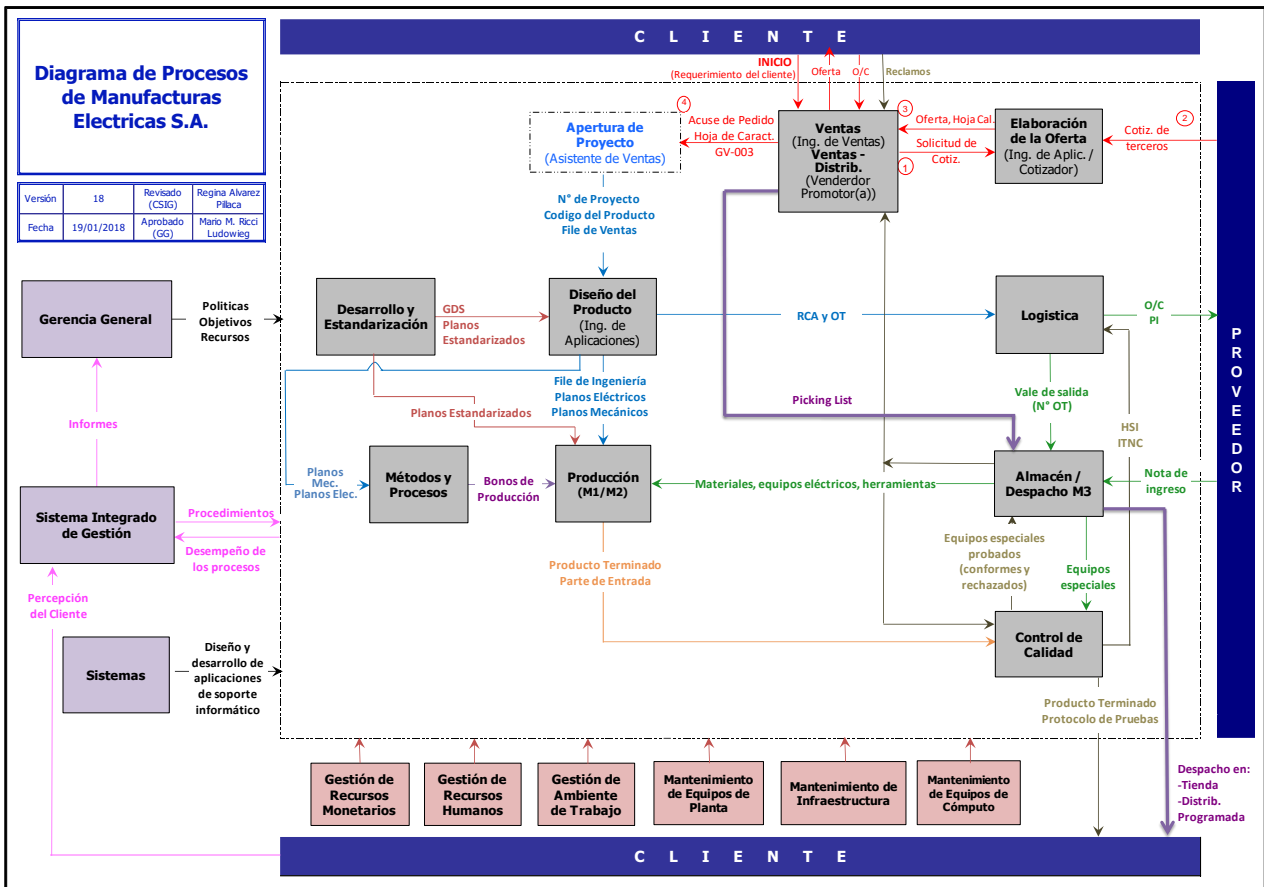


Figura 9. Diagrama del proceso
Fuente: Manufacturas Eléctricas S.A.

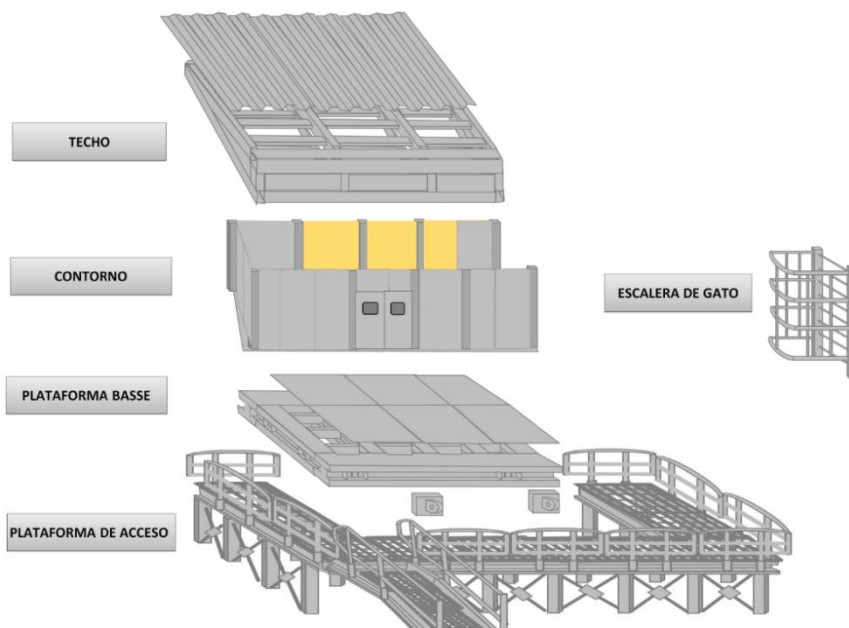


Figura 10. Diagrama de operaciones de sala eléctrica

Fuente: Manufacturas Eléctricas S.A.

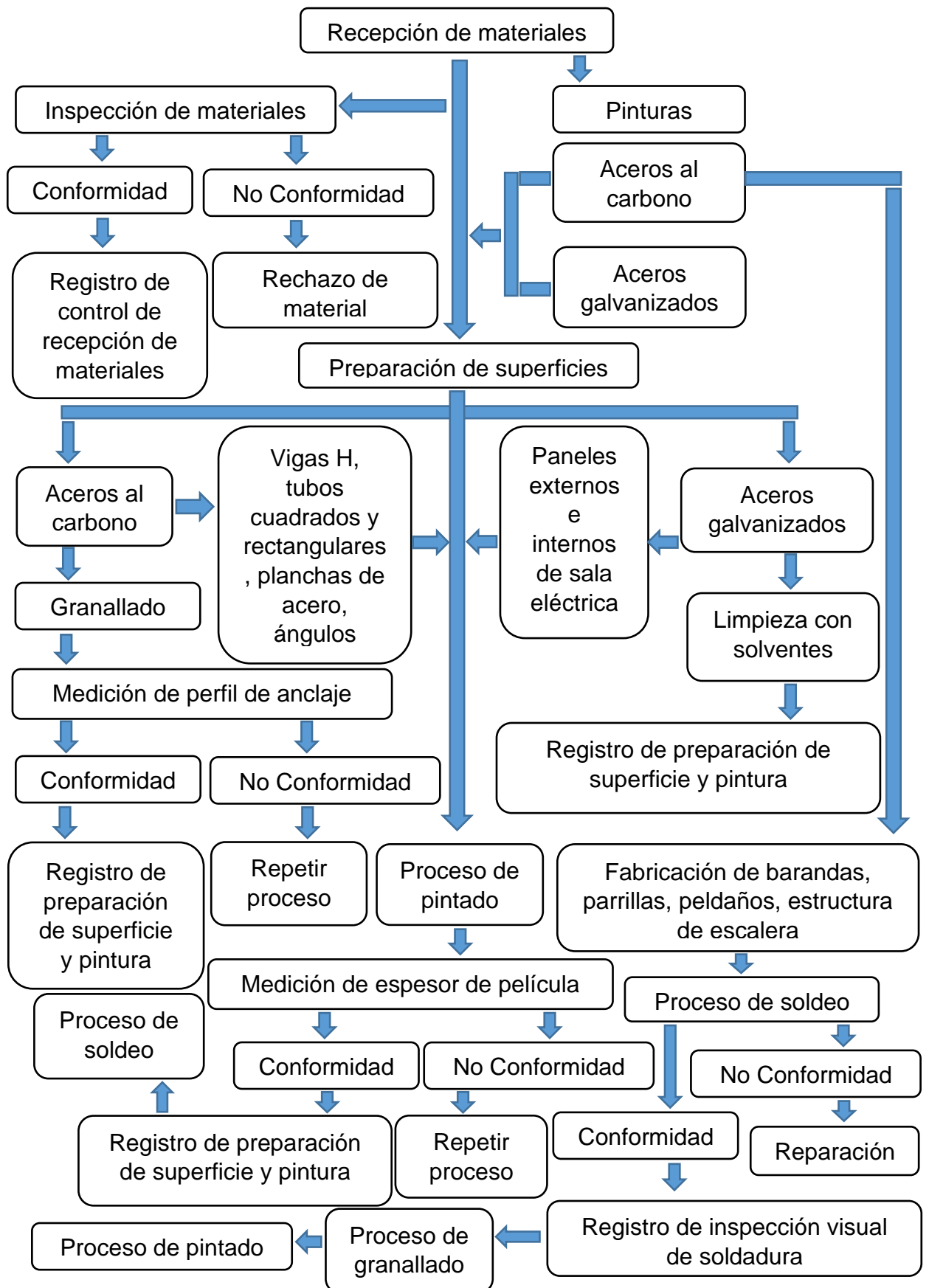


Figura 11. Diagrama esquemático del proceso de producción

Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Proceso de recepción de materiales

En el proceso de recepción de materiales, se revisará los materiales indicados en las órdenes de compra, cada material deberá llegar con su propio certificado de calidad proporcionado por el proveedor y se dará una inspección visual al estado de los materiales.

De encontrarse alguna no conformidad se pasará al rechazo del material.

El proceso de recepción de materiales se rige bajo lo siguiente:

- Procedimiento de recepción de materiales PR2-006
- Plan de puntos de inspección MANE-CAP22015-2009034-PL-002

La recepción de materiales es un proceso que tiene que ir documentado en el dossier final, por ello luego de la inspección y recepción de los materiales se emite los protocolos de registro del mismo.

En el presente proyecto, los materiales e insumos que se van a utilizar son:

- Vigas H
- Tubos cuadrados y rectangulares
- Planchas de acero al carbono y galvanizado
- Ángulos y canales "C"
- Tubos sch40 circulares
- Pinturas epóxicas y poliuretano



Figura 12. Recepción de materiales

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Recepción de materiales

Fuente: Elaboración propia

TIANJIN YUANTAI DERUN STEEL PIPE GROUP CO.;LTD
THE NORTH OF CHENDA ROAD, DAQIUZHUANG INDUSTRY, JINGHAI, TIANJIN, CHINA
MILL TEST CERTIFICATE



CONTRACT NO.:18E04G0066

DESCRIPTION OF GOODS AND/OR SERVICES:																
ITEM III: RECTANGULAR PIPES AS PER ASTM A500 GRA																
NO.	SIZE (MM)		WT	L'TH	NO. OF	Y	HEAT NO.	CHEMICAL PROPERTIES(%)					MECHANICAL PROPERTIES			
	SIDE	SIDE						MM	M	BUNDLES	MT	C	Si	Mn	S	P
1	25	50	2.0	6	3	5.20	DF11251	0.16	0.14	0.89	0.021	0.022	280	380	28	Qualified
2	50	75	3.0	6	5	6.80	DF23412	0.16	0.12	0.87	0.023	0.021	275	385	29	Qualified
3	50	100	2.0	6	20	17.72	DF31451	0.17	0.14	0.89	0.022	0.019	276	400	27	Qualified
4	50	100	3.0	6	12	15.77	DF41578	0.17	0.14	0.91	0.022	0.019	275	405	27	Qualified
5	50	100	4.5	6	3	5.82	DF51121	0.18	0.15	0.88	0.021	0.021	280	385	26	Qualified
6	50	100	6.0	6	1	1.59	DF52541	0.18	0.12	0.91	0.024	0.019	270	385	26	Qualified
7	50	150	2.0	6	6	5.34	DF53814	0.15	0.14	0.87	0.022	0.020	285	405	28	Qualified
8	50	150	2.5	6	11	11.55	DF54781	0.18	0.12	0.87	0.021	0.021	270	400	26	Qualified
9	50	150	3.0	6	9	11.04	DF57142	0.17	0.14	0.86	0.024	0.021	275	395	26	Qualified
10	50	150	6.0	6	2	3.23	DF64712	0.15	0.13	0.92	0.021	0.019	270	390	28	Qualified
11	20	40	2.0	6	1	0.86	DF68781	0.16	0.15	0.87	0.022	0.020	285	395	29	Qualified
12	40	60	2.0	6	2	2.19	DF67891	0.17	0.16	0.88	0.023	0.019	280	385	27	Qualified
13	40	60	3.0	6	2	2.69	DF69874	0.16	0.12	0.87	0.023	0.021	275	405	27	Qualified
14	40	80	3.0	6	6	9.78	DF69871	0.18	0.15	0.87	0.021	0.019	280	385	26	Qualified
TOTAL					83	99.58										
ITEM IV: SQUARE PIPES AS PER ASTM A500 GRA																
NO.	SIZE (MM)		WT	L'TH	NO. OF	Y	HEAT NO.	CHEMICAL PROPERTIES(%)					MECHANICAL PROPERTIES			
	SIDE	SIDE						MM	M	BUNDLES	MT	C	Si	Mn	S	P
1	30	30	2.0	6	1	1.07	DF41578	0.17	0.14	0.91	0.022	0.019	275	405	27	Qualified
2	40	40	2.0	6	3	4.35	DF31451	0.17	0.14	0.89	0.022	0.019	276	400	27	Qualified
3	40	40	3.0	6	5	10.64	DF53814	0.15	0.14	0.87	0.022	0.020	285	405	28	Qualified
4	50	50	3.0	6	25	43.11	DF69874	0.16	0.12	0.87	0.023	0.021	275	405	27	Qualified
5	50	50	4.0	6	5	10.60	DF51121	0.18	0.15	0.88	0.021	0.021	280	385	26	Qualified
6	50	50	4.5	6	3	5.91	DF69874	0.16	0.12	0.87	0.023	0.021	275	405	27	Qualified
7	50	50	6.0	6	2	5.02	DF67891	0.17	0.16	0.88	0.023	0.019	280	385	27	Qualified

Figura 14. Certificado de calidad de tubos cuadrados

Fuente: Manufacturas Eléctricas S.A.

3.1.2. Proceso de preparación de superficies

En el presente proyecto de fabricación de salas eléctricas hay 2 tipos de preparación de superficie, la primera se hace para los aceros al carbono y el otro para aceros galvanizados. Cada proceso es diferente y varía la forma como se realiza la preparación de la superficie.

3.1.2.1. Preparación de superficie en acero al carbono

Tiene como objetivo la limpieza superficial de los elementos estructurales mediante el uso de abrasivos dentro de una cabina especial, el proceso utilizado es llamado granallado. Los materiales que son granallados básicamente son aceros al carbono como vigas, tubos, canales "C", ángulos, etc.

a. Aspectos previos

- El abrasivo usado tendrá una conductividad menor a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, teniendo la superficie limpia, seca y libre de aceites y otro cualquier contaminante.
- Remover todo residuo abrasivo y polvo remanente de la preparación de superficie. El nivel del polvo después de la limpieza deberá ser menor a Clase 2, según norma ISO 8502-3.

b. Ejecución

- **Pre-preparación de superficie**

Mediante el uso de herramientas manuales (espátulas, lijas, esponjas, etc.) eliminar elimine en lo posible las imperfecciones de acero (rebabas, filos cortantes, salpicadura de soldadura, etc.) hasta obtener una preparación preparada y lista para el granallado.

- **Preparación de superficie**

El grado de preparación de superficie alcanzado deberá ser similar a la limpieza con chorro abrasivo grado cercano al metal blanco según la norma SSPC-SP10. El perfil de anclaje deberá estar comprendido entre 2.0 y 2.5 mils de rugosidad.

- **Post-Preparación de superficie**

Mediante el empleo de aire comprimido u otro equipo, remover todo residuo de polvo presente en la superficie de la pieza tratada.

Si la superficie sufre alguna contaminación de aceite o grasas, deberá lavarse con agua o detergentes industriales para la remoción de los contaminantes.

Los documentos para la ejecución de este proceso son:

- Procedimiento de granallado de piezas mecánicas PSIS-07-PR2-03
- Plan de puntos de inspección MANE-CAP22015-2012608-PCC-001



Figura 15. Medición de perfil de anclaje en tubos

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Medición de perfil de anclaje en vigas H

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Preparación de superficie en acero galvanizado

a. Aspectos previos

El uso de aire comprimido deberá encontrarse libre de contaminantes, evaluado bajo la norma ASTM D4285.

b. Ejecución

- **Pre-preparación**

La superficie a tratar deberá estar libre de defectos de construcción como rebabas, filos cortantes, etc. Eliminados mediante limpieza manual y/o mecánica (según norma SSPC-PA2 y SSPC-PA3).

Remover todo resto de grasa con espátula y trapo antes del lavado según la norma SSPC-SP1.

- **Preparación**

Para las superficies galvanizadas se deberá hacer uso de herramientas manuales motrices según norma SSPC-PA2 y SSPC-SP3, tales como lijas, esponjas abrasivas, etc.

- **Post preparación de superficie**

Con el empleo de aire comprimido, escobillones de cerdas limpias se removerá todo residuo de abrasivo y polvo de ser necesario.

3.1.3. Proceso de pintado

El proceso de pintado de estructuras metálicas de acero al carbono y galvanizados son diferentes en cuanto a los componentes de pintura usados.

Además, cada estructura lleva un color diferente de pintura y debe ser mencionado en el procedimiento respectivo. Cabe mencionar que las barandas, parrillas y peldaños, paredes interiores y exteriores son de diferente ral.

Para el proceso de pintado se debe tener en consideración recomendaciones tales como:

- Todo el personal encargado del proceso de pintado debe estar altamente calificado.
- Las condiciones ambientales deben ser favorables para el correcto pintado, entonces la temperatura de superficie deberá estar 3° C sobre la temperatura de rocío como mínimo y la humedad relativa menor al 85%.

Para dar inicio al pintado, los componentes requeridos durante el proceso deben estar ya identificados. Luego se pasará a verter la resina en un envase limpio y el catalizador posteriormente, a la mezcla se añadirá disolvente para facilitar la aplicación.

Tabla 6. Plan de pintado de estructuras de acero al carbono

Fuente: Manufacturas eléctricas S.A.

INTERIOR: Piso

Capa	Producto y color	Espesor (mils)		Repintado a 21°C		Diluyente
		Húmedo	Seco	Mínimo	Máximo	
1ra	Anticorrosivo Durapox R	5.0	2.0	4 horas	6 meses	Jet Ecopoxy 90
Strip coat	Jet Mastic 800	-	-	16 horas	3 meses	Jet Ecopoxy 90
2da	Jet Mastic 800 GRIS Ansi 61	7.0 - 8.0	6.0	16 horas	3 meses	Jet Ecopoxy 90

Tabla 7. Plan de pintado de estructuras de acero al carbono

Fuente: Manufacturas Eléctricas S.A.

EXTERIOR: Estructuras, Barandas, Plataformas y Largueros de Equipos

Capa	Producto y color	Espesor (mils)		Repintado a 21°C		Diluyente
		Húmedo	Seco	Mínimo	Máximo	
1ra	Anticorrosivo Durapox R	5.0	2.0	4 horas	6 meses	Jet Ecopoxy 90
Strip coat	Jet Mastic 800	-	-	16 horas	3 meses	Jet Ecopoxy 90
2da	Jet Mastic 800	7.0 - 8.0	6.0	16 horas	30 días	Jet Ecopoxy 90
3ra	Jhetane 500	5.0	2.0	6 horas	7 días	Jet Ecopol

Tabla 8. Plan de pintado de estructuras de acero galvanizado

Fuente: Manufacturas Eléctricas S.A.

INTERIOR: Muros interiores, Techo, Puertas

Capa	Producto y color	Espesor (mils)		Repintado a 21°C		Diluyente
		Húmedo	Seco	Mínimo	Máximo	
1ra	Jet Primer Epoxi Gris	5.0	2.0	2 horas	Ilimitado	Jet Ecopoxy 90
Strip coat	Jet 62 ZP Anticorrosivo	-	-	12 horas	Ilimitado	Jet Ecopoxy 90
2da	Jet 62 ZP Anticorrosivo Blanco	6.0	3.0	12 horas	Ilimitado	Jet Ecopoxy 90
3ra	Jhetane 500 RAL 9003	5.0	2.0	4 horas	7 días	Jet Ecopol

Tabla 9. Plan de pintado de estructuras de acero galvanizado

Fuente: Manufacturas Eléctricas S.A.

EXTERIOR: Muros exteriores, Techo Exterior, Puertas

Capa	Producto y color	Espesor (mils)		Repintado a 21°C		Diluyente
		Húmedo	Seco	Mínimo	Máximo	
1ra	Jet Primer Epoxi Gris	5.0	2.0	2 horas	Ilimitado	Jet Ecopoxy 90
Strip coat	Jet Mastic 800	-	-	16 horas	3 meses	Jet Ecopoxy 90
2da	Jet Mastic 800	7.0-8.0	6.0	16 horas	30 días	Jet Ecopoxy 90
3ra	Jhetane 500 RAL 9002	5.0	2.0	4 horas	7 días	Jet Ecopol

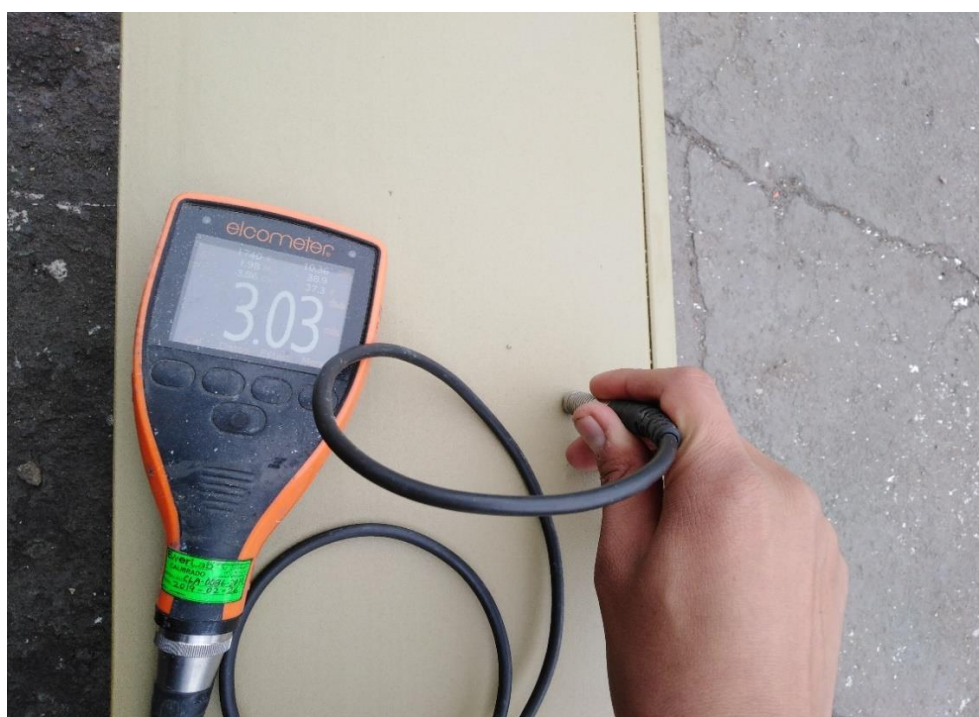


Figura 17. Medición de espesor de película seca

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Pintado exterior de sala eléctrica

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Proceso de soldadura

El proceso de soldadura es de suma importancia dentro del producto final, puesto que un inadecuado proceso de soldeo podría ocasionar daños en el montaje de las salas eléctricas. Por ello el control e inspección es necesario y es apoyado con los parámetros establecidos, y en caso de fallas debe realizarse su reparación posteriormente.

La ejecución de este proceso se rige bajo los siguientes documentos:

- Procedimiento de soldeo por fusión PSIS-07-PR2-09.
- Procedimiento de control de inspección visual de uniones soldadas (S.E.) PSIS-07-PR2-11.
- Procedimiento de reparación de soldadura PSIS-07-PR2-19
- Plan de puntos de inspección-estructuras MANE-CAP22015-2009034-PL-002.

El procedimiento de soldeo exige el uso de los EPP's correctos y el equipo de soldeo en buenas condiciones. Los equipos y materiales a tener en cuenta son:

- Máquinas de soldadura
- Máscaras para soldar
- Mandil de cuero
- Guantes anticalóricos
- Casaca de cuero
- Escarpines de cuero
- Rodilleras
- Zapatos de seguridad
- Gorro o capucha
- Amoladora
- Pinzas, tenazas, alicates de presión, escuadras, etc.

Además, se debe tener en cuenta las siguientes pautas en cada actividad a realizar:

- Verificar el amperaje de la máquina de soldar de acuerdo a las especificaciones del electrodo.
- Apuntalar provisionalmente las juntas a soldar.
- Depositar el cordón de soldadura mediante movimientos circulares o en zig-zag.
- La elección en el proceso de soldadura entre un paso de avance corto o paso de avance largo estará en función de las piezas a soldar.
- Verificar la posición de soldadura a aplicar.
- Usar la simbología especificada en los planos de construcción.

El procedimiento de control de inspección visual de uniones soldadas tiene como propósito la verificación de los parámetros de soldadura y las actividades para realizar la medición de las uniones soldadas, las posibles fisuras o discontinuidades superficiales de la soldadura.

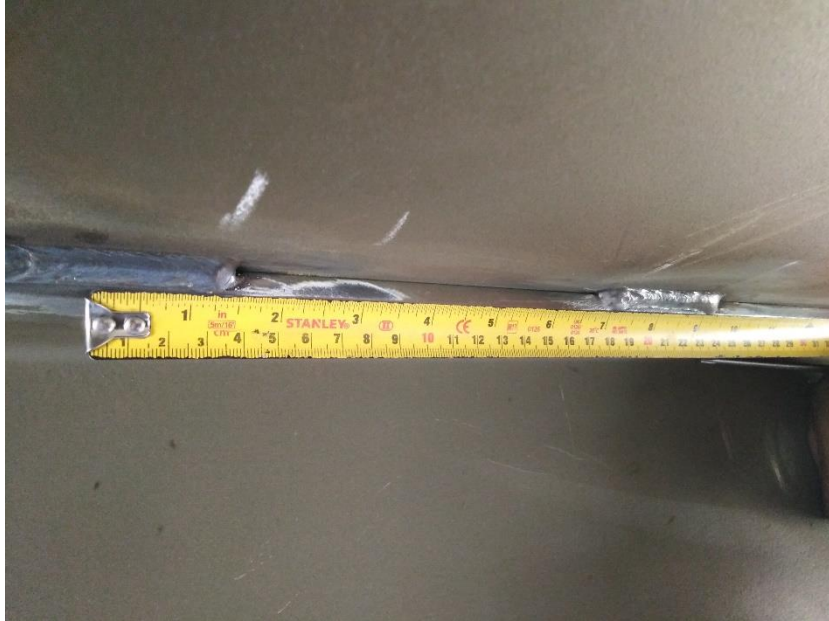


Figura 19. Inspección de cordones de soldadura

Fuente: Elaboración propia



Figura 20. Inspección visual de soldadura

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento de reparación de soldadura se basa en la metodología a seguir antes, durante y después del proceso de reparación de defectos en el metal de soldadura.



Figura 21. Defecto en el cordón de soldadura

Fuente: Elaboración propia

3.2. Resultados

Cada proceso dentro de la producción de las salas eléctricas debe estar documentada, los registros y protocolos son anexados en una documentación final conocido como dossier de calidad. El dossier de calidad contiene toda la información del avance de la producción y los documentos de calidad necesarios.

En dicha documentación deben ir anexados los siguientes archivos:

- Plan de calidad de la empresa
- Plan de puntos de inspección y ensayos
- Organigrama del área de calidad
- Certificados ISO
- Memoria de cálculo estructural
- Procedimientos de trabajo
- Procedimientos de control e inspección
- Certificados de calibración de los equipos de medición
- Certificados del personal (homologaciones)

- Protocolos y registros (recepción de materiales, dimensional, de soldadura, de pintura y de pruebas UT)
- Reportes de espesor y prueba de adherencia
- Registros fotográficos del avance de producción.

3.2.1. Proceso de granallado

El proceso de granallado se procedió según el procedimiento de pintura y preparación de superficies establecido, el tipo de granallado requerido fue un metal cercano al blanco (SSPC-SP10).

La toma de datos del perfil de anclaje de algunos materiales luego del proceso de granallado usados en el proyecto (vigas, tubos, etc.) se registraron en los protocolos respectivos y se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 10. Resultados obtenidos del proceso de granallado

Fuente: Manufacturas Eléctricas S.A.

MATERIALES	VIGAS W10X26	VIGAS W10X22	VIGAS W10X15	TUBO CUADR. 3X3
Spot 1	2.6	2.5	2.0	2.3
Spot 2	2.3	2.4	2.4	2.0
Spot 3	2.8	2.6	2.5	2.5
Spot 4	2.1	2.3	2.7	2.4
Spot 5	2.4	2.7	2.3	2.3
Spot 6	2.0	2.0	2.8	2.1
Spot 7	2.3	2.4	2.4	2.6
Spot 8	2.1	2.3	2.3	2.8
Spot 9	2.2	2.7	2.1	2.6
Spot 10	2.3	2.8	2.6	2.3
Promedio	2.3	2.5	2.4	2.4

Con estos resultados podemos inferir que se ha cumplido según el procedimiento de pintura y preparación de superficies, que establecía el perfil de anclaje entre 2.0 y 2.5.

3.2.2. Proceso de pintado

El proceso de pintado de las estructuras metálicas tales como barandas, peldaños, escaleras, paredes internas y externas de la sala eléctrica, etc., tuvieron un color RAL definido para cada uno. A cada se realizó el control adecuado según el procedimiento establecido.

Luego, en el proceso de pintado se tomó las mediciones de espesor según la SSPC-PA2, tanto a las paredes internas y externas de la sala eléctrica, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 11. Resultados obtenidos del proceso de pintado

Fuente: Manufacturas Eléctricas S.A.

N° Capas	PARED INTERIOR			PARED EXTERIOR		
	1° capa	2° capa	3° capa	1° capa	2° capa	3° capa
Spot 1	2.4	5.8	8.0	2.5	8.4	10.5
Spot 2	2.3	6.1	8.2	2.3	8.9	11.1
Spot 3	2.0	5.3	7.9	2.8	8.3	10.9
Spot 4	2.8	6.1	7.8	2.4	8.9	11.5
Spot 5	2.5	5.5	7.4	2.3	9.1	10.8
Spot 6	2.4	5.0	7.0	2.5	8.7	11.6
Spot 7	2.8	5.6	8.8	2.2	9.3	11.8
Spot 8	2.5	5.3	7.7	2.8	8.8	10.9
Spot 9	2.7	5.4	7.3	2.2	9.4	11.8
Spot 10	2.2	5.9	7.5	2.0	8.6	10.6
Promedio	2.46	5.6	7.76	2.4	8.84	11.15

Con los resultados, podemos decir que se ha cumplido con las especificaciones previas.

En el plan de pintado de estructuras galvanizadas para interiores el promedio en la 3° capa es de 7 mils, obteniéndose 7.76 mils como promedio final. Esto significa que al tener un mayor recubrimiento, la capa de pintura tendrá una vida útil mayor; lo que será beneficioso para el cliente.

En el plan de pintado de estructuras galvanizadas para exteriores el promedio en la 3° capa es de 10 mils, puesto que está en mayor

contacto con las condiciones ambientales del ambiente donde se instalará el producto final, obteniéndose 11.15 mils como promedio final. Al igual que en las paredes interiores, esto beneficiará al cliente.

3.2.3. Proceso de soldeo

En el proceso de soldeo, los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios, mediante la inspección visual se corrigieron los defectos de soldadura.

La inspección que se dio a este proceso fue diario, debido a que hay varios elementos estructurales donde se tuvo que soldar según los planos mecánicos aprobados.

La empresa Manufacturas Eléctricas cuenta con soldadores homologados, por ello los defectos fueron mínimos cuando se realizó la inspección visual de soldadura. En el anexo se adjuntará los protocolos pertenecientes a este proceso.

CONCLUSIONES

- Se concluye que al realizar el control de calidad a los procesos de producción para la fabricación de salas eléctricas se obtuvo como resultado un producto final con un gran acabado, generando una satisfacción y confiabilidad hacia el cliente final, debido en gran parte a la inspección diaria de los diferentes procesos.
- Se concluye que el control de calidad aplicado al proceso de granallado tuvo como propósito la medición de rugosidad mediante el equipo de medición específico en busca del perfil de anclaje establecido, logrando obtener los resultados que se buscaban.
- Se concluye que la aplicación del control de calidad sobre el proceso de pintado obtuvo el cumplimiento del plan de pintado especificado, con la medición de espesores y mediante el uso del equipo de medición adecuado. Por ello, se utilizó de manera eficiente los insumos debido al control que se realizó durante los diversos sistemas de pintado.
- Finalmente se concluye que el proceso de soldeo fue el proceso más riguroso, puesto que el control e inspección generada tuvo que ser de manera diaria. Además este proceso se rigió bajo las normas especificadas corrigiendo los defectos de soldadura por medio de la inspección visual y control establecido.

RECOMENDACIONES

- En relación a los procesos de producción, se recomienda el uso correcto de los procedimientos establecidos, puesto que rigen los trabajos que se van a realizar en campo siempre con la supervisión del personal a cargo.
- Se recomienda en relación al proceso de granallado el uso de las medidas de seguridad necesarias, puesto que es un proceso en área confinada. Además, tener capacitaciones constantes con el personal respectivo.
- Se recomienda en relación al proceso de pintado, la inspección y medición diaria de espesores, y de esta manera establecer los registros de manera veraz y confiable. Además, dar indicaciones constantes al personal encargado de pintura sobre el plan de pintado del presente proyecto.
- Finalmente, se recomienda al personal encargado del proceso de soldeo realizar dicho proceso con los procedimientos establecidos para evitar algún reproceso que solo genera el retraso del producto final. Además, tener una inspección constante puesto que es un proceso que puede ocasionar daños futuros en el montaje final.





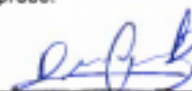
BIBLIOGRAFÍA

- West-Arco . (2015). Manual de Soldadura. 10.
- Abrasivos y maquinarias S.A. (23 de abril de 2018). *Características y uso de abrasivos para el chorreado*. Obtenido de <https://aymsa.com/uso-de-abrasivos-para-el-chorreado/>
- American Welding Society. (2016). *Código de soldadura estructural-acero*. Estados Unidos.
- Arias, J. (2017). *Aplicación del control de calidad en las estructuras metálicas de la Unidad Minera Santander*. Huancayo, Perú.
- Barrera, D. (2018). Implementación de un plan de calidad para obras metal mecánicas en la empresa VYP ICE Sac. *Universidad Nacional del Centro Huancay*, 12,23.
- Coaguila, A. F. (2017). *Propuesta de implementación de un modelo de Gestión por Procesos y Calidad en la Empresa O&C Metals S.A.C*. Arequipa, Perú.
- Comité Conjunto de Seguridad Estructural. (s.f.). *Principios generales de garantía de calidad en estructuras*. España.
- CYM MATERIALES S.A. (s.f.). *Introducción general del granallado*. Obtenido de <https://cym.com.ar/intranet/Introduccion-general-proceso-granallado-cym-shot-blasting.pdf>
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México: Mc Graw Hill.
- Ishikawa, K. (1989). *Introducción al control de calidad* . Japón: JUSE Press Ltd.
- ISO. (2015). *Sistema de gestión de la calidad-Fundamentos y vocabulario*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- ISO 9000:2015. (2015). *ISO 9000:2015*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- La web de la pintura*. (s.f.). Obtenido de <https://www.las-pinturas.com/pintado.html>





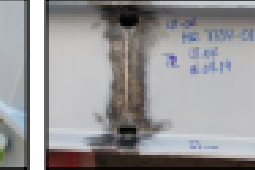
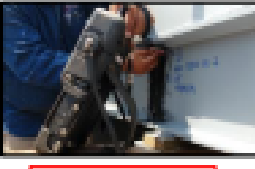

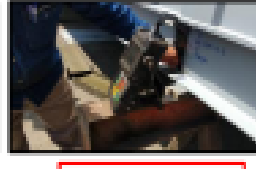


- Mares, Y. (2018). *Criterios de control de calidad en obras de estructura metálica*. Tecamachalco.
- Materias Primas Abrasivas S.L. (s.f.). *Catálogo de abrasivos*. Obtenido de https://mpa.es/sites/default/files/pdf/blast_catalogo_abrasivos_web.pdf
- McCormac, J., & Csernak, S. (2012). *Diseño de estructuras de acero*. México: Alfaomega.
- PYMA. (21 de Junio de 2018). *Carta RAL. ¿Qué es y para qué sirve?* Obtenido de <https://www.pyma.com/tutoriales-y-trucos/carta-ral-que-es-para-que-sirve/>
- RAE. (2018). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=6nVpk8P|6nXVL1Z>
- RAE. (2018). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=6nVpk8P|6nXVL1Z>
- SOLDEXA. (2015). *Manual de Soldadura*. 22.
- SSPC Colombia Chapter. (29 de Setiembre de 2018). *¿Qué es SSPC?* Obtenido de <http://www.sspccolombia.com/mision.html>
- TEXfire. (5 de setiembre de 2016). Obtenido de <https://texfire.net/blog/diferencia-entre-soldadura-heterogenea-homogenea-autogena>
- Urgilés, V. M. (2018). *Estudio de calidad de la soldadura en las edificaciones metálicas*. Cuenca, Ecuador.

ANEXOS


Anexo 1. Registro de control de recepción de materiales

		REGISTRO DE CONTROL DE RECEPCION DE MATERIALES		 Cerro Verde	
		N°	PR2-006		
		Rev.	v1_sel14		
CLIENTE:	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.		Fecha:	12.02.19	
PROYECTO:	PROYECTO REUBICACION DE FACILIDADES - ETAPA II (SALA ELÉCTRICA TALLER DE SOLDADURA)		ODC:	4502009034	
TAG.	C2-5740-ER-205		HR:	7334-01	
1. DOCUMENTOS QUE RESPALDAN LA RECEPCION DE LOS MATERIALES DE ACERO Guía de entrega, N° : <input type="text"/> Orden de Compra, N° : <input style="width: 150px;" type="text" value="4500056050"/>					
2. DATOS TECNICOS DE LOS MATERIALES / INSPECCION VISUAL					
Item	Materiales / Descripción / Dimensiones		Procedencia	Fabricante	
	ANGULO FE 3" x 3" x 1/4"		PERU	ACEROS AREQUIPA	
	Cantidad	Especificación Técnicas / Calidad	Certificado de Calidad N°	Heat N° / Batch N°	Resultado
	12	ASTM A36/A36M A572/A572M - G 50	E-DFECO-0401748- 5130936032-10005-2.2	322530	OK
Item	Materiales / Descripción / Dimensiones		Procedencia	Fabricante	
	TUBOS EST. O2APR. 2" x 2" x 4.50 x 6,00m		CHINA	TIANJIN HUANTAI BERUN STEEL PIPE GROUP CO., LTD	
	Cantidad	Especificación Técnicas / Calidad	Certificado de Calidad N°	Heat N° / Batch N°	Resultado
	05	ASTM A500 GR.A	18E0460047	DF52541	OK
Item	Materiales / Descripción / Dimensiones		Procedencia	Fabricante	
	VIGA W10x15 lbs x 9m3		BRAZIL / COREA	SERBOS ACOMINA S.A. HYUNDAI STEEL	
	Cantidad	Especificación Técnicas / Calidad	Certificado de Calidad N°	Heat N° / Batch N°	Resultado
	03	ASTM A572 GR 50 ASTM A572 650/A572	H20A80702010-3	8709849210 0149519	OK
Item	Materiales / Descripción / Dimensiones		Procedencia	Fabricante	
	Cantidad	Especificación Técnicas / Calidad	Certificado de Calidad N°	Heat N° / Batch N°	Resultado
Item	Materiales / Descripción / Dimensiones		Procedencia	Fabricante	
	Cantidad	Especificación Técnicas / Calidad	Certificado de Calidad N°	Heat N° / Batch N°	Resultado
3. UBICACION Y USO EN LA PROYECTO: <hr/> <hr/> <hr/>					
4. OBSERVACIONES <hr/>					
Elaboró:  Jhalep Avalos Serrano CQ. Mecánico - Manelisa Fecha : 12.02.19		Revisó:  Javier Rios Medrano Supervisor de Mecánica - Manelisa Fecha : 12.02.19		Aprobó:  Ruddy Cajas Inspector de Calidad - Manelisa Fecha : 11.01.2019	
				Cliente: <hr/> Fecha : _____	

Anexo 3. Registro de prueba de ultrasonido

 <small>Av. Ocean 6, Remolinos 1000, Lima 6, 01 100 Lima Tel: (51) 01 420 4867 - 4204 - 0100 administracion@inserpad.com www.inserpad.com.pe</small>	REPORTE DE INSPECCION CON ULTRASONIDO	FECHA: 05/04/2019 REPORTE N° : 5699-09-19														
CLIENTE: HABELSA S.A. PROYECTO: PROYECTO SUBESTACION DE FACILIDADES – ETAPA 03 (SALA ELÉCTRICA TALLER DE SOLDADURA) REQUERIDO POR: ING. CARLOS BELTRAN																
DESCRIPCION DEL ELEMENTO: VIGA																
MATERIAL	ESPESOR (mm)	CODIGO DEL ELEMENTO	SOLDADURA	JUNTA A TORNOS EN Y	SHAW	SOLDADOR	--									
ASTM A36	11 mm/ 7mm	HR-7334-01 - 1/2	CONDICION DE SUPERFICIE	PAJUDO	FORJON	--	--									
% / en Solicitud	CODIGO Y NORMA DE REFERENCIA		CRITERIO DE ACEPTACION		PROCEDIMIENTO											
100%	AWS D1.1-2015		AWS D1.1-2015 - TABLA 6.3 Y 6.3		INS-AWS D1.1-UT001-17											
METODO	ACOPLEANTE	EQUIPO	MARCA	α°	MODELO											
Contacto	Metil-celulosa	Pulsar II	OLYMPUS	70/10000	EPOCH XT											
PALPADOR					DATOS DE CALIBRACION											
TIPO	MARCA	MODELO	DIMENSION	ANGULO	FRECUENCIA (MHz)	BLOQUE	B (en mm) Ref. (dB)									
Normal	OLYMPUS	--	25.4	0°	2.25	-	-									
Angular	PARAMETRICS	A025	16 x 18 mm	70°	5	V1	1.5 35.0									
ELEMENTO INSPECCIONADO: HR-7334-01 - 1/2																
																
JUNTA 1 ALA SUPERIOR		JUNTA 2 ALMA		JUNTA 3 ALA INFERIOR												
																
JUNTA 1 ALA SUPERIOR		JUNTA 2 ALMA		JUNTA 3 ALA INFERIOR												
LONG INSPECCIONADA: 1100 mm																
CODIGO GENERAL	SP DE JUNTA	SP DE INSPECCION	ANGULO DE INSPECCION	DATA	PUNTO	NIVEL DE INSPECCION	DECIBELIS				DESCONTINUIDAD				EVALUACION	
							a	b	c	d	LINEAL (mm)	SECCIONAL (mm)	PERFORACION (mm)	X (mm)		Y (mm)
VIGA HR-7334-01-1	30	-	70°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A
	30	-	70°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A
	30	-	70°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A
VIGA HR-7334-01-2	30	-	70°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A
	30	-	70°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A
	30	-	70°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EVALUACION: Se inspeccionó el elemento según la norma de referencia no presenta indicaciones relevantes por el código de referencia.																
LEYENDA:																
APROBADO		A	a		Nivel de Indicación		c		Factor de Atenuación		Distancia de Junta Examinada		X, Y			
RECHAZADO		R	b		Nivel de Referencia		d		Clasificación de Indicación				11/02/18			
CLASIFICACION: <input checked="" type="checkbox"/> CONFORME <input type="checkbox"/> NO CONFORME																
LUGAR Y FECHA DE EMISION					CLIENTE					EXAMINADOR						
LIMA 05 DE ABRIL DEL 2019										 INSERPAD S.A.S. Williams Labor Digital Lima - Perú - 01 420 4867						

Anexo 5. Reporte de espesores de película seca

		REPORTE DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA	
OBRA	REUBICACION DE FACILIDADES ETAPA III-SALA ELECTRICA TALLER DE SOLDADURA	USUARIO FINAL	SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.
CUENTE	MANUFACTURAS ELECTRICAS S.A.	REPRESENTANTE	Ing. Javier Rios Medrano
CONTRATISTA	MANUFACTURAS ELECTRICAS S.A.	REPRESENTANTE	Ing. Javier Rios Medrano
ASESOR TÉCNICO	Ing. Jennifer Asencios Morales	VENDEDOR	Ing. Jennifer Asencios Morales
FECHA	13/06/2019	LUGAR	CPQ REMINDSER LAS TORRES

SISTEMA RECOMENDADO			
CAPA	Producto - Color	Espesor (mil)	
		Mínimo	Máximo
01	JET PRIMER EPOXI		2.0
02	JET MASTIC 800		6.0
03	JETHANE 500		2.0
ESPESOR TOTAL			

MEDIDOR - CALIBRACIÓN	
Modelo de Medidor	POSITECTOR
Tipo de Ajuste	HUMEDO LIBRO
Shims usados	5-10
Fecha de verificación de Shims	13/06/2019

REGISTRO DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA

ELEMENTO	CANT.	AREA (m ²)	ESPESORES DE PELÍCULA SECA (mil)					Promedio		
			MEDIKE TOMADOS SEGUN NORMA ISO/C PAS 6 ASTM D 10							
			SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5			
SALAS ELECTRICAS HITOS-CE	1	250	11.20	10.90	11.60	12.30	10.40	12.30	11.28	
			10.60	11.20	11.50	13.60	11.20	10.60	13.60	11.62
			13.50	11.60	12.20	10.90	10.90	10.30	13.30	11.64



DEFECTOS (Marcar X)	Chorrosadura	Mudcracking	Piel de Naranja	Otros
	Discontinuidad	Pinholes	Polución	0.1% Sin defectos visibles

COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

-SE OBSERVARON ZONAS PUNTUALES CON ESPESORES ALTOS
-SE RECOMIENDA REALIZAR CONSTANTEMENTE LA MEDICION DE ESPESORES EN HUMEDO.

ASESOR TÉCNICO JET

CARD

Anexo 6. Reporte de adherencia de pintura



Alta Performance en Pinturas

INFORME DE ADHESIÓN POR CORTE CON CINTA

A : Javier Rios Medrano – Supervisor de Mecánica
CC. : Lic. Héctor Basilio – Gerente Regional Departamento Técnico QROMA
: Ing. Francisco Urtecho – Jefe Técnico Regional División Industrial QROMA
De : Jennifer Asencios – Ejecutiva Técnica Comercial QROMA
Asunto : PRUEBA DE ADHESIÓN POR CORTE CON CINTA SEGÚN NORMA ASTM D 3359
Obra : PROYECTO: REUBICACION DE FACILIDADES-ETAPA III (SALA ELECTRICA
TALLER DE SOLDADURA)
Fecha : Lima, 12 de junio del 2019

1. ANTECEDENTES

- A solicitud de MANUFACTURAS ELECTRICAS se realizó las pruebas de adherencia por corte con cinta al sistema de recubrimientos a la sala HR 7334-01 del cliente SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE el día miércoles 12 de junio del 2019.
- Las pruebas se realizaron en la planta de Manesa.
- Las pruebas de adherencia del sistema de recubrimientos por el método de corte con cinta se realizaron según la norma ASTM D3359-02 Método A.
- El sistema de recubrimientos aplicado fue:

Capa	Producto - Color	Espesor de Película Seca
1ra	Jet Primer Epoxi	2.0 mils
2da	Jet Mastic 800	6.0 mils
3ra	Jethane 500	2.0 mils
	Total	10.0 mils

- El elemento tiene más de 07 días de curado.
- La prueba de adherencia se evaluó siguiendo la clasificación de la norma ASTM D3359, que se resume a continuación:

2. PRUEBA DE ADHESIÓN POR CORTE

2.1. Descripción

Sustrato	Acero al Carbono
Método de Prueba	Método estándar de medición de adherencia por el método del corte con cinta; según norma ASTM D-3359- 02 – Método A.
Equipo de Prueba	Cinta Permaceel (Elcometer), cuchilla.
Condiciones Ambientales (12/06/2019 Hora: 15:00 horas)	Temperatura de bulbo seco = 23.0 °C Temperatura de bulbo húmedo = 19.0 °C Temperatura punto de rocío = 18.0 °C Humedad Relativa = 65.0 %

JET es una marca de 

Av. César Vallejo 1851, El Agustino, Lima 10
Tel.: (511) 612-6000 Fax: 612-6001
E-mail: informes@pinturasjet.pe