

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Mejoramiento del control de calidad en la fabricación  
de equipos de minería aplicando procedimientos y  
estándares internacionales en la planta IMCO  
Servicios**

Alexander Zurita Mamani

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# TSP - ZURITA MAMANI ALEXANDER

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	4%
3	<a href="https://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="https://www.universidadperu.com">www.universidadperu.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Politécnica del Perú Trabajo del estudiante	<1%

10	<a href="http://lareferencia.info">lareferencia.info</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://repositorio.unam.edu.pe">repositorio.unam.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.cbhe.org.bo">www.cbhe.org.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://courses.comet.ucar.edu">courses.comet.ucar.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://jdsupply.deere.com">jdsupply.deere.com</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co">revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://de.slideshare.net">de.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://civilengineering.files.wordpress.com">civilengineering.files.wordpress.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://www.datamation.com.ar">www.datamation.com.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad EAN Trabajo del estudiante	<1 %

22	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
23	"Tendencias de innovación en la ingeniería de alimentos", Omnia Publisher SL, 2015 Publicación	<1 %
24	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
26	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://que-es-manual-de-calidad-iso-9001.peatix.com">que-es-manual-de-calidad-iso-9001.peatix.com</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://repositorio.untels.edu.pe">repositorio.untels.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://diariobusinessnews.com">diariobusinessnews.com</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://inlac.org">inlac.org</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://intranet.senati.edu.pe">intranet.senati.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

33	<a href="http://lpse.bandungkab.go.id">lpse.bandungkab.go.id</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://repositorio.ulima.edu.pe">repositorio.ulima.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://www.ceil-piette.gov.ar">www.ceil-piette.gov.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://www.softgamings.com">www.softgamings.com</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://pizzaricotta.blogspot.com">pizzaricotta.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://produccioncientificaluz.org">produccioncientificaluz.org</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
41	<a href="http://todobebe.com">todobebe.com</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://www.repositorio.unam.edu.pe">www.repositorio.unam.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://www9.euskadi.net">www9.euskadi.net</a> Fuente de Internet	<1 %
44	Ferger, Julia.. "Papers presented at the International Seminar on "e-Public	<1 %

Procurement: latest news in Europe" on 11 & 12 April 2005 at the Palace of Miramar, Donostia-San Sebastian.", Archive of European Integration, 2011.

Publicación

45

[doku.pub](http://doku.pub)

Fuente de Internet

<1 %

46

[pingpdf.com](http://pingpdf.com)

Fuente de Internet

<1 %

47

[repositorio.une.edu.pe](http://repositorio.une.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

48

[repositorio.utn.edu.ec](http://repositorio.utn.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

49

[repositorioacademico.upc.edu.pe](http://repositorioacademico.upc.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

50

[researchsystem.canberra.edu.au](http://researchsystem.canberra.edu.au)

Fuente de Internet

<1 %

51

[revistascientificas.uach.mx](http://revistascientificas.uach.mx)

Fuente de Internet

<1 %

52

[www.mctca.com](http://www.mctca.com)

Fuente de Internet

<1 %

53

[www.yeatrade.cl](http://www.yeatrade.cl)

Fuente de Internet

<1 %

54

[qdoc.tips](http://qdoc.tips)

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas      Apagado

Excluir coincidencias      Apagado

Excluir bibliografía      Apagado

# TSP - ZURITA MAMANI ALEXANDER

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

COMENTARIOS GENERALES

**/0**

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9

PÁGINA 10

PÁGINA 11

PÁGINA 12

PÁGINA 13

PÁGINA 14

PÁGINA 15

PÁGINA 16

PÁGINA 17

PÁGINA 18

PÁGINA 19

PÁGINA 20

PÁGINA 21

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien siempre está guiando mi paso, fortaleciendo mis conocimientos, regalándome cada día de mi vida para poder crecer personal y profesionalmente.

A Yosira Luna Mamani, por la confianza, el apoyo y la perseverancia de siempre seguir adelante, a pesar de los obstáculos y brindarme la fortaleza para poder culminar mis estudios profesionales.

Gracias a mis padres por apoyarme siempre. El principal motor de mis metas, la confianza y crecimiento, gracias por el apoyo incondicional y, mi hermano, que siempre ha estado apoyándome.

A la empresa IMCO, por la oportunidad de demostrar mis habilidades en el desarrollo de las actividades, al Departamento de Calidad, quien me dio la oportunidad de adquirir más experiencia en campo y agradecer al líder de Calidad Ing. Weninger Zegarra por compartir sus conocimientos y experiencias.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por siempre estar a mi lado y ser el pilar que guía mi vida.

A mis padres, Ernesto y Gladys, los cuales siempre se han esforzado por mí y mi hermano, quien es parte fundamental en mi crecimiento confiando en mis decisiones que tomaba y siempre apoyándome.

A mi hermano, nunca te rindas siempre elige tu camino, todo depende como vez la vida.

A Yosira, quien me enseñó lo importante que es Dios en nuestras vidas.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>v</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>viii</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>ix</b>
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>x</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>xi</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>13</b>
<b>Aspectos generales de la empresa</b> .....	<b>13</b>
1.1. Datos generales de la empresa.....	13
1.2. Actividades principales de la empresa.....	14
1.3. Reseña histórica de la empresa .....	16
1.4. Organigrama de la empresa .....	18
1.4.1. Responsabilidades .....	18
1.4.2. Aspectos generales .....	19
1.4.3. Principios de la organización.....	19
1.5. Visión y misión .....	20
1.5.1. Visión.....	20
1.5.2. Misión .....	20
1.6. Bases legales o documentos administrativos .....	20
1.6.1. Especificaciones y estándares internacionales.....	20
1.6.2. Política de calidad .....	21
1.7. Descripción del área donde el bachiller realiza sus actividades profesionales.....	21
1.7.1. Área: Departamento de Control de Calidad.....	21
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa.....	22
<b>Capítulo II</b> .....	<b>24</b>
<b>Aspectos generales de las actividades profesionales</b> .....	<b>24</b>
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional .....	24
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional.....	26
2.3. Objetivos de la actividad profesional.....	26
2.3.1. Objetivo general .....	26
2.3.2. Objetivos específicos.....	26
2.4. Justificación de la actividad profesional .....	26

2.4.1. Justificación teórica.....	26
2.4.2. Justificación práctica.....	27
2.5. Resultados esperados.....	28
<b>Capítulo III.....</b>	<b>29</b>
<b>Marco teórico .....</b>	<b>29</b>
3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades .....	29
3.1.1. Organización del plan de calidad.....	30
3.1.2. Responsabilidades de los involucrados en el proyecto .....	30
3.1.2.1. Gerente de proyecto .....	30
3.1.2.2. Líder de producción .....	31
3.1.2.3. Supervisor de especialidad.....	31
3.1.2.4. Jefe de grupo o cuadrilla .....	31
3.1.2.5. Personal de cuadrilla (general).....	32
3.1.2.6. Control de calidad.....	32
3.1.2.7. Inspector .....	32
3.1.2.8. Jefe de seguridad.....	32
3.1.2.9. Ingeniero de planeamiento .....	33
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>34</b>
<b>Descripción de las actividades profesionales.....</b>	<b>34</b>
4.1. Descripción de las actividades profesionales.....	34
4.1.1. Enfoque de las actividades .....	34
4.1.2. Alcance de las actividades.....	34
4.1.3. Entregables de las actividades .....	35
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	36
4.2.1. Metodologías.....	36
4.2.2. Técnicas .....	36
4.2.3. Instrumentos.....	38
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades .....	38
4.3. Ejecución de las actividades profesionales .....	39
4.3.1. Cronograma de las actividades realizadas .....	39
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales .....	39
4.3.2.1. Procedimiento de inspección de materiales.....	40
4.3.2.2. La inspección de materiales .....	40
4.3.2.3. Procedimiento de inspección de fabricación .....	44
4.3.2.4. Inspección de fabricación.....	44
4.3.2.5. Procedimiento de inspección de soldadura y control dimensional .....	48
4.3.2.6. Inspección de soldadura y control dimensional.....	48

4.3.2.7. Procedimiento de inspección de preparación de superficie para el recubrimiento .....	52
4.3.2.8. Inspección de preparación de superficie.....	52
4.3.2.9. Definiciones .....	52
4.3.2.10. Procedimiento de inspección de aplicación de recubrimiento de pintura .....	55
4.3.2.11. La inspección y aplicación de recubrimiento de pintura.....	56
4.3.2.12. Inspección visual de la aplicación de recubrimiento de pintura.....	56
<b>Capítulo V.....</b>	<b>63</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>63</b>
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas .....	63
5.2. Logros alcanzados .....	63
5.3. Dificultades encontradas .....	64
5.4. Planteamiento de mejoras.....	64
5.4.1. Propuesta de metodología .....	64
5.4.2. Descripción de la implementación .....	64
5.5. Análisis .....	65
5.6. Aporte del bachiller en la empresa .....	65
<b>Conclusiones.....</b>	<b>67</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>68</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>69</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>70</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inspección de materiales .....	40
Tabla 2. Inspección de soldadura y control dimensional .....	48
Tabla 3. Inspección de preparación de superficie.....	52
Tabla 4. Inspección de aplicación de recubrimiento de pintura.....	55

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Empresa IMCO Servicios .....	14
Figura 2. Crecimiento vertical del Jacking Header, presa de relaves, fabricaciones de la empresa IMCO Servicios.....	14
Figura 3. Fabricaciones de tanques de gran almacenamiento realizadas por la empresa IMCO Servicios .....	15
Figura 4. Fabricaciones y reparaciones de alas eléctricas realizadas por la empresa IMCO Servicios .....	15
Figura 5. Fabricaciones y montaje de nave de almacenamiento de productos terminados realizadas por la empresa IMCO Servicios .....	16
Figura 6. Familia IMCO.....	17
Figura 7. Organigrama de la empresa IMCO Servicios.....	18
Figura 8. Misión, visión y propósito .....	20
Figura 9. Celda de flotación al 90 % de avance de fabricación .....	25
Figura 10. Diagrama de flujo de las actividades realizadas por Control de Calidad.....	36
Figura 11. Diagrama de Gant, cronograma de las actividades realizadas.....	39
Figura 12. Tubos de 10” ingresados a planta para la fabricación de los equipos Hydrofloat y Crossflow.....	42
Figura 13. Perfiles W ingresados a planta para la fabricación de los equipos Hydrofloat y Crossflow.....	43
Figura 14. Registro de inspección de materiales formato IMCO Servicios .....	44
Figura 15. Inspección de la preparación de junta .....	46
Figura 16. Verificación de la parte ensamblada antes de ser soldada .....	47
Figura 17. Verificación de los materiales durante el proceso de soldadura .....	47
Figura 18. Ejecución de las pruebas NDT (líquidos penetrantes) durante el proceso de armado .....	48
Figura 19. Preparación de la junta.....	50
Figura 20. Seguimiento del equipo luego de la liberación en negro (antes de pintar) .....	51
Figura 21. Registro de inspección de soldadura y dimensional final.....	51
Figura 22. Daños encontrados durante la inspección de pintura.....	60
Figura 23. Daños encontrados durante la inspección de pintura.....	60
Figura 24. Inspección del equipo al finalizar el curado del recubrimiento .....	61
Figura 25. Medida indicada en el positector según el espesor de pintura, la medida indica 7 mills.....	61
Figura 26. Registro de inspección de preparación superficial y de aplicación de recubrimientos .....	62

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La empresa IMCO Servicios S. A. C. se encarga de fabricar equipos para minería, entre ellos, celdas de flotación para clientes, se elabora con un diseño más actualizado el cual mejora su eficiencia.

En el proceso de fabricación se tienen muchas falencias, las cuales están en proceso de mejora para que el producto final obtenido sea de buena calidad, mejorando el proceso.

Las celdas fabricadas anteriormente presentaban errores en el armado tanto en medias como en posicionamiento, se presentaron problemas de material, muchas veces el material se dañaba en el transporte y al momento de armar se encontraron daños de material, los cuales tenían que ser corregidos.

Para la fabricación de estos equipos se aplican normas y estándares, los cuales permiten tener tolerancias en la fabricación y según ello se realiza la verificación de los trabajos que sean ejecutados según los requerimientos con el cliente, desde el ingreso de material, armado de equipos, soldadura de estos y el recubrimiento de pintura.

La implementación de normas y estándares de calidad en el proceso productivo ayudó a mejorar la calidad del producto, se encontraron puntos de progreso en cada secuencia del proceso de productivo, se redujeron los reprocesos y se mejoró el control de calidad en cada etapa del proceso productivo.

Al aplicar estas mejoras en el proceso productivo, se pudo concluir que, se optimizó la calidad en la manufactura de equipos de minería aplicando procedimientos estandarizados en la planta IMCO Servicios, se empleó las normas y estándares en cada etapa del proceso de productivo, se preparó la técnica de inspección con estándares en cada secuencia del proceso de productivo de los equipos y toda evidencia de inspección fue registrada y recolectada en el archivo de calidad.

## INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad de excavación en busca de minerales hallados en yacimientos que están en algunos departamentos del Perú y son explotados desde el subsuelo, y es así como se necesita de la fabricación de instrumentos apropiados para el procesamiento de los materiales extraídos. La tecnología en su avance permite elaborar implementos de acuerdo con las necesidades del hombre, es por lo que la industria realiza la fabricación y el procesamiento de equipos especializados.

Este trabajo de suficiencia profesional, está enfocado en mostrar mi preocupación como trabajador de la empresa IMCO Servicios que presenta la necesidad de tener un mejor proceso en la fabricación de equipos de minería, que estén acorde a las normas y estándares de todo reglamento al momento de fabricar el producto. Según los antecedentes encontrados en el proceso de estos equipos fabricados por la empresa IMCO Servicios y siendo inspeccionados en su 90 % de avance, presentaban observaciones.

La Organización Internacional de Normalización ISO 9000:2015, que regula los Sistemas de Gestión de la Calidad, establece los requisitos que deben ser considerados para implementar un sistema de gestión de la calidad, indicando lo siguiente:

«Cuando una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar consistentemente productos y servicios que cumplan con los requisitos del cliente, así como con los requisitos legales y reglamentarios aplicables, y tiene como objetivo incrementar la satisfacción del cliente a través de la aplicación efectiva del sistema, incluyendo procesos para la mejora continua y el aseguramiento del cumplimiento con los requisitos del cliente y los requisitos legales y reglamentarios aplicables».

En IMCO Servicios, la fabricación de celdas de flotación se realiza con creciente frecuencia en sus talleres. Sin embargo, se ha identificado que el proceso presenta retrasos significativos debido a problemas detectados al finalizar el producto. A pesar de múltiples intentos por optimizar este proceso, se han seguido encontrando fallos y pérdidas durante el tiempo en que permanecí en la empresa IMCO Servicios.

El presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolla en cinco capítulos, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo I, abarca los aspectos generales de la empresa: se incluyen los datos generales, las principales actividades a las que se dedica, una reseña histórica, el organigrama, la misión y visión de la empresa, las bases legales, una descripción del área de trabajo, y finalmente, el cargo que el bachiller desempeña en la empresa.

El Capítulo II, aborda los aspectos generales de la actividad profesional: se presentan los antecedentes, la identificación de oportunidades o necesidades en el área, los objetivos del trabajo, la justificación, y los resultados esperados de la actividad profesional.

Capítulo III, presenta el marco teórico: se explica detalladamente las bases teóricas y la metodología aplicada.

Capítulo IV, describe las actividades profesionales: se detallan las actividades realizadas por el bachiller, incluyendo aspectos técnicos y el cumplimiento de las responsabilidades profesionales.

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

#### **1.1. Datos generales de la empresa**

**RUC:** 20454276761

**Razón social:** Ingeniería de Mantenimiento, Construcción y Servicio S. A. C. – IMCO  
Servicios S. A. C.

**Nombre comercial:** IMCO Servicios S. A. C.

**Tipo de empresa:** sociedad anónima cerrada

**Estado:** activo

**Actividades comerciales:** fabricación de productos de uso estructural, fabricación de  
otro tipo de maquinaria de uso industrial

**CIU:** 28111

**Dirección:** car. Vía de Evitamiento km. 3 pt. Zamácola (frente al grifo Gamarra)

**Distrito / ciudad:** Cerro Colorado / Arequipa

IMCO Servicios S. A. C. ubicada en la avenida Vía de Evitamiento, km 3, Cerro, Colorado, Arequipa, Perú. La empresa se dedica a la ingeniería, equipos industriales, servicios industriales, productos de acero y servicios de construcción.



*Figura 1. Empresa IMCO Servicios*

## **1.2. Actividades principales de la empresa**

La empresa ofrece servicios especializados en fabricación metalmecánica, mantenimiento de equipos, La subcontratación de la minería y la obra civil. Su equipo está compuesto por profesionales y técnicos altamente capacitados en diversas funciones, incluyendo maestros, soldadores, armadores, técnicos de mantenimiento, mecánicos montajistas, operarios, oficiales, ayudantes, conductores de vehículos livianos y pesados, supervisores, ingenieros, y personal administrativo, todos ellos preparados para satisfacer las necesidades de sus clientes (1).

El sistema *Jack Header* que se ejecuta en la sociedad minera Cerro Verde es fundamental para la operación exitosa de todos los procesos hidrometalúrgicos en el espesador.



*Figura 2. Crecimiento vertical del Jacking Header, presa de relaves, fabricaciones de la empresa IMCO Servicios*

*Fuente: Brochure corporativo, IMCO Servicios 2021 (1)*

Los tanques se utilizan para almacenar y procesar una amplia gama de sustancias, incluido gases, líquidos, productos químicos y aceites.



**Figura 3. Fabricaciones de tanques de gran almacenamiento realizadas por la empresa IMCO Servicios**

*Fuente: Brochure corporativo, IMCO Servicios 2021 (1)*

Una sala eléctrica: es una estructura construida a propósito para albergar todo el equipo de potencia, control y operación requerido para varios tipos de proyectos y departamentos de producción.



**Figura 4. Fabricaciones y reparaciones de alas eléctricas realizadas por la empresa IMCO Servicios**

*Fuente: Brochure Corporativo, IMCO Servicios 2021 (1)*

Las naves industriales: son una gran opción de almacenamiento y grandes espacios para almacenar mercancías. Las empresas, generalmente, necesitan guardar y almacenar materiales necesarios para la producción de bienes o actividades laborales.



*Figura 5. Fabricaciones y montaje de nave de almacenamiento de productos terminados realizadas por la empresa IMCO Servicios*  
*Fuente: Brochure Corporativo, IMCO Servicios 2021 (1)*

### **1.3. Reseña histórica de la empresa**

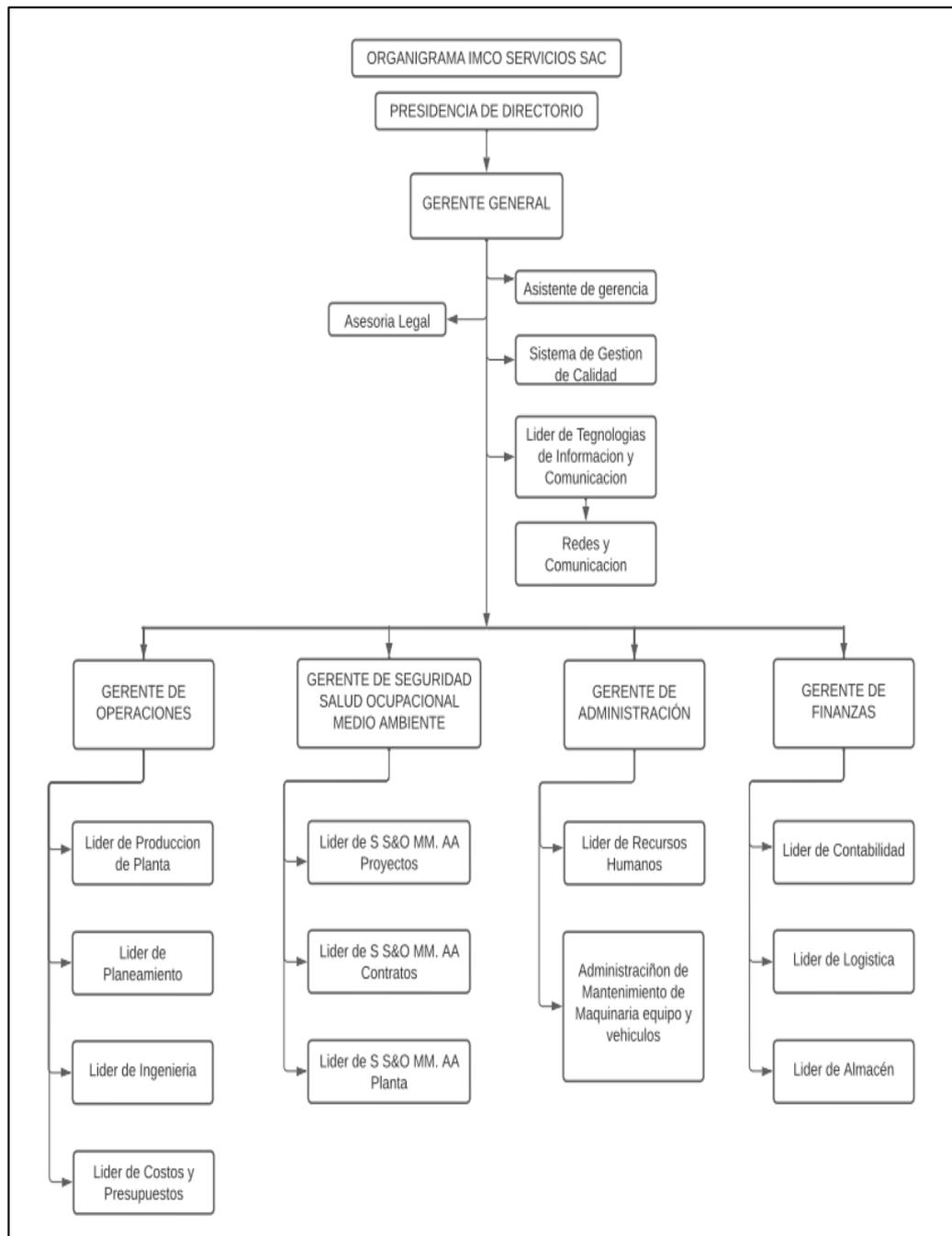
El grupo IMCO comenzó sus actividades en 1990, dando como inicio las operaciones de una de las principales empresas metalmecánicas de la región sur. En aquellos años, inicia sus operaciones en servicios de maestranza y mantenimiento industrial, siendo su principal cliente Sidsur S. A. (hoy Alicorp S. A.), al igual que las empresas de parque industrial como: Incatops, Moly-Cop, Corporación de aceros Arequipa, Corporación Cervesur (Embosur), etc. Con el esfuerzo y la perseverancia de la familia Cabanillas, aprovechando las oportunidades que se les presentaba, se logró ingresar al sector minero, teniendo como clientes a: sociedad minera Cerro Verde S. A., Southern Perú Copper Corporation, Xstrata Tintaya, etc., a los cuales se les brindó servicios de mantenimiento y fabricación de estructuras metálicas, realizando actividades de altas exigencias que requiere el cliente en estándares de seguridad, salud, ocupación y medio ambiente. Una de las primeras empresas de inicio del Grupo IMCO fue IMCO Servicio S. A. C. que se dedica al rubro metalmecánico. Actualmente, brinda servicio de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de equipos y maquinarias mineras e industriales; diseño y fabricación de elementos para maquinarias y equipos industriales y mineros; diseño, fabricación y actividades de montaje de estructuras metalmecánicas; además, la recuperación de piezas de soldadura (1).

Es el trabajo en colaboración de la grupo IMCO para alcanzar un objetivo claro y eficiente a travez del tiempo. Trabajando en equipo se logra alcanzar grandes metas.



***Figura 6. Familia IMCO***  
***Fuente: Brochure Corporativo, IMCO Servicios 2021 (1)***

## 1.4. Organigrama de la empresa



*Figura 7. Organigrama de la empresa IMCO Servicios*

### 1.4.1. Responsabilidades

- El Gerente General, Gerente de Operaciones, Gerente Administrativo, Gerente de SSOMA, Gerente de Financiero y los líderes de departamentos y área son responsables de la normalización, efectividad y cumplimiento de las funciones establecidas en este manual (2).

- El RAD, es responsable de compatibilizar las funciones establecidas en este manual con las responsabilidades definidas en la organización (2).
- Jefe de personal, es responsable de elaborar el análisis de los puestos de trabajo, con los cuales se procederá a elaborar las funciones del personal (2).

#### **1.4.2. Aspectos generales**

La Gerencia General de IMCO Servicios S. A. C. es la máxima autoridad, sobre todo, los departamentos de la organización que han aprobado las funciones definidas en este manual para su organización (2).

#### **1.4.3. Principios de la organización**

Estas reglas no tienen la precisión de las leyes científicas ni alcanzan la categoría de una ley formal; en cambio, se consideran criterios para una buena organización. Los principios que se aplican con mayor frecuencia se resumen en los siguientes puntos:

- Asignación de responsabilidades: Cada jefe debe tener responsabilidades definidas y claras.
- Relación entre responsabilidad y autoridad: La responsabilidad debe recaer en la autoridad competente.
- Delegación de líder: Se delegará la autoridad que pueda ser gestionada de manera segura y eficaz por un jefe o empleado de menor jerarquía.
- Responsabilidad del subordinado: El subordinado es absolutamente responsable ante su superior por la autoridad delegada, y ningún superior puede eludir la responsabilidad por las acciones de su subordinado.
- Transparencia en el cambio de responsabilidades: Cualquier cambio en la responsabilidad de un puesto debe ser comunicado a las personas involucradas.
- Informe de gestión: Para asegurar el cumplimiento de las funciones delegadas, es obligatorio proporcionar informes sobre la gestión realizada.
- Escalamiento de decisiones: Solo las decisiones que no puedan ser tomadas en un nivel específico deben ser escaladas a un nivel superior.
- Respeto a la cadena de mando: Las órdenes no deben ser dadas a subalternos sin pasar por el jefe responsable.
- Unidad de mando: Ningún jefe o empleado que ocupe un cargo en la empresa debe admitir órdenes de diferentes áreas.
- Crítica constructiva: Las observaciones críticas a los empleados deben realizarse, siempre que sea posible, en privado y nunca en presencia de jefes o empleados de igual o menor rango (2).

## 1.5. Visión y misión

### 1.5.1. Visión

Ser la empresa de servicios múltiples, líder en el Perú y con proyección internacional, cumpliendo los más altos estándares de seguridad, calidad y medio ambiente (1).

### 1.5.2. Misión

Ofrecer a nuestros clientes productos y servicios de alta calidad, que satisfagan sus necesidades, cumpliendo los estándares internacionales en todas nuestras operaciones (1).



*Figura 8. Misión, visión y propósito*  
*Fuente: Brochure Corporativo, IMCO Servicios 2021 (1)*

## 1.6. Bases legales o documentos administrativos

### 1.6.1. Especificaciones y estándares internacionales

- ISO 10005 (Sistema de Gestión de la Calidad –Directrices para los Planes de la Calidad) (3)
- ASTM A6/A36/A53/D429/45541 (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) (4)
- AWS D1.1/D1.1M-20 (Código de Soldadura Estructural Acero) (5)
- SSPC PA2/SSPC5 /SSPC6 (Consejos de Pintura de Estructuras de Acero) (6)
- API-650 (Instituto Americano de Petróleo) (7)
- ASME IX (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) (8)

### **1.6.2. Política de calidad**

Nuestra empresa se especializa en el desarrollo e implementación de proyectos de mantenimiento, fabricación y recuperación de piezas de maquinaria, orientados a satisfacer las necesidades de los sectores minero e industrial en general.

IMCO Servicios S. A. C. va de la mano con el desarrollo del avance tecnológico implementando su taller de equipos que logren realizar las actividades efectivamente, cumpliendo con los requisitos establecidos con sus clientes, garantizando su calidad en los productos fabricados, logrando tener un alto nivel competitivo para realizar los trabajos y alcanzar sus objetivos (2).

Para seguir esta política de calidad, cada empleado de IMCO Servicios S. A. C. debe respetar lo siguiente:

- La calidad es un trabajo en equipo y responsabilidad de todos.
- Asegurarse que su comportamiento siempre satisfaga las necesidades y expectativas requeridas.

Para lo cual, la empresa IMCO Servicios S. A. C. está comprometido a:

- Notificar y publicar esta política a toda la empresa.
- Definir y publicar las metas de calidad según lo establecido con esta política.
- Contar con una formación continua para el personal involucrado en cada proyecto y garantizar un trabajo óptimo y de calidad.

## **1.7. Descripción del área donde el bachiller realiza sus actividades profesionales**

### **1.7.1. Área: Departamento de Control de Calidad**

IMCO Servicios S.A.C. cuenta con talleres y agencia equipados según los requerimientos de los trabajos que se ejecutan, permitiendo así el desarrollo eficaz de cada proyecto de alto nivel. En esta área, la empresa ha implementado un área de control de calidad, cuya política se centra en cumplir con todos los requisitos establecidos. Utilizando tecnología de vanguardia, IMCO Servicios S.A.C. garantiza la calidad de los productos y servicios con vistas a satisfacer las expectativas y necesidades de los clientes y otras partes interesadas. Para garantizar la eficiencia de esta política, la empresa ha adoptado un método de calidad que cumple con la norma ISO 9001:2015. El finalidad de nuestra política de calidad es persistir en la mejora continua, mejorando la presencia y liderazgo en el mercado. (2).

## 1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa

El área de trabajo ejecutado en la planta IMCO Servicios S. A. C. es el de Asistente de Control de Calidad del Proyecto «Fabricación de equipos *hydrofloat* y *crossflow* proyecto CPF Quellaveco» del cliente *Eriez Flotation División Perú*, aplicando su procedimiento de Gestión de la Calidad (2).

Responsabilidades que se me asignaron son las siguientes:

- Realizar el seguimiento de la implementación del procedimiento de gestión de la calidad del proyecto.
- Preparar el Programa de calidad del proyecto.
- Elaborar el Programa de actividades de control.
- Revisar los procedimientos requeridos para el proyecto.
- Coordinar con las áreas relacionadas con la producción, los controles e inspecciones a realizar
- Compartir información de los procedimientos de gestión de la calidad a través de presentaciones breves, introducciones a talleres.
- Asegurarse que se respete e inspeccione el plan de calidad en las distintas etapas de fabricación.
- Revisión de estado de materiales de componentes principales (planchas de acero estructural, perfiles, bridas, tuberías, pintura).
- Revisión de pernería (pernos, arandelas, tuercas).
- Verificación de variables en el arranque del proceso de soldeo.
- Inspección visual de soldadura al 100 %.
- Coordinar las inspecciones por ensayos no destructivos a juntas a tope de penetración completa.
- Coordinar las inspecciones por radiografía industrial 10 % juntas a tope de penetración completa.
- Coordinar las pruebas neumática a refuerzo de boquillas.
- Realizar el control y la verificación de dimensiones generales o principales.
- Realizar el control y verificaciones de verticalidad y redondez.
- Realizar el control y verificación de desviaciones locales (*peacking* y *banding*).
- Realizar el control y verificación de plenitud.
- Realizar el control y la verificación de dimensiones generales de preensamble.
- Realizar la verificación de condiciones ambientales.
- Realizar la verificación del perfil de anclaje.
- Realizar la verificación del grado de preparación superficial.
- Realizar el control del tipo y lote de pintura.

- Realizar la inspección visual del recubrimiento.
- Realizar la verificación de espesores de la pintura seca.
- Coordinar con los proveedores para realizar el ensayo de adherencia.
- Adjuntar la documentación en un archivo de calidad de las actividades realizadas.
- Archivar los registros que se generan a partir de los controles e inspecciones realizados, firmados como prueba de aceptación.
- Archivar los registros que se generen de los ensayos NDT, firmados como prueba de aceptación.
- Encarpetar los protocolos que se emitan de las pruebas de adherencia por parte del proveedor, firmados como prueba de aceptación.
- Tener un control para las no conformidades durante el proyecto.
- Proponer con el área correspondiente las soluciones correctivas.

## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional**

El grupo IMCO Servicios presenta una gran cantidad de servicios, los cuales se desarrollan dentro de sus talleres y oficinas, siendo así una de las sociedades empresariales de elevado nivel en el sur del Perú, a su vez, esta se mantiene actualizada en equipos y mano de obra, las cuales garantizan un trabajo de calidad en sus diferentes proyectos.

La fabricación de celdas de flotación se da con mayor frecuencia cada vez en los talleres de IMCO Servicios, es por lo que, en el transcurrir del trabajo, al momento de hacer la prueba se observó que se pierde demasiado tiempo en el proceso, debido a las observaciones encontradas al finalizar el producto. Se ha tratado de mejorar este proceso en varias ocasiones, pero siempre se ha ido encontrando fallas y pérdidas durante mi permanencia en la empresa IMCO Servicios; se hallaron varios puntos donde se podía mejorar, empezando desde el control de cada etapa del proceso siguiendo un procedimiento, a su vez, en algunas ocasiones se observó que las fabricaciones no se realizaban según su programación, sino que eran improvisadas, esto se debía a que la programación no estaba acorde al proceso en planta por motivos de instrumentos, capacitaciones, se tenían muchas dudas de armado, materiales, procesos inadecuados, entre otras, que afectaban la precisión del producto.

En el proceso de fabricación se tiene muchas falencias, que están en proceso de mejora para que el producto final sea de buena calidad y no tenga desfuegos.

Las celdas fabricadas anteriormente presentaban errores en el armado tanto en medias como en posicionamiento, se presentaron problemas de material, muchas veces el material se

dañaba en el transporte o cuando se embalaban y durante el traslado, que al momento de armar se encontraron daños de material, y tenían que ser corregidos estos trabajos, pero no fueron considerados en el cronograma inicial.

La fabricación de las celdas en la empresa IMCO Servicios, anteriormente, se fabricaba con tolerancias más fáciles de obtener en el proceso, pero conforme la tecnología avanza, este tipo de trabajos exige una calidad mucho mayor, es por lo que se piensa en mejorar este tipo de proceso mediante el control y seguimiento en el proceso y la base; para lograr este proceso es necesario la coordinación con las áreas involucradas desde la ingeniería, el planeamiento y la producción, trabajando todos juntos por la calidad del producto.

Las inspecciones se realizaban en proyectos anteriores, cuando el equipo se encontraba fabricado al 90 % del proceso y se encontraban observaciones, que tenían que ser corregidas y esto implicaba reprocesos, a su vez, se debía tener permiso y facilidades de acceso para realizar las inspecciones en estas condiciones (trabajos en altura).



*Figura 9. Celda de flotación al 90 % de avance de fabricación*

## **2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional**

Se inicia el proyecto «Fabricación de equipos *Hydrofloat* y *Crossflow* Proyecto CPF Quellaveco» del cliente *Eriez Flotation División Perú* el cual será elaborado por el grupo IMCO Servicios S. A. C.

La necesidad de tener un mejor proceso de fabricación va acorde a los antecedentes encontrados en la fabricación de estos equipos anteriormente, donde los equipos inspeccionados en su 90 % de avance presentaban observaciones.

Es aquí donde se propone la mejora que es de realizar la inspección en cada etapa de fabricación desde el ingreso de material, corte de material habilitado, la preparación de juntas, controles dimensionales durante el armado y pintado del equipo, identificando y evaluando los defectos en su debido momento, cumpliendo con las normas y estándares.

Todo este proceso de mejora depende mucho de los líderes de cada área y sus respectivos supervisores. Se planteó realizar constantes coordinaciones entre los grupos de trabajo, de igual forma, capacitar al personal encargado de la fabricación y resolver las dudas que se presentaban durante su realización.

## **2.3. Objetivos de la actividad profesional**

### **2.3.1. Objetivo general**

Determinar el mejoramiento del control de calidad en la fabricación de los equipos de minería mediante la implementación de procedimientos y estándares internacionales en la planta IMCO Servicios S. A. C.

### **2.3.2. Objetivos específicos**

- Considerar las normas y estándares de calidad en el proceso de productivo.
- Establecer métodos de inspección con estándares en el proceso de manufactura de los equipos de minería.
- Validar las etapas de manufactura de los equipos de minería mediante registros de inspección.

## **2.4. Justificación de la actividad profesional**

### **2.4.1. Justificación teórica**

La justificación teórica se fundamenta en la relevancia de la inspección de calidad en el proceso de fabricación de equipos mineros en la planta IMCO Servicios, ya que este control es esencial para asegurar la seguridad, eficacia y durabilidad de los equipos, cumplir con las

normativas vigentes, y cumplir los requerimientos y panoramas de los clientes en el sector minero.

La seguridad en la industria minera plantea serios riesgos, tanto para el medio ambiente como para el trabajador. Estos riesgos pueden verse incrementados por equipos de minería defectuosos o de mala calidad, es crucial garantizar que el equipo cumpla con los estándares de seguridad apropiados a través del control de calidad durante toda la fabricación.

Los equipos de minería eficientes afectan directamente la productividad y la viabilidad de las operaciones mineras. El rendimiento, durabilidad y capacidad para cumplir todos los objetivos, pueden verse afectados por la calidad del equipo. Un estricto control de calidad asegura que los equipos fabricados cumplen con los estándares de eficiencia establecidos.

Se necesitan materiales de buena calidad y procedimientos de fabricación para crear equipos de minería que puedan soportar las condiciones adversas que se encuentran en las minas, como la abrasión, la corrosión y las cargas pesadas.

Un control de calidad adecuado asegura que el equipo sea duradero y capaz de soportar demandas operativas a largo plazo.

La producción de equipos de minería debe seguir los métodos y estándares internacionales. El control de calidad verifica que los equipos cumplan con los estándares técnicos y de seguridad establecidos por organismos reguladores y certificaciones reconocidos. Esto ayuda para evitar sanciones legales y riesgos relacionados con la no conformidad.

La alta calidad de los equipos de minería brinda confianza y satisfacción a los clientes. Los compradores de equipos mineros quieren que sus productos sean seguros, efectivos y duraderos. El control de calidad efectivo asegura que los equipos cumplan con las expectativas de los clientes y fomenta relaciones comerciales duraderas.

#### **2.4.2. Justificación práctica**

La implementación de nuevos procedimientos con estándares en cada etapa de fabricación da un aporte considerable con respecto a diferentes trabajos, ya que se aplican normas y estándares que se revisan y actualizan constantemente para obtener un producto de calidad cada vez mejor.

Mejorar la calidad en el proceso implica conocer las normas y estándares que apliquen a la fabricación de equipos para minería, difundir estos alcances al personal involucrado en la

fabricación, registrar cada etapa del proceso como evidencia de los controles realizados, mejora de la seguridad. El control de calidad en la manufactura de equipos mineros contribuye directamente a la seguridad de los empleados en las operaciones mineras. El equipo tiene que cumplir con los métodos de calidad y seguridad, esto reduce el riesgo de accidentes y lesiones laborales, lo que mejora las condiciones de trabajo y promueve un ambiente de trabajo seguro.

El equipo está diseñado y fabricado para operar de manera confiable y eficiente. Un programa de control de calidad reduce la probabilidad de errores, incrementa la disponibilidad del equipo y mejora la eficiencia operativa. Esto impacta positivamente la productividad en las operaciones mineras, aumentando la capacidad de hacer un mejor uso de los recursos y aumentar la productividad

La optimización de costos durante la fabricación de equipos mineros disminuye los gastos relacionados con reparaciones, mantenimiento y reemplazo prematuro del equipo. La detección temprana de defectos y la garantía de calidad en el proceso productivo de fabricación permiten abordar problemas previos antes de que se conviertan en errores operativos costosos.

El control de calidad en el proceso productivo de equipos mineros asegura el cumplimiento de normas y estándares internacionales, lo cual ayuda a las empresas a adherirse a estándares éticos y regulatorios, evitando sanciones y fortaleciendo su reputación. Además, el cumplimiento de altos estándares de calidad aumenta la competitividad de una empresa en los mercados nacionales e internacionales, generando confianza entre los clientes.

En la industria minera, la calidad de los equipos es importante porque afecta el rendimiento de los resultados operativos. Al cumplir los requerimientos y expectativas de los clientes, las empresas generan confianza, lealtad y crean oportunidades comerciales a largo plazo.

## **2.5. Resultados esperados**

Los resultados deseados del proceso de fabricación de equipos para minería se ven reflejados en el producto acabado y la aprobación del cliente, para ello se espera conseguir los siguientes resultados.

- La mejora de la calidad cumpliendo con las normas y estándares.
- Reducir los reprocesos de las fabricaciones de equipos.
- Mejorar el proceso de fabricación mediante los procedimientos de inspección en cada etapa de fabricación.
- Evidenciar el seguimiento de la calidad en cada proceso de manufactura.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades**

El proyecto titulado «Fabricación de equipos Hydrofloat y Crossflow Proyecto CPF Quellaveco» para el cliente Eriez Flotation División Perú será llevado a cabo por IMCO Servicios S.A.C., aplicando su procedimiento de Gestión de la Calidad conforme a la norma ISO 9001:2015 y cumpliendo con los alcances requeridos para el proyecto.

De haber alguna contradicción con otros documentos aplicables, la resolución se realizará en base a los documentos establecidos al inicio del proyecto, excepto que el cliente indique oficialmente alguna excepción.

Este conjunto de reglas internacionales establece los requerimientos para un procedimiento de gestión de la calidad cuando una sociedad:

Requiere exponer su capacidad para abastecer de manera constante productos y servicios los cuales cumplan con los requerimientos del cliente, de igual forma con las normativas legales y reglamentarias aplicables.

Tiene como objetivos incrementar la satisfacción del cliente mediante la implementación de métodos eficaces, incluidos procesos de mejora continua y garantizar el cumplimiento de los requisitos del cliente incluido el cumplimiento de las normas reglamentarias y las leyes aplicables (3).

### **3.1.1. Organización del plan de calidad**

Los formatos y registros incluidos en el Plan de Calidad serán utilizados para documentar las evidencias objetivas, datos y resultados de los controles, pruebas o ensayos realizados.

De acuerdo con las actividades a desarrollar como parte del control del proceso, se seleccionarán los métodos necesarios para la realización de los registros, con el fin de comprobar la ejecución de los requisitos especificados.

El Plan de Calidad se compone de los siguientes tipos de documentos:

#### a) Plan de Calidad:

El Plan de Calidad detallará cómo se ejecutará las actividades requeridas, los recursos a utilizarse en referencia a la información documentada pertinente.

#### b) Procedimientos de Gestión de Calidad:

Estos documentos describen la secuencia para la ejecución de los procesos organizativos y de gestión, en correspondencia con los requerimientos de la norma ISO 9001.

#### c) Gestión y Seguimiento:

Estos documentos delinear la secuencia de trabajo para eventos específicos como controles o pruebas. Pueden requerir el uso de documentación adicional para registrar los procedimientos realizados.

#### d) Plan de Inspección del Sitio:

Este documento establece la secuencia de eventos para la evaluación de un grupo de aplicaciones específicas. Define los documentos o actividades de auditoría, el uso de otros documentos del Sistema de Calidad y los protocolos de calidad.

#### e) Archivo de Calidad:

Es un archivo donde se recolecta información objetiva de las actividades realizadas o alcanzadas. Contiene información sobre los resultados de la administración, ensayos o pruebas efectuadas.

### **3.1.2. Responsabilidades de los involucrados en el proyecto**

#### **3.1.2.1. Gerente de proyecto**

- Administrar el contrato.

- Informar y compartir los objetivos y la política de calidad.
- Respetar las normas implementadas por SGC en el proyecto.
- Concretar la proyección del proyecto.
- Monitorear, verificar e informar del cambio realizado según el contrato (alcance, cantidades, plazos, especificaciones, rendimientos, etc.).
- Hay que asegurar que durante el proyecto se cumplan los requerimientos del SGC y los requisitos del contrato.

#### **3.1.2.2. Líder de producción**

- Cumplir con los lineamientos del Programa de Calidad del proyecto: Familiarizarse con las directrices establecidas en el Plan de Calidad para asegurar una comprensión integral de los requisitos y procedimientos a seguir.
- Respetar los métodos constructivos del proyecto: Implementar los procedimientos constructivos del proyecto, asegurando el uso de los procesos de control definidos como parte del procedimiento de Gestión de la Calidad.
- Asegurar el cumplimiento de los métodos y procesos de control en el campo: Velar por la correcta aplicación de los métodos y procesos de control durante las actividades en el campo.
- Participar de la evaluación durante las auditorías: Participar activamente en las auditorías, contribuyendo a la evaluación y ejecutando los procedimientos específicos adecuados según sea necesario.

#### **3.1.2.3. Supervisor de especialidad**

- Verificar la correcta ejecución de los métodos de procesos en la obra: Asegurar que los procedimientos establecidos se implementen de manera adecuada en la obra, incluyendo el uso correcto del proceso de control definidos en el procedimiento de Gestión de la Calidad.
- Garantizar el cumplimiento de los métodos y procesos de control en el campo: Supervisar que los procedimientos y formatos de control sean seguidos rigurosamente durante las actividades en el campo.

#### **3.1.2.4. Jefe de grupo o cuadrilla**

- Difundir los métodos de construcción aprobados por el cliente: Asegurarse de que los métodos de construcción validados por el cliente se apliquen fielmente durante la ejecución del proyecto.
- Evaluar las prácticas y métodos constructivos: Revisar los procesos, sistemas y procedimientos de producción utilizados por el equipo o los miembros del personal, e implementar acciones correctivas cuando sea necesario

- Cuidar la zona de trabajo: Mantener el área de trabajo en condiciones adecuadas, asegurando su orden y limpieza para facilitar un entorno de trabajo seguro y eficiente.

#### **3.1.2.5. Personal de cuadrilla (general)**

- Siga atentamente las instrucciones de uso del equipo: Adherirse rigurosamente a las directrices establecidas en la cartilla de operación del equipo durante su uso.
- Realizar las actividades según las especificaciones técnicas: Ejecutar las tareas asignadas conforme a las especificaciones técnicas proporcionadas.

#### **3.1.2.6. Control de calidad**

- Establecer las tareas realizadas por el inspector de control de calidad.
- Asignar responsabilidades del proyecto encargado de las actividades por realizarse.
- Preparar el Programa de calidad del proyecto.
- Establecer un programa de puntos de inspección.
- Formar parte de las charlas de inducción y talleres de capacitación.
- Tener un control de las no conformidades.
- Proponer las soluciones correctivas.
- Asegurar el cumplimiento del programa de calidad y se cumpla con las verificaciones en las diferentes etapas de la ejecución del proyecto, respetando los acuerdos contractuales y requerimientos del cliente para la ejecución del proyecto.
- Verificar la calidad según las normas y alcances, evaluando, verificando y reportando las observaciones encontradas durante la inspección.
- Recolectar la información de las actividades realizadas en un archivo de calidad.
- Presentar el archivo de calidad al cliente para su verificación y aprobación.

#### **3.1.2.7. Inspector**

- Realizar los ensayos no destructivos solicitados acorde a las especificaciones contractuales.
- Llevar a cabo la calificación de los soldadores.
- Reportar los resultados obtenidos de las inspecciones.

#### **3.1.2.8. Jefe de seguridad**

- Elaborar los programas de SSOMA al inicio del proyecto, tomando en cuenta los riesgos que se puedan presentar durante el proceso de fabricación del proyecto de fabricación de equipos *Hydrofloat* y *Crossflow*.
- Asegurarse que estas exigencias se cumplan durante el desarrollo del proyecto.
- Si el nivel de riesgo es muy alto debe detenerse la actividad.

- Realizar inspecciones controladas y planificadas para tener una ratio de los riesgos que se presentan durante el proyecto.
- Capacitar e informar a los supervisores sobre los incidentes y accidentes, y tomar acciones correctivas.
- Charla de seguridad de 5 minutos antes de ejecutar las actividades según el nivel de riesgo.
- Todo trabajo realizado deberá ser notificado e informado al director de obra y unidades de apoyo del área.
- Tener la documentación requeridos por las agencias gubernamentales al momento de la presentación.

#### **3.1.2.9. Ingeniero de planeamiento**

- Planificar los trabajos por realizarse, de tal manera, que se logren culminar dentro del tiempo y costo presupuestado.
- Proyectar y conservar un sistema que permita la evaluación los resultados del proyecto respecto a las antecedentes consideradas en el presupuesto original.
- Controlar el progreso del proyecto de manera cuantitativa.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **4.1. Descripción de las actividades profesionales**

##### **4.1.1. Enfoque de las actividades**

El control de calidad se orienta básicamente en la metodología de planificar, gestionar, verificar y actuar. Mediante los procedimientos se realizan las inspecciones en los elementos de la fabricación, una vez realizadas las inspecciones se toman decisiones, esto se evalúan en función a la evidencia y los datos, esas evaluaciones se utilizan para impulsar nuevos cursos de acción, para cumplir con las normas y estándares.

Esto se ve favorecido por el uso juicioso de herramientas analíticas para obtener la información de los datos disponibles.

##### **4.1.2. Alcance de las actividades**

En el área de control de calidad, se realizan las actividades de control y verificación. Esto concluye con la verificación en las zonas donde se desarrolla el proyecto, ejecutando los procedimientos de inspección, controles de parametros de soldadura, pruebas de la dureza del material, controles de nivel y perpendicularidad, controles de tratamiento de superficie y controles de aplicación de recubrimiento.

La fabricación de los equipos para minería requiere pruebas mínimas que se deben de realizar a los materiales, suministros, pintura y soldadura.

### **4.1.3. Entregables de las actividades**

Una vez finalizada la fabricación y luego de haber realizado los controles durante el proceso de fabricación, el departamento de control de calidad entrega un archivo de calidad donde se encuentran los protocolos de las actividades de control y verificación realizadas durante el proceso de fabricación de cada elemento en el proyecto.

#### **Documentos entregables**

- Programa de calidad
- Programa de puntos de inspección
- Procedimientos de inspección de materiales
- Métodos de soldadura
- Procedimientos de verificación de materiales
- Procedimientos de inspección visual y dimensional
- Método de inspección de preparación de superficie
- Método de inspección de aplicación de recubrimiento
- Protocolos de verificación de materiales
- Protocolos de verificación de soldadura
- Protocolos de inspección de dimensiones
- Protocolos de preparación de superficies
- Protocolos de aplicación de recubrimientos
- Certificados de materiales
- Certificados de equipos
- Homologaciones de soldadores

## 4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

### 4.2.1. Metodologías

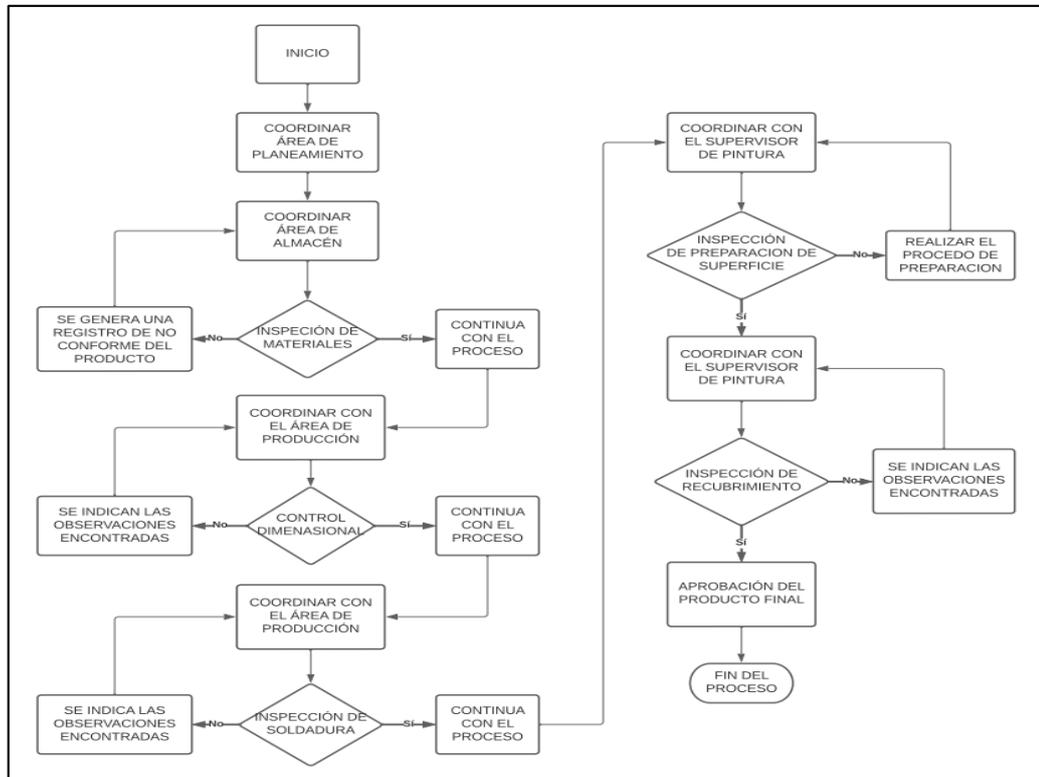


Figura 10. Diagrama de flujo de las tareas realizadas por Control de Calidad

### 4.2.2. Técnicas

Para la ejecución de las tareas del inspector de control de calidad se necesita de normas y estándares aplicables para cada proyecto, los cuales ayudan a verificar los materiales que se van a usar, las tolerancias dimensionales de los materiales, entrega con certificado de calidad, solicitar que tengan sus fichas técnicas y hojas de seguridad, etc.

- Especificaciones técnicas de los materiales: ASTM, API, ANSI
- Certificados de los materiales
- Fichas técnicas de materiales
- Hojas de seguridad o MSDS de los productos suministrados

Al realizar el control dimensional en el proceso de armado, se coordina con el área de producción y planeamiento para poder ingresar a realizar una pre inspección de armado donde se verifican las medidas acordes con el plano y no tengan mayor error con las tolerancias admitidas para el proyecto y respetando las normas y estándares internacionales.

- ISO 13920
- AISC 303

Se define un método para el control visual de soldaduras en elementos tubulares y no tubulares, con el fin de realizar el trabajo de manera adecuada y asegurar su calidad.

Se establecerán directrices prácticas para el control visual de la soldadura, incluyendo los criterios de aceptación para discontinuidades en la soldadura y la correcta aplicación de ensayos no destructivos (NDT), conforme a los requisitos estipulados por las normas aplicables.

- ASME V; Ed. 2019
- ASME VIII, Div. 1, Ed. 2019
- ASNT-SNT-TC-1A, Ed. 2020
- ISO 13920; Ed. 2017
- API 650 13 TH
- Planos de fabricación aprobados

Una vez verificado esto, se puede continuar con el proceso de recubrimiento.

Se prepara la superficie con un tipo de preparación acorde a los requerimientos del cliente, si este elemento no cumple con su preparación tiene que ser reprocesado en la cámara de granalla hasta que cumpla con los lineamientos establecidos.

Para realizar la inspección de la preparación de superficie se revisan las normas y estándares que se muestran a continuación:

- ASTM – Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
- SSPC – The Society for Protecting Coating
- ISO – Organización Internacional de Normalización
- NACE – National Association of Corrosion Engineers.
- SSPC-Guide

Luego se procede a la aplicación de recubrimiento de pintura, una vez culminada la aplicación de pintura y el curado de este, se procede a realizar la inspección del recubrimiento.

Para realizar esta inspección se revisan las siguientes normas y estándares.

- ASTM-D4752– American Society for Testing and Materials
- ASTM D3276 Standard Guide for painting inspector
- SSPC-PA1 Paint Application Specification N.º 01 Shop, Field, and maintenance of steel
- SSPC-PA2 Procedure for determining conformance to dry coating thickness requirements

#### **4.2.3. Instrumentos**

- Galgas de medición de soldadura
- Vernieres
- Cintas métricas metálicas
- Linternas de inspección
- Espejo de inspección
- Lupas
- Escuadras
- Niveles de burbuja
- Luxómetro o medidor de intensidad de luz
- Psicrómetro
- Termómetro de superficie

#### **4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades**

- *Holiday test* de bajo y alto voltaje
- Equipo de verificación de espesores de pintura húmeda
- Equipo de verificación de espesores de pintura seca
- *Kit* de tintes penetrantes
- Baterías
- Marcadores
- Trapo
- Diluyente

### 4.3. Ejecución de las actividades profesionales

#### 4.3.1. Cronograma de las actividades realizadas

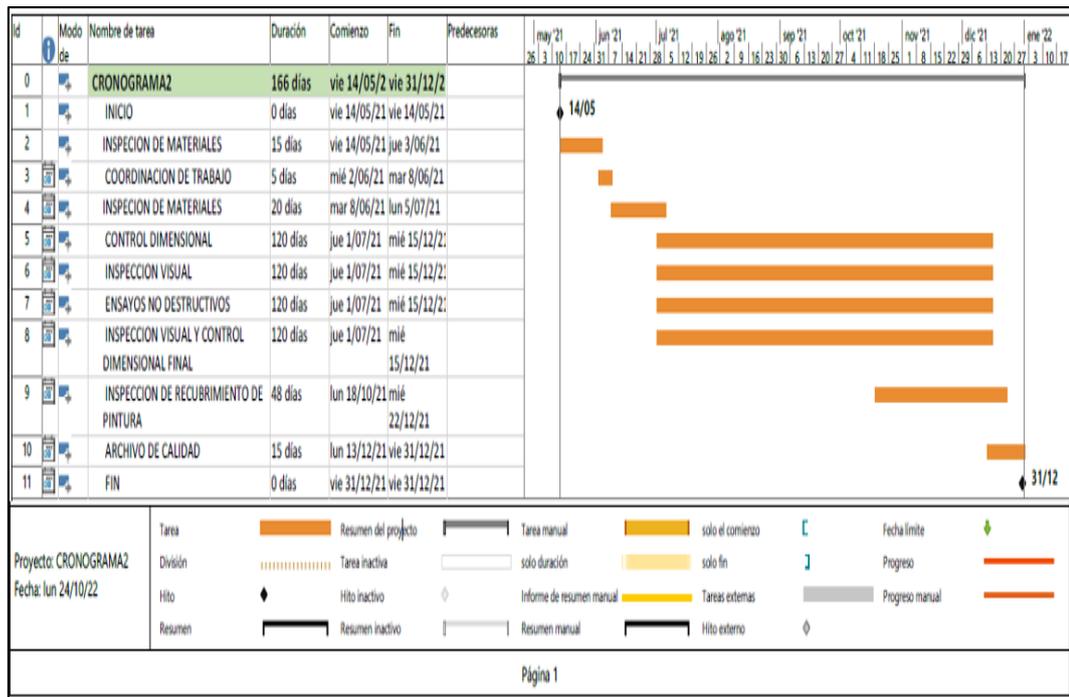


Figura 11. Diagrama de Gant, cronograma de las actividades realizadas

#### 4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

El proyecto de fabricación de los equipos de minería *Hydrofloat* y *Crossflow*, con respecto a la calidad, inicia con el área de planeamiento coordinando e indicando la programación de inicio y llegada de los materiales a las instalaciones de la empresa IMCO para poder realizar las actividades correspondientes, luego de que las fechas se confirmen de la llegada del material a la planta, se procede a coordinar con el área de almacén para poder realizar la inspección de los recursos que se van a emplear en el proyecto de fabricación de equipos *Hydrofloat* y *Crossflow*.

### 4.3.2.1. Procedimiento de inspección de materiales

Tabla 1. Inspección de materiales

Inspección de materiales	
Sin procedimiento	Con procedimiento
<ul style="list-style-type: none"><li>• Solicita la procura de la OTI/OSI</li><li>• Verifica la orden de compra, fecha, proveedor, descripción y cantidad</li><li>• Verifica la llegada de materiales en almacenes.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Solicita la procura de la OTI/OSI</li><li>• Verifica la orden de compra, fecha, proveedor, descripción y cantidad (según especificaciones técnicas de los materiales ASTM, ANSI).</li><li>• Verifica la llegada de materiales en almacenes (solicitar certificado de calidad).</li><li>• Solicitar fichas técnicas de materiales</li><li>• Solicitar hojas de seguridad o MSDS de los productos suministrados</li></ul>

### 4.3.2.2. La inspección de materiales

Gestionar la procura de las Ordenes de Servicio.

Gestionar la procura de las Ordenes de Servicio asignada con el Control Documentario. Luego, se comunicará con el área de Planificación de manera formal para realizar la solicitud correspondiente y posteriormente realizar la entrega de la procura al interesado.

#### Normativa y estándares en mención

- Norma Internacional ISO 9000:2015,
- Especificaciones técnicas de los materiales: ASTM, API, ANSI
- Documentos de calidad
- Hojas técnicas de materiales
- Fichas de seguridad o MSDS de los productos suministrados

Se lleva a cabo una inspección al almacén del cliente, o lugar de almacenamiento de los recursos según la procura orden de servicio para verificar la llegada de los mismos.

La verificación de los recursos se realiza dos veces por semana, durante las cuales se constata in situ el ingreso de los materiales, recogiendo la guía de remisión y la orden de compra.

Se verifica y se documenta el retiro de los materiales pertinentes en el Cuaderno de Cargo del almacén, incluyendo la orden de compra del proveedor.

Se realiza la gestión con el área de Logística para la entrega de los certificados de calidad correspondientes.

En el protocolo de Inspección de Materiales, se anotan la fecha de inspección de los materiales revisados según la orden de compra.

Se verifica, utilizando la procura, que las características del material entregado por el proveedor coincidan con los requerimientos realizados. Si los materiales son suministrados por el cliente final, esta actividad se limita a los requerimientos del cliente..

Se verifica la documentación entregada por el proveedor, entre otros, correspondan al material y cumplan con los requisitos establecidos por las especificaciones técnicas o normativas.

Todas las observaciones encontradas se registran en el Protocolo de Inspección de Materiales.

Si la inspección es conforma, el supervisor autoriza la liberación de los materiales. En caso contrario, se comunican las observaciones el departamento de Almacén, para que tome las medidas correspondientes y se emite un informe detallando las observaciones encontradas en los materiales.



*Figura 12. Tubos de 10" ingresados a planta para la fabricación de los equipos Hydrofloat y Crossflow*



*Figura 13. Perfiles W ingresados a planta para la fabricación de los equipos Hydrofloat y Crossflow*

Luego de realizar la inspección de materiales se procede con realizar un reporte donde se registran los materiales inspeccionados y el estado en el que se encuentran para poder proceder a la siguiente actividad de fabricación.

Registro de inspección de materiales formato IMCO Servicios.

1. Datos generales													
Proyecto: Fabricación de Equipos Hydrofloat y Crossflow Proyecto CPF Quellaveco							N° registro: 005						
Cliente: ERIEZ FLOTATION DIVISION							Orden de compra u OTI: OTI - 2100052						
Lugar de inspección: Taller IMCO Servicios S.A.C.							Fecha: Realizado por:						
2. Inspección					3. Trazabilidad								
Item	Descripción	Cant.	Proveedor	N° Certificado de calidad	N° colada, batch	Lista de Partes				Código de Trazabilidad		Descripción de plano	Identificación de Pieza / ensamble
						ID.	Código	ID.	Código	ID	Código		
18	PLANCHA ESTRUCTURAL 50 mm	1	MIROMIN	0176015682020 B034291	501230062	58	52Cpl-35			58	Δ-05-03	IMC-OTI2100052-CF-EN-001	CROSSFLOW SEPRATOR ENSAMBLE / 52CEN-6
19-A	PLANCHA ESTRUCTURAL 12.7 mm	3	Pd.metalos	POCUSEV12.7E6	2016210	59	52Cpl-36			59	Δ-03-04	IMC-OTI2100052-CF-EN-001	CROSSFLOW SEPRATOR ENSAMBLE / 52CEN-6
19-B	PLANCHA ESTRUCTURAL 12.7 mm	1	MIROMIN	210305201051	21300140C	60	52Cpl-37			60	Δ-03-01		
20	PLANCHA ESTRUCTURAL 3 mm	1	TUBISA	21-201802260557	2301703	70	52Cib-2			70	Δ-02-02	IMC-OTI2100052-CF-EN-001	CROSSFLOW SEPRATOR ENSAMBLE / 52CEN-6
21	TUBO Ø 6" XS	1	TUBISA	VL60-HJL0212	766901	65	52Cpl-97			65	Δ-09-01	IMC-OTI2100052-CF-EN-001	CROSSFLOW SEPRATOR ENSAMBLE / 52CEN-6
4. Comentarios: 3340-CF-101/1- UPPER BOX / LAUNDERS SECTION													
5. Revisión y/o aprobación: Nombre y firma: Alvaro Villalta, CARLOS CHUCO INSPECTOR DE CALIDAD													
6. Revisión y/o aprobación: Nombre y firma: Alvaro Villalta, CARLOS CHUCO INSPECTOR DE CALIDAD													

Figura 14. Registro de inspección de materiales formato IMCO Servicios  
Fuente: Archivo de calidad proyecto «Fabricación de equipos Hydrofloat y Crossflow»

#### 4.3.2.3. Procedimiento de inspección de fabricación

##### Inspección de fabricación

Sin procedimiento	Con procedimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se realizan controles en el proceso de manufactura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificación de materiales (perfiles de acero, planchas de acero, accesorio, dimensiones, tolerancias)</li> <li>Tolerancias dimensionales</li> <li>Verificación dimensional previo al arranque del proceso de soldadura</li> <li>Verificación del procedimiento de soldadura</li> <li>Verificación de calificación de soldadores</li> <li>Ensayos NDT (ensayos no destructivos)</li> <li>Verificar el cumplimiento del procedimiento de inspección</li> </ul>

#### 4.3.2.4. Inspección de fabricación

Para el proceso productivo de equipos de minería, se implementan rutinas de control de calidad en todos los trabajos, abarcando desde la aprobación de soldadores hasta el pre ensamble de elementos fabricados.

Estas rutinas permiten prever y definir las acciones directamente relacionadas con la calidad en la manufactura y montaje de elementos metálicos, se tienen:

#### **Normativas y estándares en Mención**

- NTP ISO 9001:2008, Sistemas de Gestión de Calidad
- Manual de calidad de IMCO Servicios S. A. C.
- AISC American Institute Of Steel Construction
- ASTM (American Society For Testing And Materials)
- API 650, AWS D1.1
- Programa de Prevención de Riesgos y Gestión Ambiental de IMCO Servicios
- Planos y especificaciones técnicas (alcances) del proyecto entregados por el cliente.

#### ***A. Tolerancia dimensional de los perfiles***

Son los límites admisibles establecidos para la elaboración de estructuras de acero. Los lineamientos a controlar se fundamentan en el Código de Prácticas Normalizadas para Edificios y Puentes de Acero de la AISC «American Institute of Steel Construction» como, por ejemplo:

- Extremos fuera de Angulo
- Desviación del alma
- Rectitud perpendicular y adyacente, etc.
- Distancias
- Equidistancias
- Curvatura de las alas

#### ***B. Verificación dimensional***

Es la verificación dimensional de los siguientes parámetros:

- distancia y altura de los elementos
- espesor y ángulos de los perfiles de acero
- verificación del diámetro de barras de acero

#### ***C. Verificación de procedimiento de calificación de soldadura***

Aprobación de las pruebas de soldadura preparadas, ejecutadas y evaluadas conforme a los requisitos del código AWS.D1.1 - 2008.

#### ***D. Homologación de soldadores***

Aprobación con los requerimientos para que un soldador esté capacitado para realizar tareas de soldadura en estructuras de acero, de acuerdo con los procedimientos de calificación de soldadores.

#### ***E. Tintes penetrantes, ultrasonido, RT***

Ensayo realizado al cordón de soldadura para determinar el porcentaje de porosidad y aligeramiento de la soldadura. El porcentaje de inspección mediante este ensayo será de 100 % de las juntas soldadas de las estructuras principales. Las pruebas de ultrasonido y gammagrafía serán de acuerdo con las especificaciones y al alcance de cada trabajo.

#### ***F. Responsable de Área de Control de la Calidad (QA/QC)***

- Controlar la ejecución correcta del presente procedimiento.
- Asegurar que todas las tareas de fabricación y pre montaje en planta cumplan con los procedimientos aprobados
- Realizar el seguimiento e inspección visual de las soldaduras y garantizar la ejecución de las actividades según los procedimientos.
- Comprobar la aplicación del procedimiento de calificación de soldadura y revisar los certificados de calificación de soldadores.
- Comprobar la ejecución de los trabajos antes, durante y después de su realización.



***Figura 15. Inspección de la preparación de junta***



*Figura 16. Verificación de la parte ensamblada antes de ser soldada*



*Figura 17. Verificación durante el proceso de soldadura*



*Figura 18. Ejecución de las pruebas NDT (líquidos penetrantes) durante el proceso de armado*

#### 4.3.2.5. Procedimiento de inspección de soldadura y control dimensional

**Tabla 2. Verificación de soldadura y control dimensional**

<b>Inspección de soldadura y control dimensional</b>	
<b>Sin procedimiento</b>	<b>Con procedimiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza la inspección de la soldadura al finalizar el soldeo.</li> <li>• Se realiza el control dimensional en el elemento ya terminado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de los parámetros de soldadura antes de iniciar el proceso.</li> <li>• Verificar que el soldador cuente con la calificación adecuada para el tipo de soldadura.</li> <li>• Verificar el procedimiento de soldadura que se va a aplicar según el proceso.</li> <li>• Verificar que la preparación de las juntas por soldar sean las adecuadas según el procedimiento.</li> <li>• Realizar los ensayos NDT (ensayos no destructivos si son requeridos por el cliente).</li> <li>• Verificar la limpieza al finalizar el trabajo de soldadura.</li> <li>• Realizar la verificación dimensional de los elementos terminados.</li> </ul>

#### 4.3.2.6. Verificación de soldadura y control dimensional

Establecer los lineamientos para la inspección de soldadura, así como, de control dimensional final en estructuras, equipos, recipientes y tuberías, que garantice la ejecución de los trabajos manteniendo la calidad.

### **Normativas y estándares en Mención**

- Norma Internacional ISO 9000:2015
- ASME V; Ed 2019
- ASME VIII, Div 1, Ed 2019
- ASNT-SNT-TC-1A, Ed 2020
- ISO 13920; Ed 2017
- API 650 13 TH
- Planos de fabricación aprobados

#### ***A. Inspección visual***

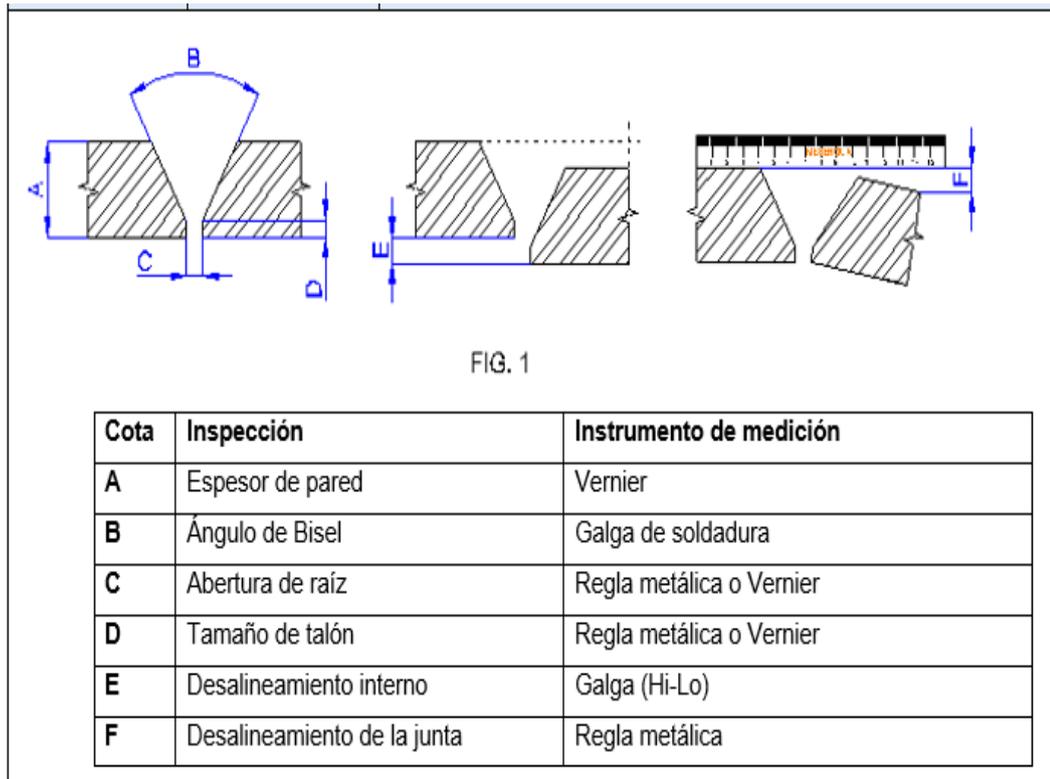
La inspección visual se realizará de conforme al Programa de Inspección y Pruebas (ITP) o según los requerimientos del cliente.

Las soldaduras serán inspeccionadas visualmente según los planos, normas y estándares aplicables.

Una vez preparadas las partes a soldar, se realizará una verificación aleatoria, únicamente si así lo coordina el cliente.

#### ***B. Acondicionamiento de la junta***

Se muestra el siguiente esquema para la verificación de variables en el diseño de juntas.



**Figura 19. Preparación de la junta**

**C. Criterio para el cumplimiento de la inspección visual**

La verificación de las juntas soldadas se llevará a cabo según el cumplimiento de los criterios de aceptación de los normas y estándares que se muestran a continuación:

- Códigos de soldadura según la especificación
- Planos aprobados.
- Procedimientos de soldadura aprobados (WPS)
- Homologación de los soldadores (PQR),

**D. Control dimensional después del proceso de soldadura**

- Control dimensional: Se llevará a cabo después de completar la inspección visual de las soldaduras.
- Herramientas de medición: Se utilizarán instrumentos y dispositivos de medición que deben de estar debidamente calibrados.
- Verificación de medidas: Las dimensiones especificadas se verifican para garantizar que estén de acuerdo con las representaciones teóricas mostradas en los planos aprobados o estén dentro de las dimensiones permitidas.

Todas las observaciones y resultados obtenidos se registran en el formato **Registro de Inspección de soldadura y dimensional final FOR-02**.



Figura 20. Seguimiento del equipo luego de la liberación en negro (antes de pintar)

1. DATOS GENERALES												Fecha	06/02/2021									
Proyecto												Registro N°	C.C.J									
Fabricación de Equipos Hydrofloat y Crossflow Proyecto CPF Quellaveco												Orden de Compra	071.2102052									
Cliente												Plano de Referencia	HC-071210555-CP-EN-002@008									
ERIEZ FLOTATION DIVISION												Realizado por	A. Vilalta									
Lugar de Inspección												Taller IMCO Servicios S.A.C										
Fecha de Inspección												11/10/21										
2. ESPECIFICACIONES												Elemento / Pieza	3300-CP-108									
Tipo de Material												ASTM A36 / A51 / A105										
Procedimiento												PRO-11 REV.0										
Estandar de Referencia												GENERAL NOTES 22034310										
Criterio de Aceptación												GENERAL NOTES 220343 STD-101 Rev.2										
3. INSPECCION VISUAL Y CONTROL DE DEFECTOS DE SOLDADURA												4. LEYENDA										
N°	Identificación	Elemento	Junta Soldada	Fecha	Tipo de Junta	Codigo Soldador/ Operador	WPS	Defectos	Acciones	Resultado	Observaciones	DEFECTOS DE SOLDADURA										
												Fraen	F	Concavidad	C							
1	SCEN-6	JH1	18/10/21	TD	W-117	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-	Falta de penetración	FP	H4a	HL							
		JH2	18/10/21	TD	W-117	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-	Exceso de penetración	EP	H4a	HL							
		JH3	18/10/21	TD	W-117	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-	Sobrespesor en refuerzo	SR	Camb. de perfil	CD							
		JH4	21/10/21	TD	W-181	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-	Porosidad Aislada	P	Galpas de Arca	GA							
		JH5	21/10/21	E	W-135	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-	Porosidad Agrupada	PA	Otra								
		JH6	18/10/21	E	W-135	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-											
		JH7	18/10/21	E	W-135	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-											
		JH8	21/10/21	E	W-135	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-											
		JH9	21/10/21	E	W-135	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-											
		JH10	21/10/21	T	W-181	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-											
		JH11	19/10/21	T	W-181	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-											
		JH12	19/10/21	E	W-181	IMCO IS-051702-18	-	-	OK	-	-											
5. CONTROL DIMENSIONAL												RESULTADO										
N°	Codigo/Elemento	Medidas	A	B	C	D	E	F	Resultado	N°	Codigo/Elemento	Medidas	Zc	Zd	Ze	Zf	Zg	Zh	Zi	Zj	Resultado	
																						Observaciones
1	SCEN-6	Nominal	532	4267	2851	2134	1746.5	387				Nominal	1883	151	16	12	130	14				
		Diferencia	+2	+1	+2	-1	-1	C	OK				Diferencia	-2	0	0	0	+1	0			
	Codigo/Elemento	Nominal	3800	805	1023	273	1369	1518				Nominal	90	150	140	-	-	-	-	-	-	
		Diferencia	-2	+1	-1	0	-1	-1	OK				Diferencia	-1	-1	0	-	-	-	-	-	-
	Codigo/Elemento	Nominal	508	4267	431	844	2291	324				Nominal										
		Diferencia	0	-2	+1	+1	+2	0	OK				Diferencia									
	Codigo/Elemento	Nominal	324	3392	2400	2400	305	1216				Nominal										
		Diferencia	0	-2	+1	+2	0	-2	OK				Diferencia									
	Codigo/Elemento	Nominal	137	844	1075	809	1216	300				Nominal										
		Diferencia	0	-1	-2	0	+1	0	OK				Diferencia									
6. APROBACION																						

Figura 21. Registro de inspección de soldadura y dimensional final  
Fuente: Archivo de Calidad proyecto «Fabricación de equipos Hydrofloat y Crossflow»

#### 4.3.2.7. Procedimiento de inspección de preparación de superficie para el recubrimiento

**Tabla 3. Inspección de preparación de la superficie**

<b>Inspección de preparación de superficie</b>	
<b>Sin procedimiento</b>	<b>Con procedimiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza la preparación de superficie de forma tradicional aplicando granalla a presión contra los metales para conseguir rugosidad (sin tomar medidas correspondientes para optimizar el proceso).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aplica la granalla de forma directa contra los metales para obtener rugosidad controlando los parámetros.</li> <li>• Perfil de anclaje</li> <li>• Limpieza previa del equipo</li> <li>• Realizar un spot de medidas</li> <li>• Aplicación de la especificación para la preparación de superficie</li> <li>• Medición de la temperatura de superficie</li> <li>• Medición de las condiciones ambientales</li> <li>• Verificar el punto de rocío adecuado</li> <li>• Utilizar una probeta para realizar los ensayos correspondientes</li> </ul>

#### 4.3.2.8. Inspección de preparación de superficie

Este procedimiento establece las condiciones mínimas para la verificación y el registro de la preparación de la superficie y el perfil de anclaje de estructuras metálicas, de acuerdo con las especificaciones del cliente.

Es aplicable a todas las verificaciones de la preparación de superficie y la verificación del perfil de anclaje para los proyectos de los clientes de IMCO S. A. C.

#### Normativa y estándares en Mención

- Planes de Calidad o ITP aplicables al proyecto
- Secciones aplicables al proyecto de los siguientes códigos o normas
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- SSPC – The Society for Protecting Coating
- ISO – International Organization for Standardization
- NACE – National Association of Corrosion Engineers
- SSPC-Guide

#### 4.3.2.9. Definiciones

- a) **Perfil de anclaje:** El perfil irregular formado por picos y valles en una superficie desnuda, que puede resultar de las operaciones de limpieza con chorro abrasivo o con herramientas mecánicas.

- b) **Limpieza previa:** Es la tarea de verificar las superficies en busca de contaminantes antes de empezar con la preparación del sustrato. La limpieza previa consiste en eliminar todo el aceite visible, grasa, suciedad y otros contaminantes solubles de las superficies.
- c) **Spot:** Promedio de 3 lecturas en un círculo de 1.5” de diámetro.
- d) **Especificación:** Este apartado aborda las consideraciones necesarias para el pintado de superficies, teniendo en cuenta todos los factores que garantizan una protección duradera. Cada proyecto incluye especificaciones que rigen la ejecución de trabajos de preparación de superficies, pintado y las evaluaciones que se llevarán a cabo en las superficies pintadas.
- e) **Temperatura de superficie:** Temperatura a la cual se encuentra el sustrato.
- f) **Punto de rocío:** Temperatura en la cual debe enfriar el aire para que el vapor de agua sobre una superficie metálica.
- g) **Probeta:** Plancha testigo de 0.3m x 0.3 m x 0.06 m; preparada y recubierta con el sistema de pintado especificado y durante el desarrollo de aplicación de pintura en las estructuras o superficies pintadas.

### **Descripción del procedimiento**

#### **Antes de la limpieza por chorro abrasivo**

##### ***A. Área de acero nuevo o sin pintar***

Se revisará y evaluará la presencia de defectos de laminación del material, corrosión en el acero, así como contaminantes aceites y grasas.

El estado superficial del sustrato será determinado de acuerdo con las referencias fotográficas del estándar SSPC VIS1.

##### ***B. Superficies con recubrimiento existente***

Se evaluará si se puede pintar sobre el recubrimiento existente aplicando la siguiente técnica.

«Aplicar la pintura a utilizar en una pequeña área y observar si es que se presentase arrugas en un tiempo aproximado de 30 min. Si es que no hubiera arrugas o la pintura no se desprendiera de la superficie, se procederá a realizar prueba de adherencia por corte en X y cinta adhesiva según ASTM D3359 y con esto verificar la compatibilidad entre la capa antigua y la nueva».

##### ***C. Otras superficies***

Se determinará si las superficies son de aluminio, zinc o galvanizado y se evaluará la presencia de corrosión. También se determinará las áreas de difícil acceso, defectos de diseño

y fabricación, soldadura discontinua-salpicaduras, zonas que no se recubrirán, metales disimiles, bordes-filos cortantes, áreas roscadas, daños en el material, etc.

Las condiciones ambientales deben cumplir con la norma ASTM E337, asegurando que la humedad no exceda lo recomendado por el fabricante de pintura y que la diferencia entre la temperatura del material y la temperatura del punto de rocío sea mayor o igual 3 °C.

Las Observaciones deben ser registrados en el protocolo de Registro de inspección de preparación superficial y aplicación de recubrimiento.

Después de la limpieza por chorro abrasivo:

Se verificará que el nivel de limpieza alcanzado en la totalidad de los elementos limpiados, utilizando los estándares NACE/SSPC. Se podrán encontrar indicaciones que pueden ser aceptables, que no afecten el nivel de limpieza

Es necesario prestar atención a las indicaciones en el área de limpieza, ya que algunas pueden estar relacionados al material o al proceso de producción.

Defectos inherentes del material:

- Tipo de material (diferentes fundiciones, proceso de fundición)
- Estado del área a limpiar
- Espesor del material
- Soldadura defectuosa
- defectos de laminado o fabricación
- Material de abrasión empleado
- Zonas afectadas por la soldadura

El material deberá estar sin contaminantes de aceite, grasa y polvo en su totalidad

La verificación del perfil de anclaje se puede emplear hasta 3 métodos, según ASTM D4417:

- Método A. Comparador visual del perfil de superficie.
- Método B. Uso de micrómetro de profundidad de perfil de superficie
- Método C. Uso de la cinta replica

Evaluación de condiciones ambientales: Se evaluarán considerando la exposición al entorno.

Comunicación de observaciones: Las indicaciones resultantes de la verificación serán comunicadas al encargado de producción, para realizar su respectiva corrección y poder aplicar la pintura.

Registro de las inspecciones realizadas: Todos los hallazgos deben registrarse en el protocolo de inspección de preparación superficial y aplicación de recubrimiento.

Almacenamiento de la información: Las evidencias y reportes de las inspecciones realizadas se deberán adjuntar al archivo de calidad.

#### 4.3.2.10. Procedimiento de inspección de aplicación de recubrimiento de pintura

**Tabla 4. Verificación de aplicación de recubrimiento de pintura**

<b>Inspección de aplicación de recubrimiento de pintura</b>	
<b>Sin procedimiento</b>	<b>Con procedimiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza la inspección de forma aleatoria en todo el lote de elementos pintados.</li> <li>• Se realiza una inspección visual para asegurar que todos los elementos estén pintados adecuadamente.</li> <li>• Se marca las imperfecciones de pintura que se encuentre para poder reparar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que la película de recubrimiento se encuentre seca al tacto duro.</li> <li>• Verificar que el equipo para medir el espesor de la película de pintura esté calibrado y operando correctamente, realizando los ajustes de calibración según el apéndice 8 de la norma SSPC-PA2.</li> <li>• Verificar que el medidor de espesor de película seca se encuentre con las baterías completamente cargadas.</li> <li>• Se debe realizar el ajuste de calibración cada vez que se realice inspección de medición de espesores y según el espesor que se quiere medir.</li> <li>• El promedio del espesor de película seca (EPS) deberá ser siempre mayor o igual al mínimo especificado. En caso de tener promedio de espesor de película seca (EPS) menor al mínimo especificado la pieza se rechazará.</li> <li>• Si durante la inspección de EPS se tiene el área con spots por debajo del mínimo especificado se procederá a determinar la magnitud del área no conforme según se describe en el presente procedimiento.</li> <li>• Las áreas no conformes con EPS fuera del mínimo especificado deberán repintarse.</li> <li>• <b>Curado:</b> en sistemas de recubrimientos que estarán bajo servicio de inmersión se verificará</li> </ul>

#### **4.3.2.11. La inspección y aplicación de recubrimiento de pintura**

Asentar los requerimientos mínimos de la inspección para poder garantizar la calidad de los productos fabricados.

##### **Normativa y estándares en Mención**

- Norma Internacional ISO 9000:2015,
- ASTM-D4752– Sociedad Estadounidense de Pruebas y materiales
- ASTM D3276 Guía estándar para la inspección de pintura
- ASTM D1640 Método de prueba estándar para secado, curado o formación de película de recubrimiento orgánico a temperatura ambiente
- ASTM D 4541 Método de prueba estándar para la resistencia al desprendimiento del recubrimiento utilizando un probador de adhesión portátil
- SSPC-Guide 12 – Guía para iluminación de proyecto de pintura industrial
- SSPC-PA1- Especificación de Aplicación de Pintura N° Italelr, Campo y mantenimiento de acero
- SSPC-PA2 Procedimiento para determinar la conformidad con los requisitos de espesor de recubrimiento seco
- ISO – International Organization for Standardization
- NACE RP0188-99 Discontinuity Testing of New Protective Coating on Conductive Substrate
- NACE RP0274-98 – Inspección Eléctrica de alto voltaje del revestimiento de tubería
- Plan de Calidad

#### **4.3.2.12. Inspección visual de la aplicación de recubrimiento de pintura**

Se realiza para asegurar que el recubrimiento aplicado esté libre de discontinuidades que afecten el desempeño en servicio del recubrimiento. Procediendo de la siguiente forma:

- Marca con tiza todos los defectos que sean señalados en la especificación del proyecto.
- Buscar en la inspección visual continuidad y uniformidad en el recubrimiento.

Marcar con tiza defectos como discontinuidad de película de recubrimiento, cráteres, *sagging*, *over spray*, piel de naranja, etc.

##### **Medición de espesores de recubrimientos**

###### **a. Alcance de medición**

Se medirán los espesores de película seca en taller o en campo, sobre sustratos de acero empleando medidores del tipo II.

Se ejecutará la medición según la norma SSPC- PA 2 (edición 2018).

**b. Consideraciones previas a la inspección**

- Comprobar que la pintura se encuentre seca al tacto duro.
- Comprobar que los dispositivos estén debidamente calibrados y operando correctamente, realizando los ajustes de calibración.
- Verificar que el medidor de EPS se encuentre con las baterías completamente cargadas.
- Se debe realizar el ajuste de calibración cada vez que se realice inspección de medición de espesores y según el espesor que se quiere medir.

**c. Del número de mediciones**

**- Inspección de superficies planas de grandes dimensiones**

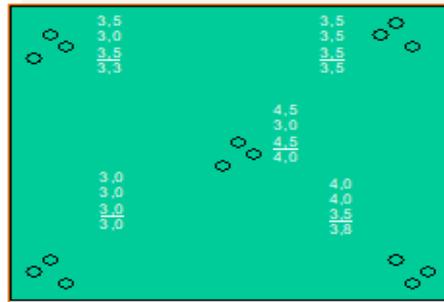
Se tomará como criterio para la inspección de tanques, celdas de flotación o equipos de grandes dimensiones que por su configuración estén fabricadas de planchas de dimensiones largas.

Método para poder realizar la medición de pintura adecuadamente:

ITEM N°	N° DE SPOTS	AREA (m2)	UBICACIÓN DEL SPOT
1	5	10	Es Aleatorio
2	15	$\leq 30$	Es Aleatorio
3	15	$>30$ y $\leq 100$	Es Aleatorio
4	5	$>100$ y $\leq 200$	Es Aleatorio

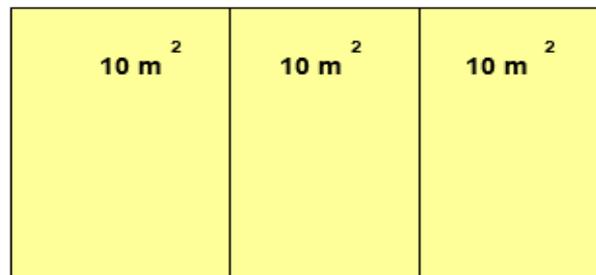
ITEM N° 1

Area =  $10m^2$



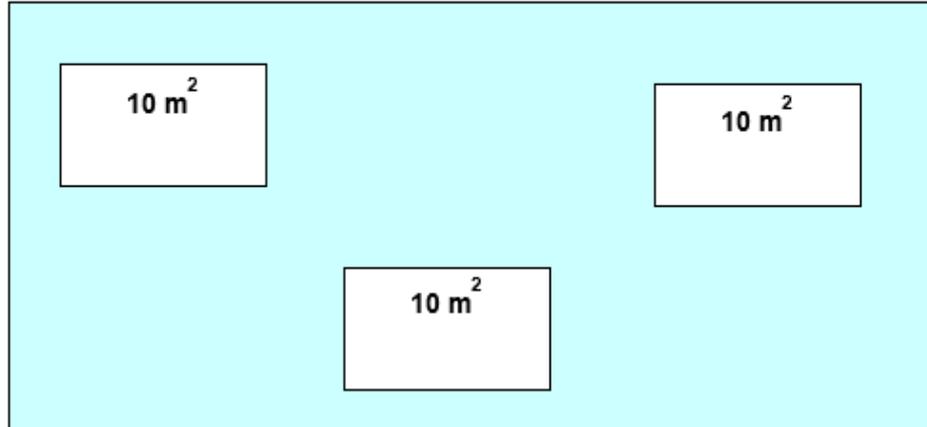
ITEM N° 2

Área  $\leq 30 m^2$



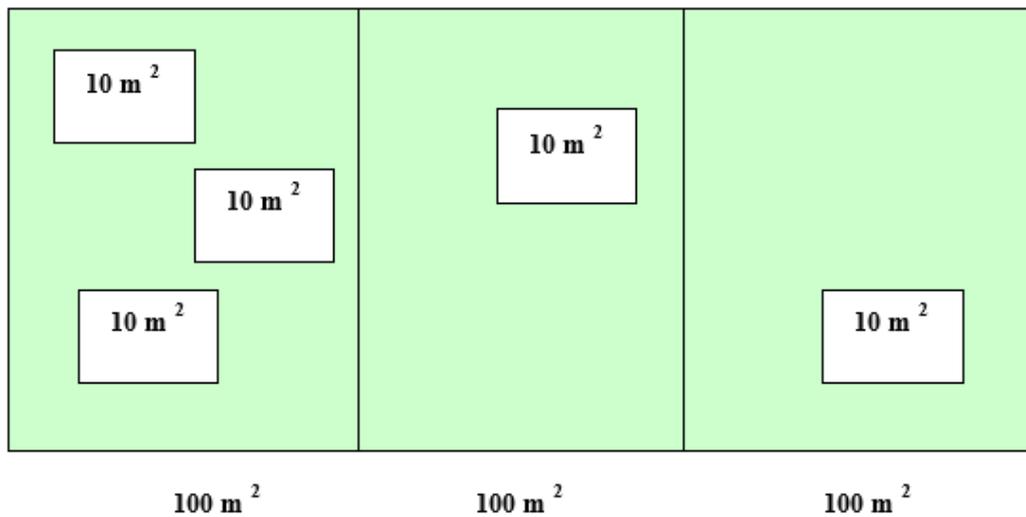
ITEM N° 3

$$30 \text{ m}^2 < \text{Área} \leq 100 \text{ m}^2$$



ITEM N° 4

$$\text{Área} > 100 \text{ y} \leq 200 \text{ m}^2$$





*Figura 22. Daños encontrados durante la inspección de pintura*



*Figura 23. Daños encontrados durante la inspección de pintura*

El equipo *Hydrofloat* ya inspeccionado se procede con su registro de recubrimiento en el cual se reporta los detalles de la pintura aplicada en los lotes y certificados de los insumos

aplicados en el proceso de pintado, se registra un promedio de los espesores encontrados en el equipo para tener una medida acorde a las especificaciones.



*Figura 24. Inspección del equipo al finalizar el curado del recubrimiento*



*Figura 25. Medida indicada en el positector según el espesor de pintura, la medida indica 7 mills*

Protocolo de inspección de preparación superficial y de aplicación de recubrimientos entregado al cliente para su conformidad y aceptación.

1. Datos Generales		Página 1 de 1													
Proyecto: Fabricación de Equipos Hydrofloat y Crossflow Proyecto CFF Quellaveco		Registro N°:													
Cliente: ERIEZ FLOTATION DIVISION		Orden de Compra: OTI 2100052													
Lugar de Inspección: Taller IMCO Services S.A.C		Plano de Referencia:													
Fecha de inspección de preparación superficial: 31-08-2021		Fecha de inspección de aplicación de recubrimiento: 31-08 al 02-09-2021													
Realizado por: E. Diaz															
2. Especificaciones															
Tipo de elemento: Plancha: <input type="checkbox"/> Perfil: <input type="checkbox"/> Laydown: <input type="checkbox"/> Tubo: <input type="checkbox"/> Otro: (%)		Tipo de sustrato: ACERO ASTM A36													
Estandar de referencia: General Notes		Citarlos de aceptación: SSPC-SP4 ANCORAS GENERAL #02													
3. Condiciones de inspección															
Tipo de abrasivo: Grista <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/>		Especificación de Sistema de recubrimientos													
Medio: 639 3530		EPS (mils)													
Condiciones ambientales: Prep. Superficial: <input type="checkbox"/> Aplic. Recubrimiento: <input type="checkbox"/>		Lote de producto													
% Humedad: ---		Resina													
Temperatura bulbo seco (°C): ---		Catalizador													
T° de sustrato: 23.0		Diluyente													
T° Punto de rocío: ---		Espesor total													
		1.2 1F													
4. Instrumentos de medición															
Equipo: Micrometro Múltiplo		Código: 572 461													
Fecha calibración: 09.02.2021		Equipo: Medidor de Espesores													
Código: 414774		Fecha calibración: 15.03.2021													
Observaciones:															
5. Inspección															
N°	Código / Descripción del elemento	Inspección de preparación superficial			Inspección de aplicación de recubrimiento					Determinación de perfil de anclaje					
		Defectos	Acciones	Resultado	Capa	Espesor de película seca (mils)					Método:	Perfil de anclaje			
1	3340-HF-103	-	-	OK	01	7.0	6.7	5.8	6.9	7.6					
2						8.2	6.2	7.0	6.8	6.7					
3						7.0	6.4	6.9	7.6	6.8	6.9	DI	Reproband	OK	
4															
5					02	14.7	13.2	15.6	14.0	13.7					
6						15.6	14.0	13.8	14.2	13.2					
7						14.6	14.3	13.9	15.7	14.6	14.5	-	-	OK	
8															
9					03	16.2	17.0	15.6	14.9	16.6					
10						18.7	16.2	17.0	17.6	18.3					
11						16.7	17.6	16.8	17.3	17.0	16.7	-	-	OK	
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
6. Observaciones				<p>(1) Previa aplicación de cada capa de pintura se realizó un lapido previo general.</p> <p>(2) Descapamientos de pintura en primera capa (Áreas puntuales) por efectos de fisuras en zonas acortadas las cuales fueron eliminadas mediante lapido.</p> <p>(3) Se realizó stripp coat por cada capa aplicada.</p>											
7. Aprobación				<p>Nombre: <i>[Firma]</i> Nombre: <i>[Firma]</i> Nombre: <i>[Firma]</i> Nombre: <i>[Firma]</i></p> <p>ERIEZ FLOTATION</p> <p>Reviewed</p>											

Figura 26. Registro de inspección de preparación superficial y de aplicación de recubrimientos  
Fuente: Archivo de Calidad proyecto «Fabricación de equipos Hydrofloat y Crossflow»

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Resultados finales de las actividades realizadas**

El producto final se ve reflejado en la calidad de los equipos, realizando los controles durante cada etapa del proceso de fabricación, la coordinación con cada área involucrada y el uso de las normativas y estándares para cada liberación en su debido proceso.

Se controló, verificó y plasmó en un registro cada etapa de fabricación para obtener un producto de calidad.

#### **5.2. Logros alcanzados**

Al finalizar el proceso de «Fabricación de equipos *Hydrofloat* y *Crossflow* Proyecto CPF Quellaveco» del cliente *Eriez Flotation División Perú*. Los logros se ven reflejados en el producto terminado.

Así mismo, se logró la presentación del archivo de calidad debido al excelente desempeño de la gestión e inspección de acuerdo con las especificaciones del cliente.

- Se mejoró la calidad de los equipos, capacitando mediante charlas informativas, coordinación con los operadores y levantamiento de las observaciones cumpliendo con las normas y asegurando la fabricación desde el armado bajo estándares internacionales y según las especificaciones del cliente.
- Se minimizaron los reprocesos de la fabricación, debido a que se controló y verificó la fabricación en cada etapa del proceso, seguimiento continuo durante todo el proceso.

- Se logró mejorar cada etapa de fabricación al implementar procedimientos de inspección en cada etapa para poder controlar el proceso: inspección de materiales, inspección armado, inspección soldadura, inspección preparación superficial y la inspección de pintura.
- Se recolectó toda la información de las inspecciones realizadas durante la fabricación, estos fueron adjuntados en el archivo de calidad para entregarlo al cliente y a su vez sea revisado y aprobado para su entrega final.

### **5.3. Dificultades encontradas**

Las fabricaciones de los equipos presentaron dificultades, las que se fueron resolviendo conforme se desarrollaba el proyecto, logrando así la mejora en el proceso de fabricación

- Falta de conocimiento de las normativa y estándares que se aplica a la manufactura de los equipos de minería.
- Desorden en el proceso de fabricación, no se tenía un procedimiento adecuado para el desarrollo de la fabricación.
- Corrección de observaciones.
- Coordinación en el proceso de fabricación y las liberaciones por etapas de proceso.

### **5.4. Planteamiento de mejoras**

#### **5.4.1. Propuesta de Metodología**

Durante proceso de fabricación de los equipos de minería *Hydrofloat* y *Crossflow*. Se lograron encontrar varios puntos para mejorar desde la capacitación hasta la implementación de procedimientos que aportan al proceso de fabricación.

- Conocimiento general de las normas y estándares a los operadores encargados de la fabricación de los equipos de minería *Hydrofloat* y *Crossflow*.
- Actualización diaria del avance del proyecto a los operadores encargados de la fabricación.
- Realizar controles de verificación en el desarrollo de fabricación de los equipos.
- Trabajar en equipo con las diferentes áreas encargadas del proyecto.
- Recolectar toda la información de cada inspección.

#### **5.4.2. Descripción de la implementación**

La ejecución de métodos nuevos al proceso de fabricación es un proceso que está iniciando y requiere una colaboración entre todas las áreas implicadas en la fabricación de los equipos mineros.

- Se realizaron capacitaciones diarias de 30 min. antes de inicio de trabajo para poder reforzar los métodos de armado de las tolerancias admitidas, se realizó asesoría a los operadores encargados de la fabricación.
- Se realizó la inspección de los equipos en cada etapa del proceso de fabricación, indicando si estaba dentro de las tolerancias para poder continuar con el proceso y de haber alguna observación se tendría que corregir antes de continuar con el proceso.
- Se implementó un procedimiento para cada etapa: método de verificación de materiales, procedimientos de verificación de armado, método de verificación de soldadura, procedimiento de inspección de preparación superficial, método de inspección de pintura.
- Después de cada inspección realizada se recolectó toda la información obtenida en registros, durante en el proceso de fabricación se generó un registro el cual contiene los puntos revisados, las observaciones encontradas, número de elementos, códigos de elementos, etc.

### **5.5. Análisis**

Durante el proceso de fabricación de los equipos de minería, se encontraron puntos de mejora que se pueden aprovechar y obtener un resultado mejor y más eficiente.

- Al inicio del proceso se encontró problemas en el personal que se encargaría de fabricar los equipos, se les entregaba solo los planos de fabricación más no las normas y tolerancias que aplicaba para dicho proyecto.
- Al ser un proceso nuevo, muchos de los colaboradores en este proyecto tenían dudas y consultas para realizar su trabajo, se perdía demasiado tiempo en explicar a uno por uno y repetir el mismo proceso que se tenía que seguir.
- Se observó que había muchos problemas en el proceso de fabricación al no tener un procedimiento establecido, el cual se tenía que estandarizar para todos los involucrados en la fabricación.
- Al trabajar las diferentes áreas involucradas en el proyecto se logró ver una coordinación que con el tiempo puede mejorar y perfeccionar este método de trabajo de controlar la fabricación durante el proceso y no esperar al final para realizar las inspecciones.

### **5.6. Aporte del bachiller en la empresa**

- Se implementó capacitaciones diarias de 30 minutos antes de inicio de trabajo para poder reforzar los métodos de armado, las tolerancias admitidas, se realizó asesoría a los operadores encargados de la fabricación
- Se realizó la inspección de los equipos en el desarrollo de la fabricación, según los estándares ASTM, API, ASME, AWS, AISC, ISO; verificando si se encuentra dentro de

las tolerancias para poder continuar con el proceso, en caso se encuentre alguna observación, se tendría que corregir antes de continuar con el proceso.

- Se implementó un procedimiento para cada etapa: procedimiento de inspección de materiales, según estándares ASTM, API 5L, ANSI, métodos de verificación de armado, método de verificación de soldadura, según los códigos de soldadura AWS, ASME; método de verificación de preparación superficial según las guías SPCC y estándar ASTM, procedimiento de inspección de recubrimiento de pintura según las guías SPCC y estándar ASTM.
- Después de cada inspección realizada se recolectó toda la información obtenida y se plasmó en registros, durante en el proceso de fabricación se generó un registro el cual contiene los puntos revisados, las observaciones encontradas, número de elementos, códigos de elementos, etc.

## CONCLUSIONES

El control de calidad en el desarrollo de la fabricación de equipos de minería en IMCO Servicios garantizó la seguridad, eficacia y durabilidad de los equipos que son utilizados en la industria minera, debido a un mayor control de calidad aplicando los estándares y procedimientos rigurosos de la tecnología de punta para lograr un método de control de calidad efectivo y aumentar los resultados de las operaciones mineras.

La ejecución de la normativa y estándares implementados es crucial para la industria minera en el Perú. El control durante la fabricación de cada etapa de los equipos mineros asegura la confiabilidad de los elementos y que estos cumplan con los requerimientos legales y de calidad, evitando sanciones y mejorando la reputación de las empresas en el mercado.

Llevar un seguimiento de calidad en el desarrollo de la fabricación, estableciendo los procedimientos de inspección con estándares en cada etapa del proceso, contribuye a la seguridad y reducción de riesgos de accidentes y lesiones en el trabajo. Además, aumenta la eficiencia operativa al garantizar que los equipos estén diseñados y fabricados para funcionar de manera óptima, maximizando la productividad de las operaciones mineras.

En cada etapa del proceso de fabricación es muy importante porque se adaptó un registro de inspección que valida la calidad del producto reduciendo los costos y evitando corregir fallas que se presentaban a lo largo del proceso de fabricación, reparaciones costosas o reemplazos prematuros de equipos, esto se traduce en importantes ahorros para la empresa.

## **RECOMENDACIONES**

Toda empresa debe desarrollar estándares de calidad específicos para la elaboración de equipos mineros. El grupo IMCO Servicios debe basarse en normas reconocidas internacionalmente y adaptarse a las condiciones y requisitos del cliente.

Realizar capacitaciones continuas a los colaboradores que trabajan en la empresa sobre temas relacionados con el control de calidad en la fabricación de equipos mineros. Es decir, concientizar al personal de las normas y reglamentos, utilizar métodos de control de calidad y estar al tanto de los procesos críticos que puedan tener un impacto en la calidad del equipo.

Para garantizar una gestión eficaz en el proceso de fabricación y un enfoque sistemático del control de calidad se necesita ser monitoreados y evaluados con frecuencia para encontrar áreas que podrían mejorar. según el procedimiento de gestión de la calidad basados en normas reconocidas, como la ISO 9001.

Realizar controles y pruebas exhaustivas en cada etapa del proceso de fabricación. Esto incluye la verificación en la calidad de los productos básicos, el seguimiento del proceso de producción, y llevar a cabo las pruebas funcionales y de rendimiento en el equipo terminado. La ejecución de las inspecciones y pruebas debe estar a cargo de personal calificado utilizando tecnología de punta.

El control de calidad se conoce como mejora continua. Esto incluye identificando áreas de mejora, recopilar y analizar datos que ayuden a la toma de decisiones preventivas para evitar problemas recurrentes. Fomentar la colaboración activa de todo personal involucrado en la identificación de mejoras y la ejecución de soluciones.

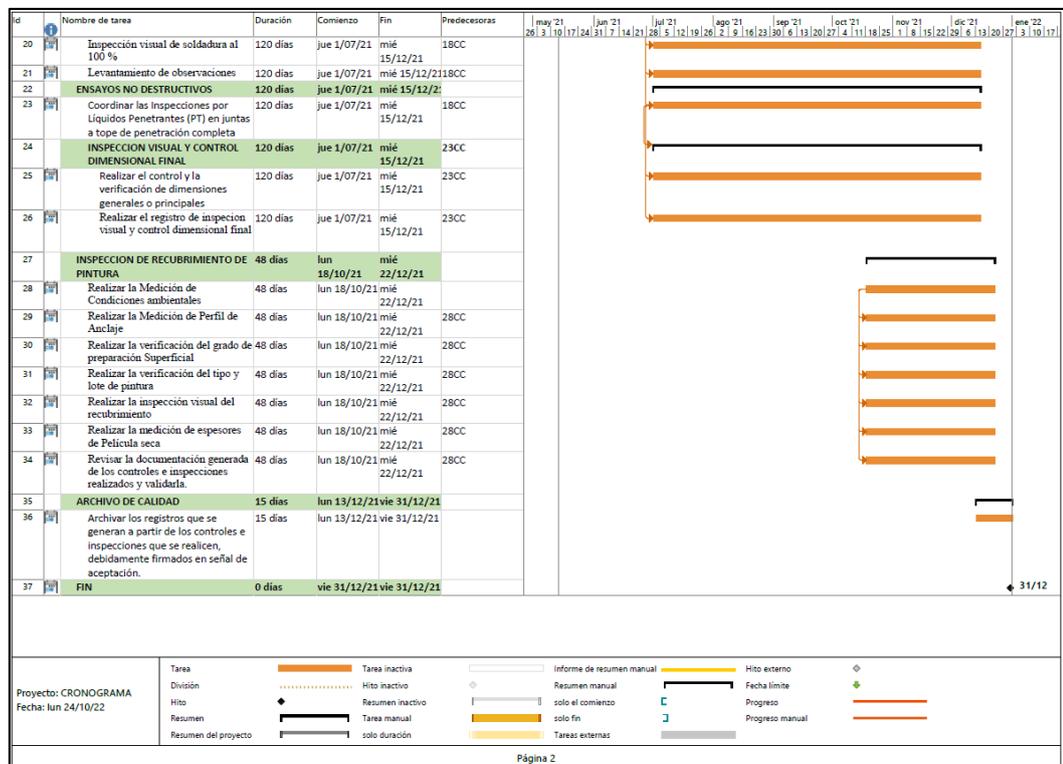
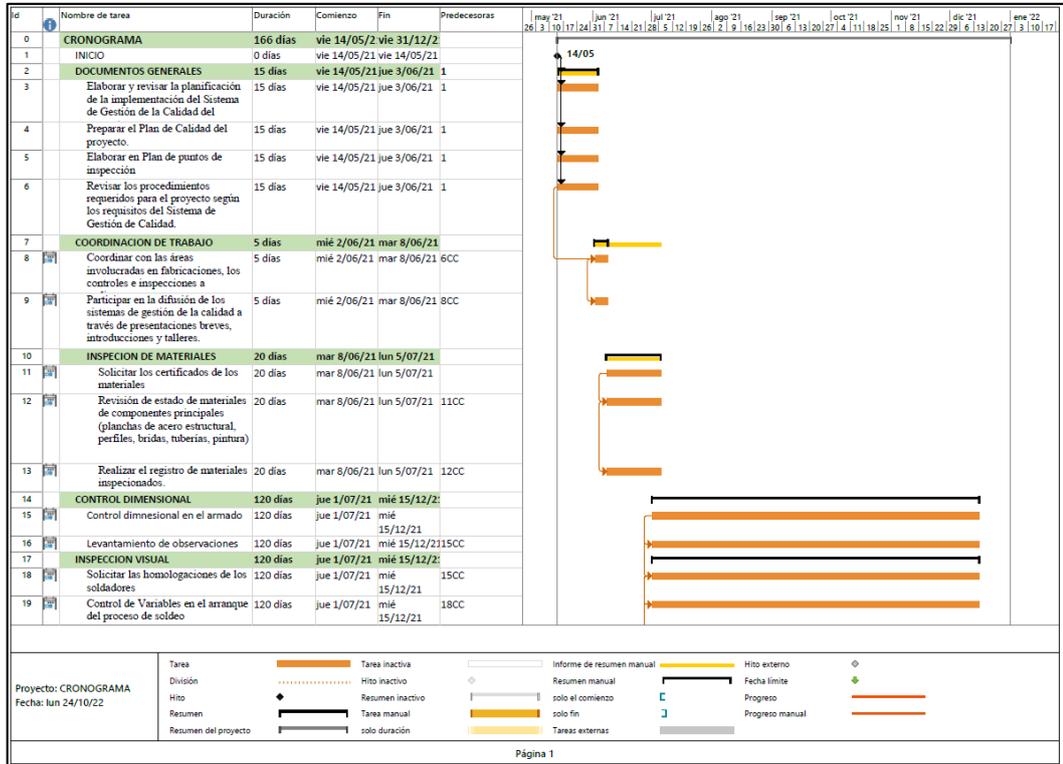
Fomentar la participación activa y la comunicación efectivas entre las empresas mineras, las organizaciones gubernamentales y los fabricantes de equipos mineros. Incluye intercambiar buenas prácticas, intercambiar información sobre normas y estándares, y cooperar para aumentar la calidad de la industria.

## REFERENCIAS

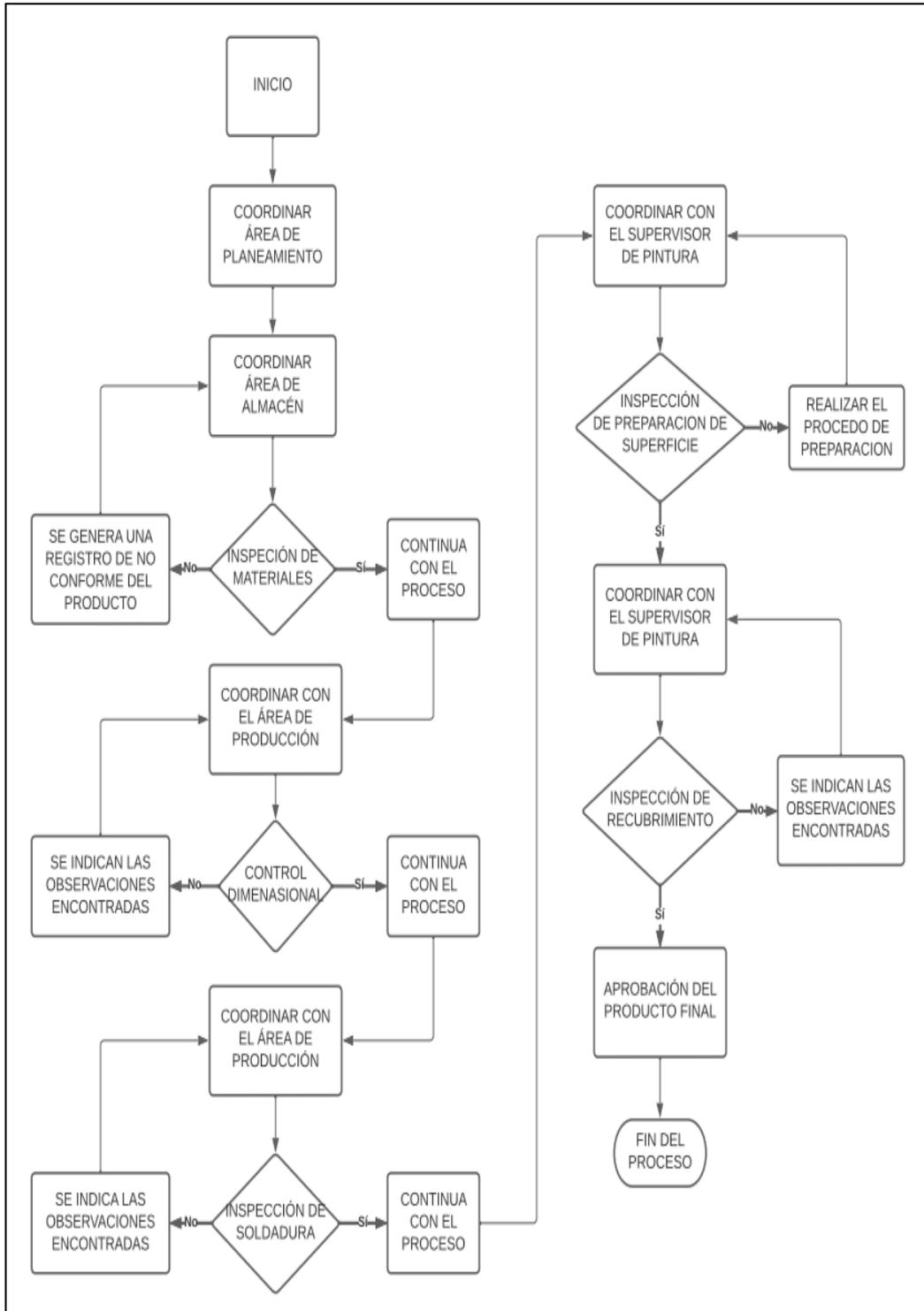
1. **IMCO Servicios S. A. C. ISSUU. ISSUU.** [En línea] Brochure Corporativo IMCO Servicios SAC, 14 de mayo de 2021. [Citado el: 14 de mayo de 2021.] [https://issuu.com/imcoservicioss.a.c/docs/brochure\\_corporativo\\_\\_imco\\_2021..](https://issuu.com/imcoservicioss.a.c/docs/brochure_corporativo__imco_2021..) ISSN.
2. **I\_\_\_.** *Plan de Calidad.* Arequipa : IMCO Servicios, 2021.
3. **ISO/TC 176/SC 2.** Gestión de la calidad -Directrices para los planes de la calidad. *ISO.ORG.* [En línea] junio de 2018. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:10005:ed-3:v1:es>.
4. **ASTM Subcomite A01.02 .** ASTM - American Society for Testing and Materials. [aut. libro] Sathaban Kanphaet Phaen Thai Krom Kanphaet Krasuang Satharanasuk. *Especificación estándar para acero estructural al carbono.* West Conshohocken, Pensilvania, Estados Unidos : ASTM Internacional, 1997.
5. **AWS D1.1 .** Structural welding code steel. [aut. libro] An American National Standard. *AWS D1.1/D1.1M:2015 Soldadura estructural CodeSteel.* Estados Unidos de América : AWS, 2015.
6. **Sociedad Americana de Prueba de Materiales.** Determinación del cumplimiento DFT. [aut. libro] Sociedad Americana de Prueba de Materiales. *Estándares de inspección de recubrimientos protectores de ASTM para aplicaciones de campo y taller.* Estados Unidos de América : ASTM, 1998.
7. **650, API Standard.** Dispositivos de alivio de presión: código ASME y API simplificado. [aut. libro] Mohammad A. Malek. *Dispositivos de alivio de presión: código ASME y API simplificado.* Estados Unidos de América : McGraw-Hill, 2006.
8. **HOULE, Michael J. y Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.** *ASME sección IX. Calificaciones de soldadura.* Canadá : Pub Casti, 1998. 1486-7141.

## **ANEXOS**

# Anexo 1. Cronograma de las tareas por el área de control de calidad de IMCO Servicios



**Anexo 2.** Diagrama de flujo de las tareas realizadas por Control de Calidad



**Anexo 3. Procedimiento de Soldadura según la AWS D1.1 Ed.2020**

**WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes**  
**PREQUALIFIED  QUALIFIED BY TESTING**  
**or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes**

Company Name IMCO SERVICIOS SAC. Identification # IMCO IS-061031-20  
Welding Process(es) FCAW-G Revision 00 Date 10/06/2020 By A. TURPO  
Supporting PQR No.(s) PREQUALIFIED Authorized by M. CABANILLAS C. Date 10/06/2020  
Type—Manual \_\_\_\_\_ Semi-Automatic   
Machine \_\_\_\_\_ Automatic \_\_\_\_\_

**JOINT DESIGN USED**  
Type: **Butt Joint, Corner Joint and T Joint**  
Single  Double Weld \_\_\_\_\_  
Backing: Yes \_\_\_\_\_ No   
Backing Material: N.A.  
Root Opening 0 mm Root Face Dimension 5mm min.  
Groove Angle: N.A. Radius 3/2 T<sub>1</sub> mm min.  
Back Gouging: Yes \_\_\_\_\_ No  Method \_\_\_\_\_  
Joint designation: **BTC-P10-GF**

**BASE METALS**  
Material Spec. ASTM A36 Note (1)  
Type or Grade N.A.  
Thickness: Groove T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub> >=5mm; T<sub>2</sub> 3mm to 25mm  
Fillet \_\_\_\_\_  
Diameter (Pipe) \_\_\_\_\_

**FILLER METALS**  
AWS Specification A5.26  
AWS Classification E71T-1

**SHIELDING**  
Flux N.A. Gas CO<sub>2</sub>  
Composition 100%  
Electrode-Flux (Class) N.A. Flow Rate 18-25 lt/min  
Gas Cup Size N.A.

**PREHEAT**  
Preheat Temp., Min 10°C  
Interpass Temp., Min 10°C Max 260°C

Note 1: The WPS also applicable to materials Group I of Table 5.3, within of Category A and B of Table 5.8 of AWS D1.1 2020 Structural Welding Code-Steel.  
Note 2: Width/Depth Pass Limitation. Neither the depth nor the maximum width in the cross section of weld metal deposited in each weld pass shall exceed the width at the surface of the weld pass.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**  
Transfer Mode (FCAW) Short-Circuiting N.A.  
Globular  Spray N.A.  
Current: AC \_\_\_\_\_ DCEP  DCEN \_\_\_\_\_ Pulsed \_\_\_\_\_  
Other N.A.  
Tungsten Electrode (GTAW)  
Size: N.A.  
Type: N.A.

**POSITION**  
Position of Groove: All Fillet: ---  
Vertical Progression: Up  Down N.A.

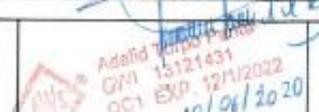
**TECHNIQUE**  
Stringer or Weave Bead: Either  
Multi-pass or Single Pass (per side) Either  
Number of Electrodes 1  
Electrode Spacing Longitudinal N.A.  
Lateral N.A.

Contact Tube to Work Distance 10-15mm  
Peening N.A.  
Interpass Cleaning: Mechanical  
Maximum Root Pass Thickness 5mm. (Note 2)  
Maximum Fill Pass Thickness 6 mm  
Maximum Single Pass Fillet Weld Size \_\_\_\_\_  
Maximum Single Pass layer width F, H, OH -16; V-25 mm

**POSTWELD HEAT TREATMENT**  
Temp. N.A. Time N.A.

Note 3: The weld size (E) should be 5/8 r

Position	Pass	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed (cm/min)	Joint Detail
			Class	Diam. mm	Type Polarity	Amp. X Wire Feed Speed			
F	1-n	FCAW-G	E71T-1	1.2	DCEP	160-240 Amp.	22-30	10-32	According to joint Designation BTC-P10-GF AWS D1.1 2020 Structural Welding Code -Steel
H	1-n	FCAW-G	E71T 1	1.2	DCEP	160-240 Amp.	22-30	10-38	
V	1-n	FCAW-G	E71 T1	1.2	DCEP	160-230 Amp.	22-28	10-32	
OH	1-n	FCAW-G	E71T 1	1.2	DCEP	160-230 Amp.	22-28	10-38	

APPROVED BY:    
Adelaid Turpo P. B. 15121431  
CCTI EXP. 12/1/2022  
10/06/2020

**ERIEZ FLOTATION**  
**CARLOS CHUCO**  
INSPECTOR DE CALIDAD

Anexo 4. Certificado de Calidad de Materiales ASTM A36

08154



Kocaer Haddecilik San. Ve Tic. A.Ş.  
Address: Yenifoca Yolu Uzeri 3.Km  
Aliaga, Izmir/Turkey

TO : COMERCIAL DEL ACERO SA  
AV. ARGENTINA 2051 CERCADO DE LIMA L0001  
PERU  
VAT:20100020361

www.kocaergroup.com.tr

info@kocaergroup.com  
Phone +902326251166  
Fax +902326251966

MILL TEST CERTIFICATE

IN ACCORDANCE WITH EN 10204-2004 3.1 DATE: 24.10.2019 NO:KCR-160 PAGE: 1

\* DESCRIPTION OF GOODS :

PRIME QUALITY HOT ROLLED STEEL MERCHANT BARS AS PER QUALITY ASTM A36, ACCORDING TO A6  
AS PER SALES CONTRACT NO: KH190924 03 / CDA-39 DATE: 24.09.2019

HOT ROLLED STEEL EQUAL ANGLES ACC TO ASTM A 36-13

SIZE (Inch)	QUALITY	LENGTH (m)	HEAT NO	MECHANICAL PROPERTIES			TENSILE TEST 180°	CHEMICAL PROPERTIES (LAQR)											
				YIELD STRENGTH (N/mm²)	TENSILE STRENGTH (N/mm²)	% ELONG.		C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	N (ppm)	V %	Cr %	Ni %	Mo %	Ca %
5 X 5 X 1/2	ASTM A36	6000	19170116	303	446	32	OK	0,14	0,17	0,57	0,016	0,006	0,28	100	0,000	0,110	0,110	0,010	0,29
5 X 5 X 1/2	ASTM A36	6000	19251102	314	461	32	OK	0,14	0,20	0,57	0,006	0,008	0,26	89	0,000	0,060	0,070	0,013	0,26
5 X 5 X 1/2	ASTM A36	6000	19251126	320	463	33	OK	0,14	0,20	0,64	0,009	0,012	0,24	88	0,000	0,060	0,080	0,013	0,28
5 X 5 X 3/8	ASTM A36	6000	18251355	333	497	32	OK	0,14	0,20	0,64	0,015	0,015	0,28	75	0,000	0,080	0,092	0,016	0,29
5 X 5 X 3/8	ASTM A36	6000	19170253	321	467	26	OK	0,14	0,18	0,58	0,020	0,025	0,44	100	0,000	0,110	0,090	0,020	0,30
5 X 5 X 3/8	ASTM A36	6000	19170252	328	461	28	OK	0,15	0,18	0,58	0,010	0,017	0,20	100	0,000	0,090	0,090	0,010	0,29
5 X 5 X 3/8	ASTM A36	6000	19252508	333	482	34	OK	0,15	0,18	0,61	0,012	0,011	0,26	87	0,000	0,080	0,090	0,020	0,30
5 X 5 X 3/8	ASTM A36	6000	19251126	290	453	32	OK	0,14	0,20	0,64	0,009	0,012	0,24	88	0,000	0,060	0,080	0,013	0,28
6 X 6 X 1/2	ASTM A36	6000	19251174	300	475	31	OK	0,16	0,17	0,59	0,008	0,013	0,24	88	0,000	0,080	0,070	0,012	0,30
6 X 6 X 1/2	ASTM A36	6000	19251175	301	467	31	OK	0,15	0,19	0,61	0,009	0,016	0,26	86	0,000	0,100	0,080	0,013	0,30
6 X 6 X 3/8	ASTM A36	6000	19251181	307	454	35	OK	0,13	0,20	0,60	0,008	0,011	0,18	86	0,000	0,070	0,070	0,012	0,26
6 X 6 X 3/8	ASTM A36	6000	19251182	301	455	35	OK	0,13	0,20	0,60	0,018	0,005	0,19	80	0,000	0,090	0,070	0,011	0,29

Tolerances on shape and dimensions are fulfilled Acc. to American Standard ASTM A564-17  
Mechanical and chemical requirements are fulfilled acc. to EN 10204-2004 and American Standard ASTM A36-13  
Standard for surface: EN 10163-3-2005, Class C, Subclass 1  
Fully Killed Steel, Steel manufactured by Basic Oxygen Furnace or Electric Arc Furnace  
Residual Test: max 700 x 180°  
Tensile test: as per ASTM A370  
Chemical test: as per ISO 9013:2004  
CE(C+Mn+S+ED+Ni+V)S+(Pb+Cu)S

ISSUED BY

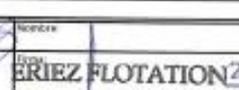


ERIEZ FLOTATION 12  
CARLOS CHUCO 10  
INSPECTOR DE CALIDAD 21

J18169



Anexo 5. Registro de Control de Variables de Soldadura

Proyecto: Fabricación de Equipos Hydrofloat y Crossflow Proyecto CPF Quellaveco		Registro N°:	
Cliente: ERIEZ FLOTATION DIVISION		Orden de Compra: OFI 2100052	
Lugar de Inspección: Taller IMCO Servicios S.A.C.		Plano de Referencia: MC-010210052-CP-EM-003	
Fecha de ejecución: 20/08/2021		Realizado por: E. DIAZ	
<b>2. Especificaciones</b>			
Elemento / Pieza	3340-CF-102/1 LIPPER BOX / LAUNDERS SECTION (52CEN-6)	Soldador u Operador	Nombre IQUIÑO Quispe Fernando Código W-68
Especificación de procedimiento de soldadura (WPS) N°	IMCO IS-051702-18	Registro de calificación de procedimiento (PQR) N°	MSQ-013-12
Tipo de Junta	Esquina <input type="checkbox"/> Tostape <input type="checkbox"/> A Tope <input checked="" type="checkbox"/> En "T" <input type="checkbox"/> De Borde <input type="checkbox"/>	Proceso de soldadura	SMW <input type="checkbox"/> FCAW <input checked="" type="checkbox"/> GMAW <input type="checkbox"/> GTAW <input type="checkbox"/> SAW <input type="checkbox"/>
<b>3. Control de variables o parámetros de soldadura</b>			
Requerimiento de WPS		Resultado	
Variable o parámetro	Dato nominal o característica	Dato real o lectura de campo	Conforme No conforme Observaciones
<b>Diseño de junta</b>			
Riñones	APLICA	APLICA	C
Abertura de raíz	0 - 2 mm	1 mm	C
Angulo de canal	60°	62°	C
Remoción de raíz	APLICA	APLICA	C
<b>Material Base</b>			
Especificación	ASTM	ASTM A36 / A 36M	C
Tipo o grado	A36 / A 36M	A36 / A 36M	C
Espesor	3.6 - 18 mm	9.5	C
Díametro	-	-	-
<b>Material de aporte</b>			
Clase	E 71T-1	E 71T-1	C
Díametro	3.2	1.3	C
<b>Protección</b>			
Fuente	-	-	-
Gas	CO2	CO2	C
<b>Pre calentamiento</b>			
Temperatura mínima	10 °C	21 °C	C
Temperatura mínima entre juntas	-	-	-
<b>Posición</b>			
De canal o flauta (P, A, V, DA)	AI	P	C
Progresión (Ascendente, descendente)	-	-	-
<b>Características eléctricas</b>			
Modo de transferencia	GLOBULAR	GLOBULAR	C
Constante	DCEP	DCEP	C
A la perla o Velocidad de alimentación de alambre	140-200	190	C
Voltaje	20-25	25	C
<b>Técnica</b>			
Velocidad de recorrido	10-22	18	C
Número de pases	1	1	C
Capacidad entre pases (cepillo, disco, etc)	-	-	-
<b>4. CUANTIFICAS</b>			
<b>5. Aprobación</b>			
Nombre:  Edgardo Díaz SUPERVISOR CONTROL DE CALIDAD	Nombre:  CARLOS CHUZCO INSPECTOR DE CALIDAD	Nombre:  intertek <input checked="" type="checkbox"/> Reviewed <input type="checkbox"/> Witnessed Initial: (J. C. L.) Date: 21/12/21 PE-0007	Nombre:

**Anexo 6.** Panel fotográfico

Campo en la empresa IMCO Servicios del Equipo *Hydrofloat* en proceso de fabricación



**Anexo 7. Panel fotográfico**

Campo en la empresa IMCO Servicios del equipo *crossflow* en proceso de preensamble al 90 %

