

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica y Materiales

**CONTROL DE CALIDAD METALÚRGICO DE LA LÍNEA
DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO
DE AGUA DE QUEBRADA HONDA
A PLANTA CONCENTRADORA
TOQUEPALA - SOUTHERN
PERÚ AÑO 2020**

TESIS

Presentada por:

Bach. Edison André Rodríguez Díaz

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO METALURGISTA

TACNA - PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica y Materiales

CONTROL DE CALIDAD METALÚRGICO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA DE QUEBRADA HONDA A PLANTA CONCENTRADORA TOQUEPALA - SOUTHERN PERÚ AÑO 2020

Tesis sustentada y aprobada el día 15 de noviembre de 2022,
estando integrado el Jurado Calificador por:

PRESIDENTE

: 
.....
Dr. Alberto Savino Pacheco Pacheco

SECRETARIO

: 
.....
Mgc. Edgardo Teófilo Valdez Cortijo

VOCAL

: 
.....
Dr. Freddy Felipe Cori Nina

ASESOR

: 
.....
Dr. Matías Carlos Vivar Colquicocha

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dr. Matías Carlos Vivar Colquicocha en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 06365-2020-FAIN/UNJBG de la tesis titulado: **“Control de calidad Metalúrgico de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a planta concentradora Toquepala – Southern Perú año 2020”**. Presentado por Bachiller **Edison André Rodríguez Díaz** para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalurgista.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es de 7 % Por lo que CERTIFICO LA SIMILITUD de la tesis está de acuerdo al nivel PERMITIDO, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio Institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del Título Profesional de Ingeniero Metalurgista.



Firma de Asesor

DNI: 08622167

Nombre y apellidos del asesor: Dr. Matías Carlos Vivar Colquicocha



NOMBRE DEL TRABAJO

PT_UNJBG_C.Calidad_Version9.0_100%-
ANDRE RODRIGUEZ.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

20487 Words

RECUENTO DE CARACTERES

114897 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

152 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.1MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 3, 2022 9:33 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 3, 2022 9:41 PM GMT-5

● **7% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base d

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado

Dedicatoria

A todas las personas que persiguen sus sueños, se esfuerzan diariamente y luchan a pesar de las adversidades.

Agradecimiento

Con mucho cariño y admiración a mis padres que me educaron para la vida, a mis docentes que brindaron conocimiento y especialmente a mí, por no rendirme en el camino.

CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	iii
Agradecimiento.....	iv
CONTENIDO.....	v
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras	xiii
RESUMEN.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del Problema.....	5
1.2.1. Formulación del problema general	5
1.2.2. Formulación de los problemas específicos	5
1.3. Objetivos de la investigación	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. Justificación e Importancia de la Investigación	6

1.4.1.	Justificación Técnica.....	6
1.4.2.	Justificación Social	6
1.4.3.	Justificación Legal	7
1.4.4.	Justificación Ambiental	7
1.4.5.	Justificación Practica.....	8
1.5.	Limitaciones	8
1.6.	Formulación de Hipótesis	10
1.6.1.	Hipótesis general.....	10
1.6.2.	Hipótesis específicas.....	10
1.7.	Variables.....	11
1.7.1.	Identificación de las variables.....	11
1.7.2.	Definición operacional de las variables.....	12
1.8.	Operacionalización de variables.....	13
CAPÍTULO II		14
MARCO TEÓRICO		14
2.1.	Antecedentes del trabajo de investigación.....	14
2.1.1.	Antecedentes a nivel internacional	14
2.1.2.	Antecedentes a nivel nacional.....	15

2.1.3.	Antecedentes a nivel local.....	16
2.2.	Bases teóricas	17
2.2.1.	Control de calidad.....	17
2.2.2.	Calidad.....	22
2.2.3.	Mantenimiento de bombeo de agua	33
2.2.4.	Control de calidad metalúrgico	36
2.2.5.	Criterio de Aceptación según Código ASME B 31.3 PROCESS PIPING.....	46
2.2.6.	Normas de soldadura ASME IX.....	47
2.2.7.	Normas SSPC	49
2.2.8.	Tratamiento de material antes del armado	55
2.2.9.	Armado de tubería	59
2.2.10.	Verificación de hi-log.....	66
2.2.11.	Inspección tintes penetrantes en raíz	72
2.3.	Definiciones conceptuales	77
CAPÍTULO III		79
MARCO METODOLÓGICO		79
3.1.	Planteamiento metodológico	79

3.2.	Población y muestra de estudio.....	80
3.2.1.	La población de estudio.....	80
3.2.2.	Tamaño de muestra	81
3.3.	Técnicas de recolección de datos	81
3.3.1.	Técnica.....	81
3.3.2.	Instrumento.....	82
3.3.3.	Materiales y/o instrumentos	82
3.4.	Técnicas para el procesamiento de datos	82
CAPÍTULO IV		84
RESULTADOS		84
4.1.	Descripción de las pruebas experimentales.....	84
4.2.	Presentación y análisis de los resultados	88
4.3.	Contrastación de hipótesis	95
4.3.1.	Comprobación de hipótesis general.....	95
4.3.2.	Comprobación de primera hipótesis específica	97
4.3.3.	Comprobación de segunda hipótesis específica	98
CAPITULO V. DISCUSIÓN		101
5.1.	Prueba de validación del modelo experimental.....	101

5.1.1. Reconocimiento del material.....	101
5.1.2. Elaboración de WPS.....	103
5.1.3. Elaboración de PQR.....	105
5.1.4. Arenado y pintado.....	107
5.1.5. Armado de la tubería.....	107
5.1.6. Inspección visual.....	112
5.1.7. Ensayo no destructivo de ultra sonido	112
5.1.8. Pintado.....	114
5.1.9. Pruebas hidrostáticas.....	117
5.2. Contraste con trabajos de investigaciones similares	118
CONCLUSIONES.....	120
RECOMENDACIONES	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
Anexo 1. Matriz de consistencia	130
Anexo 2. Cuestionario	132
Anexo 3. Registro de verificación, montaje de soportería y tubería	
135	
Anexo 4. Registro de preparación superficial	136

Anexo 5. Prueba de adherencia.....	137
Anexo 6. Registro de Inspección visual.....	138

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variable	13
Tabla 2 Criterios de aceptación para inspección visual.....	19
Tabla 3 Propiedad de electrodos según el proceso SMAW	61
Tabla 4 Escala de interpretación del diagrama de COE	68
Tabla 5 Tipos de inspección de tintes penetrantes (PT)	74
Tabla 6. Ventajas y limitaciones de la inspección por liquido penetrante (PT)	74
Tabla 7 Ubicación de estaciones de bombeo	80
Tabla 8 Personal de mantenimiento y calidad	81
Tabla 9 Dimensión Prueba de Presión a Tubería.....	88
Tabla 10 Dimensión Proceso de inspección a tubería.....	89
Tabla 11 Dimensión Técnicas Operativas	90
Tabla 12 Dimensión Administrativas de control.....	91
Tabla 13 Dimensión Gestión.....	92
Tabla 14 Control de calidad metalúrgico.....	93
Tabla 15 Evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua	94
Tabla 16 Comprobación de hipótesis general.....	95
Tabla 17 Comprobación de primera hipótesis especifica.....	97
Tabla 18 Comprobación de segunda hipótesis especifica.....	99

Tabla 19 WPS (Welding Procedure Specification).....	104
Tabla 20 PQR (Procedure Qualification Records).....	106
Tabla 21 Temperatura de precalentamiento mínimo y temperatura de interfase según AWS D1.1.....	110
Tabla 22 Registro de ultrasonido.....	114
Tabla 23 Sistema de pintura a aplicar por capas	115
Tabla 24 Registro de aplicación de recubrimientos	116
Tabla 25 Registro de pruebas hidrostática	117

Índice de figuras

Figura 1 Zona de bombeo de la relavera Quebrada Honda.....	9
Figura 2 Planta de retratamiento del agua reciclada.....	9
Figura 3 Soldadura en uniones a tope.....	27
Figura 4 Clasificación de bombas.....	36
Figura 5 Desplazando la curva de enfriamiento hacia la derecha del diagrama.....	57
Figura 6 Susceptibilidad de formación de fisuras en frío.....	58
Figura 7 Posiciones en soldadura de tubería.....	59
Figura 8 Partes del cordón de soldadura.....	62
Figura 9 Estructura de pases de soldadura.....	63
Figura 10 Armado de tubería.....	63
Figura 11 Estación de bombeo.....	64
Figura 12 Medición de espesores de pintura (segunda capa).....	65
Figura 13 Medición de espesores de pintura (capa final).....	65
Figura 14 Diagrama de COE.....	67
Figura 15 Determinación de hidrogeno en el diagrama de COE.....	68
Figura 16 Tipo de junta y distribución de calor.....	69
Figura 17 Verificación de hi-log.....	72
Figura 18 Proceso de inspección de tintes penetrantes (PT).....	75

Figura 19 Inspección de tintes penetrantes (A).....	75
Figura 20 Inspección de tintes penetrantes (B).....	76
Figura 21 Inspección de tintes penetrantes (C).....	76
Figura 22 Dimensión Prueba de Presión a Tubería	88
Figura 23 Dimensión Proceso de inspección a tubería.....	89
Figura 24 Dimensión Técnicas Operativas	90
Figura 25 Dimensión Administrativas de control	91
Figura 26 Dimensión Gestión	92
Figura 27 Control de calidad metalúrgico.....	93
Figura 28 Evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua	94
Figura 29 Acero ASTM A36	103
Figura 30 Curva de revenido para el acero A36	111

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la influencia del control de calidad metalúrgico en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala. Metodológicamente la investigación se definió de tipo básica, nivel causal de diseño no experimental de corte transversal, la población se compone por 11 trabajadores del área de mantenimiento y calidad, así también todo el proceso de trabajo de acuerdo con las normas de soldadura ASME 31.3 y ASME IX. Se concluye que, a través de la prueba estadística Chi Cuadrado, con un P valor de 0,056 inferior al nivel de significancia 0,05, se determinó que el control de calidad metalúrgico influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala, por otro lado, todo el proceso de inspección se realizó siguiendo las normas antes mencionadas, elaborándose un WPS (especificación de procedimiento de soldadura) y un PQR (registro de calificación de procedimiento).

Palabras clave: presión, inspección, tubería, calidad, bombeo.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the influence of metallurgical quality control on the efficiency of the drive line of the water pumping system from Quebrada Honda to the Toquepala Concentrator Plant. Methodologically this work is aligned to the basic type, causal level of non-experimental cross-sectional design, the population is composed of 11 workers in the area of maintenance and quality, as well as the entire work process according to ASME 31,3 and ASME IX welding standards. It is concluded that, through the Chi Square statistical test, with a P value of 0.056 below the significance level 0,05, it was determined that the metallurgical quality control significantly influences the efficiency of the drive line of the water pumping system from Quebrada Honda to Toquepala Concentrator Plant, on the other hand, the entire inspection process was carried out following the above mentioned standards, developing a WPS (welding procedure specification) and a PQR (procedure qualification record).

Keywords: pressure, inspection, piping, quality, pumping.

INTRODUCCIÓN

Con respecto a la recirculación del agua de la laguna de sedimentación de una relavera, constituye en estos tiempos, una técnica que viene siendo empleada en países de Europa y de Latinoamérica, por lo que vale la pena indicar que, permite disminuir el consumo de agua fresca en las operaciones mineras de concentración de minerales, que ciertamente, es muy escasa en esta zona sur del país. Es por esta razón que se decide realizar la presente investigación, en la que ciertamente se escoge el mantenimiento del sistema de bombeo y de la tubería, desde la primera estación hasta la planta concentradora. El objetivo del estudio es, determinar la influencia del control de calidad metalúrgico en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora.

La presente investigación se desarrolló siguiendo los lineamientos propuestos por la UNJBG, a su vez se redactó tomando unos aspectos de la norma APA en su séptima edición en inglés y en español.

La tesis esta estructura en cinco capítulos, los cuales son:

Capítulo I, que aborda el planteamiento del problema el cual comprende la descripción del problema de investigación, de igual manera presenta la

formulación del problema, objetivos e hipótesis de investigación de manera general y específica, finalmente presenta la justificación de manera técnica, social, ambiental y práctica.

Capítulo II, comprende el marco teórico, el cual abarca los antecedentes de investigación locales, nacionales e internacionales, de igual manera, comprende las bases teóricas que fundamentan y sostienen la investigación.

Capítulo III, denominado marco metodológico, el cual comprende el tipo y diseño de investigación, población y muestra de estudio, de igual manera detalla la operacionalización de variables, técnicas e instrumentos de investigación.

Capítulo IV, informa los resultados, que presentan la descripción de las pruebas experimentales, la presentación de resultados y contrastación de hipótesis.

Capítulo V, incluye la discusión, que presenta la validación del modelo experimental, la aplicación de tecnología encontrada y el contraste con otros trabajos de investigación.

Finalmente, se plantearon las conclusiones y recomendaciones de investigación, los cuales guardan relación con los objetivos planteados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Southern Perú Copper Corporation (2018) ha ejecutado un proyecto de expansión para elevar el nivel productivo de la mina Toquepala, con el objetivo de procesar más de 100 000 t/d, que principalmente se avocó en la construcción de una planta concentradora, que cumple diversas funciones y etapas. Este proyecto fue catalogado como "Proyecto Ampliación Toquepala", para la eficiente operación de este proyecto era necesario un incremento del volumen de agua recuperada. Por ello, respetando el cumplimiento de no hacer uso de más agua fresca se opta por reutilizar el agua decantada del embalse de relaves de Quebrada Honda.

En ese sentido, este proyecto representa un EPC (Ingeniería, adquisición y construcción) correctamente estructurado para la reutilización del agua proveniente de la operación minera. El agua decantada es bombeada desde el depósito de relaves de Quebrada Honda hasta Toquepala, con una pendiente vertical de más de 2 000 metros de altura.

El proyecto consiste en implementar una línea de 33 kilómetros de acero al carbono que sirvió para potenciar cuatro puntos de bombeo y siete disparadores de tensión, en adición a ello se determinó la edificación de un sistema de bombeo de filtraciones y barcazas que principalmente se encargan de bombear el agua almacenada y el producto de filtraciones de las presas de relaves.

Cabe señalar que, los trabajos consideraron suministros y colocación de escaleras en la línea de succión y descarga, esto con la finalidad de tener una ventana de acceso, de igual manera se consideró la instalación de estructuras metálicas para la calefacción, ventilación y aire acondicionado en las salas eléctricas de cada estación de bombeo.

De acuerdo con el plan de trabajo, se estableció una etapa de monitoreo, por lo cual se evidencia la importancia de esta etapa para la eficiente operación de la planta, puesto que, la interrupción o paralización de la planta impacta directamente en la operación de extracción de la mina.

Por ello, es importante conocer el efecto que tiene el mantenimiento y el monitoreo, y si se encuentra respetando los estándares de calidad, así como los procedimientos que garanticen un normal funcionamiento del sistema de bombeo de agua en Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Formulación del problema general

¿Cómo el control de calidad metalúrgico influye en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala?

1.2.2. Formulación de los problemas específicos

1. ¿De qué manera la prueba de presión de tubería influye en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora?
2. ¿De qué manera el proceso inspección de tubería influye en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del control de calidad metalúrgico en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de la prueba de presión de tubería en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora.
2. Determinar la influencia del proceso inspección de tubería en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora.

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

La presente investigación se justificó desde un punto de vista técnico, social, legal, ambiental y práctico.

1.4.1. Justificación Técnica

Desde un aspecto técnico el proyecto ejecutado tubo en consideración la cantidad de horas empleadas para el mantenimiento, la formación en seguridad y verificación de riesgos al realizar el mantenimiento.

1.4.2. Justificación Social

Socialmente se debe tener en consideración una armónica relación con la localidad del sector y los problemas que se suscitan al propiciarse

una falla técnica por falta de mantenimiento o deficiente control metalúrgico que provoque una fuga de agua de relaves. Esta situación podría generar un descontento de la localidad e incitarlos a incurrir en manifestación en contra del proyecto minero.

1.4.3. Justificación Legal

El MINEN establece y fundamenta en respeto al DL N° 17601, presentado por el poder legislativo, entre las funciones más importantes que presenta el ministerio es, conocer e impulsar el uso de fuentes de energía renovables, a su vez impulsar la optimización de recursos.

Por otro lado, la ley N° 29338, enfocada en el uso del agua se aboca en supervisar y gestionar el uso del recurso hídrico con la presencia del Estado y demás ministerios involucrados.

Es así que, el proyecto se regulo y ejecuto de acuerdo a las leyes y normativas nacionales que refieren el uso racional del recurso hídrico y las leyes promulgadas por el Ministerio de Energía y Minas.

1.4.4. Justificación Ambiental

Los impactos ambientales provocados por un mal manejo de la gestión de recursos y carencia de mantenimiento generan que las empresas del sector realicen acciones encaminadas a la implementación

de procesos más amigables con el medio ambiente, con el fin de reducir su impacto contaminante.

1.4.5. Justificación Práctica

De manera práctica es importante fortalecer los lineamientos de mantenimiento y monitoreo, respetando estándares de calidad y procedimientos que garanticen un normal funcionamiento del sistema de bombeo de agua en Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones de la presente investigación se consideran:

✓ Área geográfica

El embalse o relavera Quebrada Honda se ubica en la Pampa Purgatorio, en la zona Sur del Perú. Zona fronteriza del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, región Tacna con el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua.

La Planta Concentradora de Toquepala, geográficamente se ubica en la región Tacna, provincia de Jorge Basadre, distrito de Ilabaya.

En las Figuras 1 y 2 se aprecia la zona de decantación de los relaves, de donde el agua relativamente clara se capta por un adecuado sistema de

bombeo hacia un espesador, donde se retira la máxima cantidad de sólidos.

Figura 1

Zona de bombeo de la relavera Quebrada Honda



Nota. Sistema de toma del agua decantada. Fuente: (Google Earth.)

Figura 2

Planta de retratamiento del agua reciclada



Nota. Retratamiento de agua decantada. Fuente: (Google Earth.)

✓ **Época y periodo**

La investigación considero específicamente el periodo 2020.

✓ **Métodos o técnicas empleadas**

La técnica a utilizar fue una encuesta para la toma de datos.

✓ **Tiempo disponible**

El tiempo estimado para el desarrollo de la investigación fue de cuatro (4) meses.

✓ **Financiamiento**

La investigación fue financiada totalmente por el investigador.

✓ **Tipo de información**

La información fue de tipo primaria y secundaria.

1.6. Formulación de Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El control de calidad metalúrgico influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú.

1.6.2. Hipótesis específicas

1. La prueba de presión de tubería influye significativamente en la

eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020.

2. El proceso inspección de tubería influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020.

1.7. Variables

1.7.1. Identificación de las variables

– Control de calidad metalúrgico

De acuerdo con Cuatrecasas Arbós & Gonzáles Barbón (2017) mediante el control de calidad, se puede mantener los procesos adecuados, así como la maquinaria utilizada, equipos, sistemas que intervengan en el proceso productivo, lo que conlleva a tener el producto final en buenas condiciones.

– Evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua

La operación eficiente del sistema de bombeo de agua, análisis de procedimiento y costos.

1.7.2. Definición operacional de las variables

- Control de calidad metalúrgico

La variable control de calidad metalúrgico será evaluada considerando dos dimensiones, la prueba de presión de tubería y el proceso de inspección de tubería.

- Evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua

La eficiencia del bombeo de agua será medida considerando tres dimensiones, técnicas operativas, administrativas de control y gestión.

1.8. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variable

Variable	Definición	Dimensiones	Escala de medición
Control de calidad metalúrgico	De acuerdo con (Cuatrecasas Arbós & González Barbón, 2017) mediante el control de calidad, se puede mantener los procesos adecuados, así como la maquinaria utilizada, equipos, sistemas que intervengan en el proceso productivo, lo que conlleva a tener el producto final en buenas condiciones.	<p>Prueba de presión de tubería</p> <hr/> <p>Proceso de inspección de tubería</p>	Ordinal
Evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua	La operación eficiente del sistema de bombeo de agua, análisis de procedimiento y costos.	<p>Técnicas / operativas Se actúa sobre el equipo</p> <hr/> <p>Administrativas de control Diseño de sistema de control y seguimiento, control de duración, recambio y tiempos de deterioro.</p> <hr/> <p>Gestión Evaluación de costos, informes, planificación, alcance preventivo.</p>	Ordinal

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del trabajo de investigación

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

De acuerdo con Champet Pérez (2009) quien realizó una investigación denominada “Optimización del sistema de bombeo de agua Potable del hospital general San Juan de Dios” la cual tuvo como objetivo principal, la composición adecuada de los procedimientos que intervienen en aprovechamiento óptimo de agua potable, tomando en consideración la habitación de bombeo, la sistematización de tuberías, la investigación pudo concluir que, el cuarto de bombeo con el que contaba, se hallaba en malas condiciones, debido a la carencia de control, por otro lado, la implementación de un sistema de suministro de agua para el hospital, resultó provechoso, debió a que garantizó el óptimo funcionamiento en todas sus fases.

Por otro lado Carranza (2011) quien realizó una investigación nombrada “Evaluación y propuesta de mejoramiento de la estación de bombeo de agua de mar, de una finca dedicada a la adquisición, producción y cosecha de camarón” la cual tuvo como objetivo principal, la

implementación de mejoras en el proceso de bombeo para beneficiar a la finca, para ello, se realizó una evaluación previa la cual evidenció la insatisfacción de la finca con relación a la potencia de fluido de agua de mar, lo que ocasionaba daños en la producción, es así que, tras haber realizado la implementación se halló menos detenciones operativas lo que generó un mejor flujo operacional, para beneficio de la finca.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Según Rodríguez (2014) quien efectuó una propuesta de mejora denominada “Mejoramiento del sistema de bombeo para evacuación eficiente de aguas subterráneas en volcán compañía minera S.A.A. – Unidad San Cristóbal” la cual tuvo como objetivo, mejorar el sistema de bombeo para aguas subterráneas, para ello, se optó por evaluar el bombeo actual, para entender la naturaleza del funcionamiento hidráulico, de tal modo que, se pudo brindar reporte crítico acerca de sus operaciones y mediante esa base iniciar un proceso de mejora, finalmente, la propuesta de mejora sirvió para el uso eficiente de aguas subterráneas, puesto que se instaló tres bombas, con la potencia de 350HP respectivamente.

Por otro lado Aguilar Flores (2019) quien realizó una investigación llamada “Control de calidad en labores de mantenimiento mecánico de bombas verticales y sumergibles del área de relaves de unidad minera

Constancia - Hudbay Minerals” la cual tuvo como objetivo principal, analizar el servicio prestado para que, mediante las falencias encontradas, se elabore una propuesta de implementación para mitigar los riesgos en las bombas verticales y sumergibles, asimismo, para entender a detalle el funcionamiento de la planta, se tomó en consideración el comportamiento histórico, el cual fue consultado mediante revisión documentaria de inventarios, codificación de equipos, etc. El resultado pretende servir como un programa de mantenimiento que se conserve a lo largo del tiempo y que tenga en consideración los equipos, seguridad y funcionamiento adecuado de los elementos intervinientes en las bombas relevantes para la planta.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Según Machengo Gi (2019) quien realizó una investigación denominada “Diseño de estación de bombeo automatizada para la explotación de recurso hídrico subterráneo en la región de Tacna” la cual tuvo como objetivo principal establecer los parámetros necesarios para realizar una estación de bombeo en la región de Tacna, para ello, se optó por una investigación de tipo técnico aplicativo puesto que, se realizó sobre hechos específicos, así como de diseño no experimental de corte transversal, es así que, para analizarla profundidad existente en el pozo, se usó el sistema de captación, donde se halló un caudal máximo de 30 L/s el

cuál no representó problema en el equilibrio, por tanto, generó 2 592 000 litros por día, para beneficio de la población.

Por otro lado, Pacovilca Arhuata (2016) efectuó una investigación denominada “Modelo estratégico de gestión integral de activos para optimizar las operaciones de mantenimiento en la unidad minera Anabi S.A.C.” la cual tuvo como objetivo principal, llevar a cabo un modelo estratégico de gestión integral de activos para optimizar las operaciones del mantenimiento de las unidades, para ello se optó por realizar una investigación de tipo inferencial y de nivel explicativo, asimismo, se aplicó dos metodologías para llevar a cabo la investigación, siendo estas la metodología de las 3P de Asset management y pass55, al finalizar la investigación, se encontró que, el porcentaje de mantenimiento había aumentado al 2014 y que el porcentaje global había disminuido a 47%, indicando así que, se puede ser más preventivo que reactivo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Control de calidad

De acuerdo con Cuatrecasas Arbós & Gonzáles Barbón (2017) mediante el control de calidad, se puede mantener los procesos adecuados, así como la maquinaria utilizada, equipos, sistemas que intervengan en el proceso productivo, lo que conlleva a tener el producto

final en buenas condiciones.

Por otro lado, López Rodríguez & López Linares (2014) precisan que, este elemento es indispensable en toda empresa, puesto que, se encuentra vinculado directamente con la satisfacción del consumidor y, en consecuencia, en la rentabilidad.

Dentro del control de calidad de la soldadura se deben respetar los requerimientos de inspección visual, por ello la soldadura no debe presentar fisuras, penetración inadecuada, quemones u otra falencia que reduzca su eficiencia, por lo tanto, su apariencia debe ser uniforme y de buen acabado, en la siguiente tabla se especifican los criterios de aceptación que determinan la calidad de una soldadura (Comejo, 2021).

Tabla 2

Criterios de aceptación para inspección visual

Categoría de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tuberales cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexiones tubulares (toda la carga)								
(1) Prohibición de grietas Cualquier grieta es inaceptable, independientemente del tamaño o ubicación.	X	X	X								
(2) Fusión soldadura / Metal base Completa fusión debe existir entre cordones y entre el metal base y la soldadura	X	X	X								
(3) Cráter de soldadura Todos los cráteres deben ser rellenados, a fin de proveer el tamaño especificado de soldadura, excepto para los finales de soldaduras de filete intermitentes, fuera de su longitud efectiva.	X	X	X								
(4) Perfiles de soldaduras Los perfiles de soldadura deben estar en concordancia con figura 5.4.	X	X	X								
(5) Tiempo de inspección La inspección visual en todos los aceros puede iniciarse inmediatamente después de completada la soldadura y enfriada a temperatura ambiente. Los criterios de aceptación para la inspección visual de soldadura en aceros ASTM A 514 y 517 y A709 grados 100 y 110W, deben ser realizados no antes de las 48hs después de completada la soldadura.	X	X	X								
(6) Soldaduras subdimensiones El tamaño de un filete de soldadura en cualquier soldadura continua podría ser menor nominal especificado (L), sin rectificación para las siguientes medidas (U). <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">\underline{L} Tamaño nominal de sold. espec. pulg (mm)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">\underline{U} Reducción permitida de Lm pulg (mm)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">$\leq \frac{3}{16}$ (5)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">$\leq \frac{1}{16}$ (2)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">$\frac{1}{4}$ (6)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">$\leq \frac{3}{32}$ (2.5)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">$\geq \frac{5}{16}$ (8)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">$\geq \frac{1}{8}$ (2.5)</td> </tr> </table> En todos los casos, la porción de subdimensión no debe exceder el 10% de la longitud de soldadura.	\underline{L} Tamaño nominal de sold. espec. pulg (mm)	\underline{U} Reducción permitida de Lm pulg (mm)	$\leq \frac{3}{16}$ (5)	$\leq \frac{1}{16}$ (2)	$\frac{1}{4}$ (6)	$\leq \frac{3}{32}$ (2.5)	$\geq \frac{5}{16}$ (8)	$\geq \frac{1}{8}$ (2.5)	X	X	X
\underline{L} Tamaño nominal de sold. espec. pulg (mm)	\underline{U} Reducción permitida de Lm pulg (mm)										
$\leq \frac{3}{16}$ (5)	$\leq \frac{1}{16}$ (2)										
$\frac{1}{4}$ (6)	$\leq \frac{3}{32}$ (2.5)										
$\geq \frac{5}{16}$ (8)	$\geq \frac{1}{8}$ (2.5)										

Categoría de discontinuidad y criterios de inspección	Conexiones no tubulares cargadas estáticamente	Conexiones no tubulares cargadas cíclicamente	Conexiones tubulares (toda la carga)
<p>(7) Socavación (mordedura de borde) Para materiales inferiores a 1" (25mm) de espesor, las socavaciones no deben exceder 1/32 (0,8mm), excepto que un máximo de 1/16" (1,6mm) sea permitido para una longitud acumulada de 2" (50mm) en cualquier long de 12" (300mm). Para materiales iguales o mayores a 1" de espesor, las socavaciones no deben exceder 1/16" (1.6mm) para cualquier longitud de soldadura.</p>	x		
<p>En miembros primarios, las socavaciones no deben ser mayor a 0,01" (0,25mm) de profundidad cuando la soldadura es transversal a la tensión bajo cualquier condición de carga de diseño. Socavaciones no deben ser mayores de 1/32" (0,8mm) de profundidad para todos los otros casos.</p>		x	x
<p>(8) Porosidad En soldaduras de penetración total transversales a la dirección de esfuerzo no deben poseer porosidad visible. Para otras soldaduras de penetración y para filetes, la suma de porosidad visible de 1/32" (0,8mm) o mayores en diam, no excederá 3/8 (9,6mm) en cualquier pulg lineal de sold y no excederá 3/4 (19mm) en cualquier longitud de sol de 12" (300mm).</p>	x		
<p>La frecuencia de porosidad en filetes no excederá de una por cada 4 pul (100mm) de long de sold y un diam max de porosidad de 3/32" (2,5mm). Excepción: para soldaduras de filetes que conecten refuerzos a vigas, la suma de diam de poros no excederá de 3/8 (9,6mm) en cualquier pul lineal de sold no excederá 3/4 (19mm) en cualquier longitud de soldadura de 12".</p>		x	x
<p>En soldaduras de penetración total transversales a la dirección del esfuerzo no deben poseer porosidad. Para otras soldaduras de penetración, la frecuencia de porosidad no debe exceder de 1 en 4 pul (100mm) de long y el diámetro max no debe exceder de 3/32" (2.5mm).</p>		x	x

Referencia del Código de Construcción AWS D1.

– **Puntos de inspección**

Para concretar un eficiente proceso de inspección visual de soldadura estructural se debe considerar los siguientes criterios de inspección.

- (1) Supervisar que el cordón de soldadura no presente suciedad.
- (2) Supervisar que los trabajadores (especialistas en soldadura) tengan una homologación vigente.
- (3) Supervisar el correcto estado del calibrador de soldadura, el cual debe presentar una certificación de calidad vigente.
- (4) El proceso de evaluación será ejecutado por un inspector de grado II especializado en inspección visual.

– **Criterios de aceptación**

- (1) Especificaciones técnicas del proyecto
- (2) Los criterios de aprobación se rigen al código ASME sección 5 artículo 9.
- (3) Se considera de importancia respetar y hacer cumplir los criterios de aceptación de inspección visual estipulados en el código de construcción AWS D1.1.

2.2.2. Calidad

Según Gutiérrez (2014) la calidad se encuentra compuesta por una serie de características ideales en el producto, que incrementan altamente la probabilidad en la satisfacción del consumidor.

Cabe indicar que, el consumidor a menudo suele juzgar las características de los productos o servicios que recibe, por ello, mantener un estándar de calidad, es importante para conservar y mantener en mejora continua los procesos relacionados a gestión de calidad.

Pero ¿Qué tan importante es la calidad? Para explicar ello, es necesario mencionar que, durante la década de los 90s los estándares de calidad y productividad fueron profundizados por las industrias, mostrando mayor interés por la certificación ISO 9000, la cual ha brindado una posición privilegiada a las industrias que aplican este sistema de gestión en sus procesos de certificación de calidad, puesto que, pone en evidencia los altos estándares con los que cuenta para ingresar a un mercado internacional.

- ISO 9000

De acuerdo con (Cortés Sánchez, 2017) indica que, ISO 9000 es un conjunto de normas referidas a la calidad y gestión de calidad, las cuales

fueron impartidas por la Organización Internacional de Normalización, la cual se encuentra básicamente en todo el mundo.

Estas normas pueden ser aplicadas en toda empresa, ya sea dedicado al sector comercial, industrial o de servicios, y en la actualidad, esta norma se encuentra conformada por otras tres que la complementan, entre ellas tenemos a:

- (1) **9000:2005:** Sistemas de gestión de la calidad. Principios y vocabulario
- (2) **9001:2015:** Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos
- (3) **9004:2009:** Gestión para el éxito sostenido de una organización.
Enfoque de gestión de la calidad.

2.2.2.1. Control de calidad y sus tipos

De acuerdo con Gutiérrez (2014) la calidad puede ser transmitido a través de diferentes aspectos, ya sea en su procedimiento, acabado, etc. elementos que contribuyen y aportan a la satisfacción del interesado, es así que, en el proceso de certificación de calidad intervienen los diferentes departamentos de una empresa.

Entre ellos se tiene a los departamentos de compras, manejo de personal, gerencias, ingenierías y todos los implicados en la producción,

los cuales se someten a evaluación para la obtención de la certificación.

– **Calidad del proyecto**

Cuando un producto es elaborado, se somete a cumplir ciertas características por el fabricante, las mismas que debe cumplir, si desea alcanzar un alto estándar de calidad, en este sentido, se evalúa el cumplimiento de los requerimientos, teniendo cierto límite en la tolerancia.

– **Calidad de concordancia**

La planificación de un proyecto plantea lineamiento de ejecución, los mismos que deben ser respetados y cumplidos a cabalidad, por ello, mediante este procedimiento de concordancia, se evalúa el nivel de exigencias según la planificación hecha con anterioridad.

– **Calidad de funcionamiento**

Llegado a este punto, el proyecto se encuentra en marcha y requiere de ciertos parámetros para continuar con la calidad durante todo el procedimiento, por ello, en este sentido de someter a evaluación el funcionamiento sin interrupción del proceso productivo.

– **Control de calidad metalúrgico**

Es el encargado de llevar a cabo un proceso de supervisión en el aparato técnico de la industria, asegurando así el cumplimiento de las

normas de seguridad y calidad. Asimismo, es el encargado de elaborar un plan de control para comprobar cada uno de los puntos antes mencionados, esto en beneficio de la empresa.

2.2.2.2. Control de calidad en el ámbito metalúrgico

Según Guliev citado en (Rojas, 2019), un contexto industrial las instalaciones son un factor importante, por ello la calidad de todo el equipo, materiales, estructuras y componentes está sujeta a una serie de normativas, de esta manera el control y garantía de calidad permite cumplir con todas las especificaciones contractuales, regulaciones obligatorias y normas de calidad.

El control y garantía de calidad en un ámbito metalúrgico permite asegurar la calidad de las maquinarias, equipos, estructuras y sistemas utilizados en las etapas de construcción, fabricación y uso de las instalaciones industriales, de esta manera se cumple con las especificación y normas de calidad permanentes (Morrall, E. Jimeno, & P. Molera, 2005).

El control de calidad se realiza por medio de verificación de materiales, piezas y productos terminados, haciendo uso de testimonios, comprobación, auditorias o inspecciones independientes, finalmente sostener un control de calidad permite a mantener un alto índice de seguridad dentro y fuera del área de trabajo, de igual manera permite tener

un ámbito seguro durante la etapa de operación (Duncan, 2001).

De esta manera el control y garantía de calidad en un ámbito metalúrgico debe comprender:

- (1) Control de calidad de las áreas involucradas en las etapas de construcción, fabricación, soldadura y uso de la infraestructura física.
- (2) Análisis y explicación de procedimientos, regulaciones y normas específicas en el ámbito metalúrgico.
- (3) Inspección, testimonio y valuación para determinar la calidad de los materiales y sistemas de fabricación.
- (4) Control y prueba de instalaciones y equipos.
- (5) Supervisión de los procesos de almacenaje y mantenimiento de equipos antes y después de la instalación.
- (6) Implementación de sistemas de conservación de registros.

2.2.2.3. Soldadura

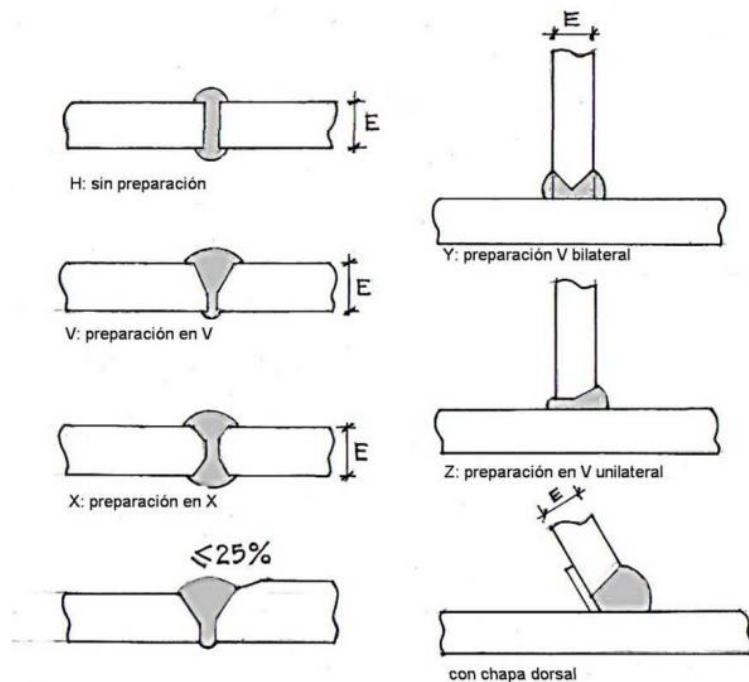
El control de calidad de la soldadura está compuesto por métodos, normas y especificación para realizar de manera correcta y segura estructuras de acero laminado, de igual manera comprende las diferentes maneras de realizar las uniones, la soldadura se presenta como una de las maneras más utilizadas para realizar la unión de estructuras metálicas, este

proceso es recomendable realizarse fuera de la obra, es decir en talleres o lugares aislados, acondicionados para ejecutar esta labor (Rodriguez, 2018).

El método de soldadura permitido por la norma es la soldadura eléctrica, aplicada en sus diferentes variantes, manual, semiautomática, automática y por resistencia. Las soldaduras pueden realizarse:

- (1) A tope: de manera continuada en forma de T y L
- (2) Ángulo: rincón, solape, esquina o ranura.

Figura 3
Soldadura en uniones a tope



Según lo establece (Rodríguez, 2018).

La proporción que establece la capacidad de resistencia en una soldadura de ángulo es (Addario, 2017):

- (1) Garganta; comprende la altura del máximo triángulo isósceles inscribible en la sección transversal del cordón de soldadura.
- (2) Longitud eficaz; longitud real del cordón de soldadura menos los cráteres extremos.

El proceso de soldadura es estricto y demanda de medidas y equipo de seguridad, se debe evitar el viento y la lluvia, las temperaturas bajas, agentes externos como suciedad, humedad, grasa o restos de pintura, finalmente se prohíbe soldar zonas deformadas en frío.

2.2.2.4. Clasificación de la soldadura

➤ Soldadura con gas

Según Rodríguez (2018) la soldadura más conocida en el sector industrial es la realizada por medio del uso de gas, desde una perspectiva técnica se conoce como soldadura oxiacetilénica o soldadura autogenera.

Este tipo de soldadura se presenta como uno de los más antiguos y flexibles procesos de soldadura, sin embargo, en la última década su uso a

presentando un representativo declive en el sector, su uso aún se mantiene en tareas específicas como la soldadura de tuberías o en trabajos de mantenimiento o refacción. Se conoce que los equipos y maquinarias utilizadas en este tipo de soldadura es de fácil acceso, costo y uso, comúnmente hace uso de un proceso de combustión para generar una temperatura superior a los (3000 °C) para iniciar el proceso de soldadura.

Existen otros tipos de soldadura con características y condiciones de uso muy similares, específicamente solo varía el tipo de gas utilizado, pudiendo ser este hidrógeno o acetileno, finalmente se conoce que este tipo de soldadura es frecuentemente utilizado en la soldadura de plástico, en condiciones de temperatura más bajas y sin un contacto directo entre la llama y la superficie.

➤ **Soldadura por resistencia**

Según Rodríguez (2018) este tipo de soldadura se caracteriza por la formación de calor al generar contacto entre dos superficies de acero, lo cual provoca la formación de diminutas áreas de acero fundido en los vértices o área de unión de dos elementos, este evento se origina al lograr una corriente por encima de los 1000 amp.

Se conoce que la soldadura por resistencia presenta alto nivel de efectividad y un reducido grado de contaminación, sin embargo, presenta

un elevado nivel de inversión en equipos y maquinarias.

Por otro lado, la soldadura por puntos se presenta como una categoría de la soldadura por resistencia comúnmente utilizada para unir dos superficies de metal con un espesor superior a los 3 milímetros, para ello se requiere de dos electrodos para unir las superficies de metal a través del uso de la corriente eléctrica.

En tal sentido, los principales aspectos positivos de este tipo de soldadura es su optimización de energía, no altera la forma de la superficie de acero, su fácil aplicación permite elevar considerablemente el nivel de producción, no demanda de materiales de relleno. Debido a su alto nivel de fuerza y carga eléctrica. Este tipo de soldadura solo es recomendable en superficies de metal. Por lo tanto, su uso se intensifica en el sector automotriz, se conoce que los autos en la actualidad son unidos por un gran número de puntos de soldadura, realizado por una máquina automatizada, dentro de este sector se hace uso de distintos subtipos de soldadura de resistencia, como la soldadura de punto o de costura, este tipo de soldadura es posible al utilizar un electrodo en forma de rueda que bordea de manera lineal la superficie a soldar, generando una soldadura continua y sin imperfecciones.

➤ **Soldadura por rayo de energía**

Según Rodríguez (2018) este tipo de soldadura se conoce también como soldadura por láser o soldadura de rayo de electrodos, ello consiste en un tipo de soldadura caracterizado por su alto nivel de productividad en la industria, lo cual le ha atribuido un alto nivel de popularidad y uso en el sector.

Si bien la soldadura de laser y la soldadura de rayo de electrodos son comúnmente confundidas, la principal diferencia radica en el enfoque y precisión del soldado, por un lado, la soldadura laser presente un mayor ángulo de enfoque y visión de las superficies, lo cual le permite tener una mejor precisión y acabado en el material, por su parte la soldadura por rayo de electrodo consiste en la formación de un vacío a través del uso de dos o más electrodos.

Se conoce que estos dos tipos de soldadura presenta un elevado nivel de densidad que permite profundizar el ingreso de la soldadura y reducir el área se soldado, a su vez se caracterizan por optimizar considerablemente el tiempo de soldadura y pueden ser automatizados, lo que permite un mayor nivel de productividad. Por otro lado, los aspectos negativos en este tipo de soldadura es el alto nivel de capital para la adquisición de equipos.

➤ **Soldadura de estado solido**

Según Rodríguez (2018) a diferencia de los otros tipos de soldadura ya antes mencionados, la soldadura por estado sólido no necesita de un proceso de derretimiento para unir dos superficies de acero, por ello hace uso de un proceso ultrasónico que une las dos superficies de acero a través de procesos de alta vibración y frecuencia, lo cual genere un alto grado de presión en los elementos soldados.

En lo que respecta a equipos y maquinarias se asemejan significativamente con los equipos de la soldadura por resistencia, a diferencia que no hacen uso de energía eléctrica, sino utilizan la vibración como motor de energía. La soldadura de dos superficies de acero no demanda necesariamente un proceso de derretimiento, por ello la soldadura por ultrasonido emplea la vibración para generar una baja presión, por otro lado, al realizar la soldadura en plástico, los materiales empleados deben conservar una temperatura distinta para que la vibración sea efectuada de forma vertical.

Este tipo de soldadura se utiliza generalmente al momento de soldar materiales de aluminio, cobre o polímeros. En otro escenario la soldadura ultrasónica se emplea para unir dos materiales por medio de un empuje a un alto nivel de presión, por ello la energía utilizada genera una fricción entre los dos materiales, generando así la soldadura, es importante precisar

que este proceso se realiza con una mínima cantidad de calor, por ello este tipo de soldadura es comúnmente utilizado en superficies disimiles de soldadura, como el aluminio y acero.

2.2.3. Mantenimiento de bombeo de agua

De acuerdo con Rodríguez Ayala (2014) se denomina como sistema de bombeo, al circuito de tuberías que permiten el almacenamiento y transporte de fluidos en la dirección deseada.

2.2.3.1. Mantenimiento

Según Cortés (2017), el mantenimiento se refiere a las actividades destinadas a la conservación de estándares, ya sea en el sector tecnológico, operacional o de gestión, se busca obtener el mismo resultado, donde los estándares se mantengan mediante un proceso de control. Las empresas que ejecutan proyectos, elaboran un proyecto que avale el flujo de procesos a realizar y este no se vea afectado durante el transcurso del tiempo, sin embargo, este plan puede verse afectado, si no se cumple activamente con los requerimientos establecidos.

– Mejora continua

El mantenimiento no solo asegura el control de los estándares, sino

también se enfoca en la innovación constante, ya sea en materia de gestión, tecnología u otro, un proyecto debe encontrarse siempre en un proceso de mejora, con la intención de optimizar sus resultados, a su vez, debe supervisar los efectos que estos producen.

- **Mejoramiento de un sistema de bombeo**

Por otro lado, Cortés (2017) indica que, al iniciar un proyecto que involucra el agua, se realiza una evaluación inicial con el propósito de obtener información hidráulica y mecánica, de tal modo que, en adelante se puede evaluar en base a ello y disponer de nueva tecnología en caso sea necesario.

2.2.3.2. Bombas

De acuerdo con Champet Pérez (2009) las bombas son aparatos para ejercer presión, compresión y cada una posee características que lo diferencian una de la otra.

- ✓ Las bombas son utilizadas para brindar comunicación entre la presión y la velocidad de los fluidos, en algunos casos se restringe la circulación corriente abajo y en otros casos, se ejerce poca presión para impulsar la bomba.
- ✓ Una bomba hidráulica, es de utilidad para realizar la conversión de energía mecánica en fluida o también conocida como, hidráulica, en

otras palabras, las bombas ejercen energía en el fluido.

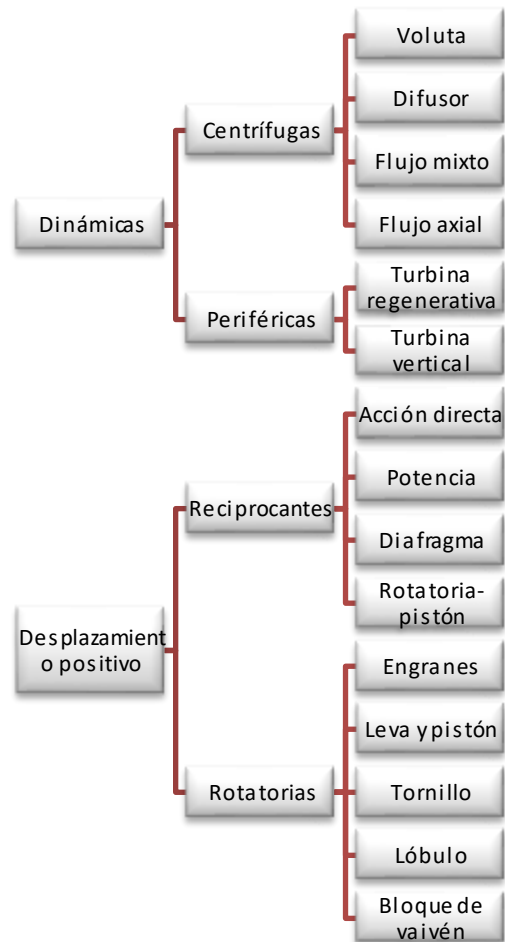
- ✓ La utilización de las bombas, varían de acuerdo a las características que éstas poseen, es decir, se denomina en base a su desenvolvimiento.

2.2.3.3. Clasificación de bombas

En este punto se pueden considerar dos grandes grupos para su clasificación, siendo estas, las dinámicas y la de desplazamiento positivo y dentro de ellos, se puede precisar una subclasificación mostradas a continuación.

Figura 4

Clasificación de bombas



Fuente: Según (Champet Pérez, 2009).

2.2.4. Control de calidad metalúrgico

2.2.4.1. Prueba de presión de tubería

Según Arce (2016), la finalidad del procedimiento de prueba de presión en tuberías es determinar las características y las etapas que se debe cumplir en la realización de las pruebas de presión.

1) Aplicabilidad

Este tipo de prueba de presión puede ser realizado en sistemas de tuberías y equipos.

2) Responsabilidad

El área responsable de inspeccionar y validar los resultados de la prueba es el área de calidad.

3) Contenido

a) Preparación de escenario

Es responsabilidad del área técnica preparar cada escenario para ser incorporado en la prueba hidrostática, por ello es necesario analizar todos los estudios y operaciones previas.

b) Límites de prueba

Hace referencia a la cantidad de situaciones que se suscitan en el cierre temporal, por ello el número de conexiones soldadas en un indicador importante a considerar en la prueba de presión, ante ello se destacan las siguientes situaciones:

- ✓ Toma de medio de prueba
- ✓ Venteos o purgar
- ✓ Manómetros

- ✓ válvulas y equipos que deben ser protegidos
- ✓ Soportes auxiliares a prueba
- ✓ Equipamiento incluido en la prueba

Para estructurar un escenario se debe considerar el incremento de presión que puede presentarse como resultado de diferencias en las líneas de tubería.

4) Equipos

La prueba de resistencia requiere de los siguientes equipos:

- a) Bombas hidráulicas de tipo manual o motorizado.
- b) Manómetros
- c) Equipos secundarios como válvulas, discos ciegos o conectores.

El uso de válvulas es opcional y depende de la prescripción del proceso de presión.

Las bombas hidráulicas son calibradas y reguladas para alcanzar una presión mínima de 110%, con el fin de evitar una fuga en los elementos de la estanquera, por ello su capacidad se alinea al sistema, logrando una presión lineal y reduciendo la velocidad de reacción de la misma.

La bomba se ajusta para facilitar el trabajo del operador al momento de controlar los indicadores de presión de la prueba.

5) Presión de prueba

La presión aplicada en los ensayos reglamentarios solo puede realizarse en sistemas o equipos contenidos en el Reglamento Oficial Aplicable.

6) Proceso de prueba

a) Llenado

- ✓ La bomba de prueba se enlaza al sistema, preferentemente en el área más baja del sistema.
- ✓ Se realiza un llenado rápido hasta lograr un 1/3 de la presión estipulada.
- ✓ El llenado se realiza hasta erradicar todos los elementos que generen golpes en los arietes.

b) Purgado de aire

Para eliminar el aire acumulado se debe llenar de agua en todo el sistema hasta lograr una presión que permite abrir el venteo.

c) Subida de presión

A través de una bomba de presión se debe incrementar la presión de manera sostenida hasta lograr el 50% de la presión estipulada para la

prueba, cuando se llega al 50% de presión se realiza una primera inspección para identificar fallas o anomalías en el sistema, posteriormente se incrementa la presión hasta lograra accionar la válvula de entrada.

d) Mantenimiento de la presión

- ✓ Si no se determina un tiempo para el mantenimiento se debe sostener por un tiempo aproximado de 30 minutos la prueba de presión, posteriormente se inicia con el proceso de inspección con la finalidad de identificar fugas o deformaciones.
- ✓ De acuerdo con el diseño del sistema la presión de prueba puede ser mantenida en las válvulas y bombas.
- ✓ Durante todo el tiempo de prueba no se puede realizar una alteración o vibración sobre el componente.
- ✓ No se debe manipular la empaquetadura de la válvula si la presión es superior a los 20 kg/cm^2 .

e) Vaciado

- ✓ Para realizar el vaciado se deben abrir los venteos.
- ✓ Se hace uso de los colectores y conexiones para realizar el vaciado, ello con la finalidad de evitar alteraciones en el equipo.
- ✓ El vaciado se realiza de acuerdo con la velocidad del caudal de

salida, a fin de evitar el enfriamiento rápido y reducir el riesgo de vacíos relativos.

- ✓ Finalmente se abren todos los drenajes para asegurar la erradicación de bolsas de agua.

f) Secado

Cuando el sistema deba ser secado total o parcialmente, una vez finalizada la prueba, deberá preverse la disponibilidad de aire a presión con la calidad requerida o cualquier otro medio necesario para tal operación.

2.2.4.2. Procedimiento de inspección de tubería

Según Cornejo (2021) el procedimiento de inspección de tuberías demanda de recursos económicos y humanos, de manera específica requiere de un inspector de inspección visual de grado II y personal auxiliar, por otro lado, requiere de equipos de protección personal (lentes de seguridad, guantes, casco de seguridad, respiradores N95, chaleco naranja), así también requiere de equipos como calibradores de soldadura y baroscopio, finalmente necesita herramientas como rayadores metálicos y lupas.

Por otro lado, el método de inspección visual y dimensional respeta y se alinea a los siguientes criterios:

- ✓ La inspección visual se realiza cuando el acceso es suficiente para tener una visión aproximada a las 24 pulgadas o 600 milímetros de la superficie de inspección, así también demanda de un ángulo de inspección no menor a los 30° de la superficie.
- ✓ Los espejos se usan para ampliar el ángulo de visión y el lunar de incremento se usan para auxiliar la examinación.
- ✓ La luz natural o luz led es utilizada para una sección o componente específico, la mínima intensidad de luz requerida es de 100 Ft candela (1000 lux).

1) Condición superficial

La condición de superficie examinada no debe presentar impurezas o elementos que obstruyan la correcta visión del elemento a inspeccionar, por lo tanto, deben cumplir los siguientes requerimientos:

- ✓ Los chaflanes o biseles deben presentar un esmerilado y cepillado menor a los 25 milímetros, en ambas paredes de junta.
- ✓ En el caso de soldaduras terminadas también deben presentar un cepillado mínimo de 25 milímetros para ambas paredes.

2) Iluminación

La luz natural o luz led es utilizada para una sección o componente

especifico, la mínima intensidad de luz requerida es de 100 Ft candela (1000 lux).

3) Instrumentación

El proceso de inspección visual y dimensional requiere de los siguientes elementos, los cuales deben ser correctamente calibrados.

- ✓ Galga de soldadura
- ✓ Galga para supervisar el desalineamiento en superficie
- ✓ Reglas graduales

4) Secuencia de proceso

El especialista en inspección de soldadura se enfoca en la supervisión de los materiales y accesorios que son parte de la junta del diseño, considerando los aspectos técnicos y certificaciones de calidad.

Por otro lado, el especialista en inspección de soldadura tiene la responsabilidad de realizar la inspección de las juntas de soldadura preparadas y completas, bajo los siguientes lineamientos:

- ✓ Verificar la limpieza de las juntas de soldadura.
- ✓ Supervisar el ángulo de bisel, en base a las dimensiones y

especificaciones establecida en el procedimiento de soldadura (WPS).

- ✓ Inspeccionar que el cable tierra este debidamente aislado, a fin de reducir la probabilidad de abertura de arco en las juntas de soldadura.
- ✓ Inspeccionar visual y dimensionalmente las juntas concluida y valorarlas de acuerdo a los lineamientos de aceptación.
- ✓ Dentro de la evaluación se consideran las aberturas de arco, grietas, carencia de fusión, penetración, poros superficiales y refuerzo excesivo.

5) Criterios de aceptación de inspección

Los criterios de aceptación se detallan de manera específica en la Tabla 2, titulada Criterios de aceptación para inspección visual, sin embargo, se destacan los siguientes criterios:

a) Antes de la soldadura

- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe verificar que las juntas respeten los lineamientos establecidos en la especificación de soldadura WPS.
- De igual manera se debe verificar que los alineamientos de junta cumplan con los lineamientos establecidos en la especificación de soldadura WPS.

b) Durante la soldadura

Los especialistas en soldadura durante todo el proceso deben ser supervisados por un inspector de soldadura, el cual debe inspeccionar la limpieza del componente, con el objetivo de reducir el grado de impurezas como:

- Fisura
- Escoria
- Golpe de arco
- Quemadura

c) Después de la soldadura

Después de concluir con el proceso de soldadura se verifican nueve aspectos en el componente.

- Poros
- Socavación
- Refuerzo
- Penetración y fusión de fusión
- Golpes de arco
- Deposición insuficiente

- Escorias superficiales
- Desalineamientos
- Surcos en materiales

La calidad del resultado se determinará validando los resultados con los parámetros expuestos en los criterios de aceptación para inspección visual.

2.2.5. Criterio de Aceptación según Código ASME B 31.3 PROCESS

PIPING

A1. Este estándar deberá ser aplicado a menos que otro estándar sea aplicado con esta división.

A.1.2. Imperfecciones que respondan con un margen superior al 20%, en base al grado de asociación, el cual debe ser estudiado con el objetivo que cada operario pueda diseñar correctamente la forma, en base a la identificación y localización del mayor número de defecto y analizar en respeto a los nuevos criterios de aceptación estipulados en los siguientes puntos:

1. Especificaciones técnicas como fisuras, carencia de fusión o una etapa de penetración poco eficaz, lo cual no es admisible en la norma a pesar de la longitud del elemento.

2. Diversos defectos son descartados si sus especificaciones no cumplen con el grado de amplitud o margen de referencia de todas las longitudes.

(A) $\frac{1}{4}$ in. (6mm) para t de hasta $\frac{3}{4}$ in. (19mm)

(B) $\frac{1}{3}t$ para t desde $\frac{3}{4}$ in. a $2\frac{1}{4}$ in. (19mm a 57 mm)

(C) $\frac{3}{4}$ in. (19 mm) para t sobre los $2\frac{1}{4}$ in. (57mm)

De acuerdo con lo expuesto se conoce que "t" se presenta como el espesor de la soldadura, el cual no considera otro tipo de refuerzo, por lo tanto, para conseguir una correcta soldadura a tope de dos elementos con espesores distintos, la t debe ser inferior a los espesores de los elementos. De acuerdo con ello si un proceso de integración no considera un tipo de soldadura filete, el grosor del topo en la soldadura de filete debe ser incorporado en la t.

2.2.6. Normas de soldadura ASME IX

Las codificaciones presentan las etapas de evaluación en las uniones, por ello durante todo el proceso la nota de la soldadura demanda de la ejecución de directrices de la etapa de soldadura o también conocida como EPS, o también llamada Weldin Procedure Specifications (WPS), este documento presenta todas las condiciones, características, parámetros e información asociada a los procesos de soldadura, por ende los resultados

de las pruebas se registran en el Procedure Qualification Record o PQR, finalmente son admisible solo si cuenta con la calificación ponderada de las prueba PQR.

El apartado 9 del Código acerca de calderas y recipientes a presión de la ASME se relaciona directamente a las calificaciones de soldadores, operarios de soldadura, soldadores de soldadura fuerte y operarios de soldadura fuerte, a si también se relaciona con los procesos que ellos utilizan al momento de soldar o realizar soldadura fuerte según el código vigente.

Según el apartado número 9 del Código ASME, el objetivo de las WPS y PQR son determinar y supervisar que todo el conjuntos de elementos que integran el proceso de soldadura cumplan a cabalidad con los niveles de calidad técnica, en base a los lineamientos de la norma y en respuesta a los fines del proyecto y futuros usos, en este escenario se conoce que el profesional en soldadura tiene la obligación de ejecutar un análisis de todos los resultados de las etapas de soldadura, siendo este el único profesional que puede realizar esta tarea, debido a su alto nivel de experiencia y conocimiento acerca de la labor. Por lo tanto, los resultados de la evaluación de soldadura detallan de manera minuciosa las propiedades técnicas de la soldadura, mas no repercute en la técnica del

profesional. A su vez un WPS se relaciona a las dimensiones de la etapa, siendo estas primarias y secundarias, y los criterios de evaluación de estas dimensiones, por otro lado, una WPS se proyecta en detallar todos los lineamientos técnicos para que el soldador pueda efectuar su labor de una manera específica, por su parte la PQR se relaciona a los elementos y equipos que utilizara el profesional para efectuar su labor en base a los lineamientos de las WPS.

Finalmente, los resultados de la soldadura deben acertar estrictamente con los detallado en la WPS, es así que se sigue con la evaluación de probetas que permiten analizar el grado de unión entre dos elementos, este método es enfocado primordialmente a las pruebas de tracción y dureza, siempre respetando y siguiendo lo estipulado en la norma y bajo los requerimientos de los clientes y los contratistas.

2.2.7. Normas SSPC

El objetivo de esta etapa es detallar el método empleado para realizar la planificación y ejecución técnica en las estructuras de acero, los cuales culminado el proceso deben iniciar una etapa de pintado. La finalidad de esta etapa es involucrar a todos las fases de estructuración del área y consecuentemente la etapa de pintado, el cual considera el total del área de la estructura de acero, finalmente se hace uso de este método también

en caso de mantenimiento o recubrimiento en caso de imperfecciones en la soldadura.

(1) Documentos asociados

SSPS Steel Structural Painting Council.

(2) Responsables

- a) Ingeniero residente: profesional responsable de la etapa de ejecución del proyecto, es decir abarca todos los procesos de gestión, planificación, supervisión de todas las fases del proyecto.
- b) Encargado de área: profesional responsable de las funciones de planificación y coordinación de todas las actividades de estructuración superficial, etapa de matizado, pintura y mantenimiento, finalmente tiene la responsabilidad de controlar los procesos de calidad durante toda la etapa de ejecución.
- c) Supervisor: profesional encargado de funciones de coordinación, gestión y supervisión de la calidad, es decir debe velar por el correcto cumplimiento de los procesos durante la ejecución.
- d) Ing. QA/QC: respaldar, analizar e inspeccionar los ensayos de las actividades de preparación superficial, pintado, refacción y supervisar el cumplimiento de la emisión de registros asociados.

(3) Equipos y materiales

Los equipos requeridos son seleccionados según las especificaciones requeridas para el sistema de pintura seleccionado, considerando los criterios de control mencionados en el siguiente cuadro:

a. Higrómetro
b. Termómetro de contacto superficial
c. Psicómetro
d. Medidor de espesores de pintura de película húmeda
e. Medidor de espesores de pintura de película seca

(4) Método

a) Preparación de superficies

La preparación de superficies puede realizarse a través del decapado, arenado, cepillado o limpieza por solventes.

– Grados de preparación por arenado

i. Arenado a metal blanco

- ✓ Corresponde al grado SP% de acuerdo a la norma SSPC.
- ✓ El arenado tiene la finalidad de reducir todos los excedentes de laminación, así también busca eliminar todo elementos oxidado y demás

elementos que limiten la eficacia del proceso, posteriormente de limpiar la superficie con aire seco, se debe visualizar un color gris metálico uniforme y quedara levemente áspero.

ii. Arenado a casi metal blanco

- ✓ Debe cumplir con un grado SP10 de acuerdo a la norma SSPC.
- ✓ El proceso de arenado debe ser ejecutado de forma detallada y con el objetivo de reducir a cero todos los excedentes de oxido y todo elemento extraño que obstruya o limite la ejecución del proceso, finalmente se debe visualizar un área totalmente limpia y sin imperfecciones.
- ✓ De acuerdo con la norma SSPC que por lo menos el 95% de cada pulgada cuadrada de la superficie debe estar libre de residuos, es decir solo el 5% debe presentar leves manchas, descoloraciones y residuos de pinturas bien adheridas.

iii. Arenado comercial

- ✓ Corresponde al grado SP6 de acuerdo a la norma SSPC.
- ✓ Este arenado busca eliminar la totalidad de la capa de óxido de laminación, oxido rojo y partículas extrañas, después de terminar el arenado y limpieza se debe visualizar un color grisáceo.

iv. Arenado ligero

- ✓ Corresponde al grado SP7 de acuerdo con la normal SSPC.
- ✓ Se elimina la capa suelta de óxido de laminación, óxido rojo y partículas extrañas.

- Recubrimiento de superficies

i. Requerimientos ambientales

Se vigila minuciosamente todas las características ambientales de manera previa, así también se realiza esta supervisión al terminar el proceso, ello con el objetivo de lograr un producto con un alto estándar de calidad y que supere notoriamente los requerimientos técnicos mínimos de una estructura de protección. Se conoce que la temperatura es un aspecto importante durante todo el proceso, por lo tanto esta no debe ser menor de (6°C) en ningún caso, a su vez no puede exceder los (50 °C), por ello se debe determinar una temperatura promedio durante todo el proceso de recubrimiento, es importante destacar que este requerimiento puede ser omitido solo si los niveles de humedad no excede el 70 % y no es menor al 10 %, por otro lado, las etapas de acondicionamiento del área a pintar se ejecuta con un nivel de temperatura reducido, con la finalidad de cuidar las condiciones superficiales, así también el roció debe efectuarse con una temperatura mínima de (2 a 4 °C), finalmente es de importancia denotar

que no se puede efectuar labores en condiciones de lluvia, neblina o de similar condición ambiental.

ii. Consideraciones generales

- ✓ Almacenar la pintura en un envase cerrado, lugar fresco y seco con una temperatura de (10 °C) a (40 °C).
- ✓ Solo se puede realizar el recubrimiento si la superficie se encuentra seca y limpia.
- ✓ Es importante verificar que no se produzca condensación en las superficies, entre capas de pintura antes de aplicarlas.
- ✓ Es de relevancia supervisar que no se presentes alteraciones en el área de trabajo, dado que dañaran el trabajo de pintura efectuado en capas.

iii. Aplicación de la pintura

- ✓ La estructura de protección debe ser realizado de acuerdo con los detalles técnicos estipulados en las bases del proyecto, así también el proceso de pintado debe realizarse en un área de trabajo totalmente limpia y sin imperfecciones, puesto que dañan la calidad del trabajo.
- ✓ Se considera de importancia realizar un pintado previo en las uniones de soldadura antes de iniciar con el proceso de pintado, con el objetivo de reducir al mínimo cualquier espesor en alguna zona crítica de la pintura.

- ✓ Se recomienda evitar pintar en condiciones ambientales que excedan los (40 °C), con la finalidad de reducir la presencia de burbujas, defectos o limitar el acondicionamiento de la pintura en la superficie.
- ✓ Entre manos de pintura no se debe apoyar con manos descubiertas sobre la superficie pintada.
- ✓ El proceso de pintura en las áreas designadas debe efectuarse con el uso de equipos y materiales de pintura como brochas y compresoras de pintura, la selección del equipo es determinado según el material a utilizar, por lo tanto, es el proveedor quien detalla en la pintura el mejor método de pintado según las características de la pintura.

2.2.8. Tratamiento de material antes del armado

- ✓ **Pre calentamiento**

La etapa de pre calentamiento tiene la finalidad de calentar el área de forma total o parcial, específicamente se busca que los bordes de la soldadura tengan una temperatura adecuada, a este proceso también se le conoce como temperatura de pre calentamiento, puesto la temperatura escogida debe de mantenerse constante en toda la etapa de soldadura, así también el pre calentamiento tiene un número considerable de atributos, sin embargo es importante acotar, si no se realiza de forma eficiente este solo puede alterar la calidad de la soldadura, reduciendo sus niveles de dureza

y resistencia, lo cual produce que el producto final no supere los requerimientos exigidos por la normativa vigente.

Es así como cuando se inicia con el calentamiento de los elementos se minimiza el grado de temperatura térmica, como también una reducción de la temperatura de fusión, lo cual resulta en una alteración de la curva de enfriamiento, el cual presenta una leve inclinación hacia el plano derecho de la estructura, lo cual beneficia la transformación metalúrgica a estructuras más blandas que resultan con un reducido grado de fragilidad y fisuración.

El nivel de temperatura de precalentamiento se enfoca en minimizar la velocidad de enfriamiento de la soldadura, por lo tanto, debe considerar todo el grosor del elemento y condiciones de la superficie en el caso de trabajar con todas las juntas del material, todo ello debe de efectuarse de manera previa antes de iniciar con la soldadura.

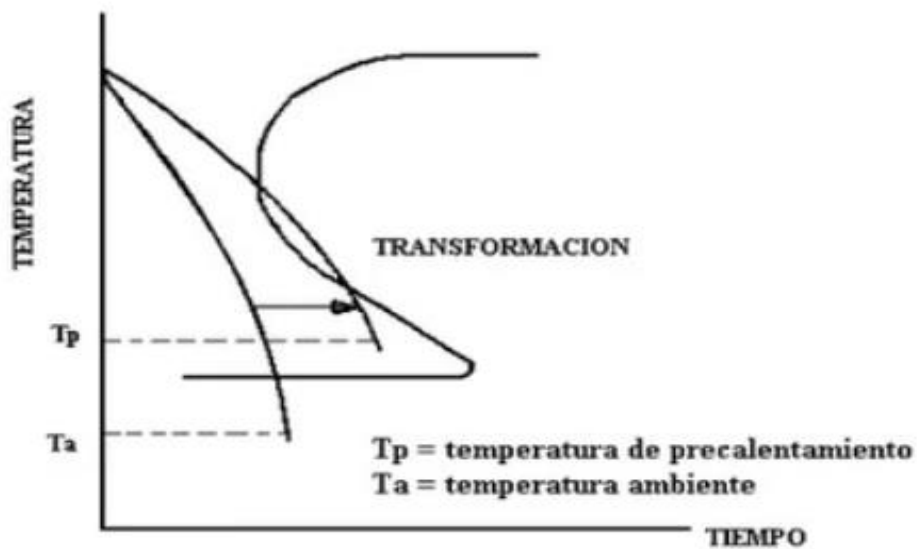
Así también la temperatura de precalentamiento en todo tipo de soldaduras debe ser siempre inferior a la temperatura de la soldadura de tipo simple, es decir en el caso de multipasadas la temperatura del calor reduce las condiciones de dureza del elemento, el cual ya paso por una etapa inicial de pasada, esto también acelera la transición de hidrógeno, lo cual resulta en una reducción importante de la probabilidad de fisura en la estructura de acero.

Para decidir si se debe realizar el precalentamiento es importante considerar los siguientes criterios:

- Requisitos de códigos, procedimiento o especificación de soldadura.
- Espesor de la unión soldada.
- Composición química del metal base.
- Temperatura ambiente.
- Contenido de hidrogeno del metal de aportación.
- Problemas de agrietamiento anterior.

Figura 5

Desplazando la curva de enfriamiento hacia la derecha del diagrama



Según (MIESA, 2017).

✓ **Poscalentamiento (deshidrogenado)**

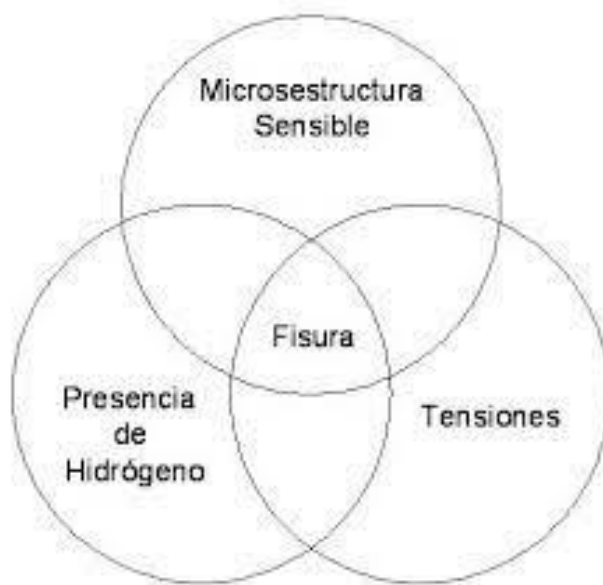
La principal finalidad del poscalentamiento se enfoca en reducir la

cantidad de hidrogeno presente en la soldadura y el metal base adyacente con el objetivo de disminuir el riesgo de fisuras inducidas por la presencia del hidrogeno o fisuración retardada, la cual se puede visualizar después de horas o días, cuando la pieza este en una temperatura ambiente, este proceso de calentamiento tiene una gran implicancia en el proceso de soldadura de aceros de alta durabilidad o aleados, específicamente cuando no existe el riesgo de haber introducido hidrogeno en la zona de soldadura por no haber respetado, las temperaturas de precalentamiento o el secado del material de aporte.

- Cuando se va ejecutar un postcalentamiento se debe sostener la temperatura de precalentamiento, por lo menos hasta que se inicie el mismo.
- El postcalentamiento se utiliza cuando existe un periodo de tiempo entre el término de la soldadura y el inicio del tratamiento término de la soldadura.
- El postcalentamiento se utiliza como un eximiendo de la realización en la soldadura.

Figura 6

Susceptibilidad de formación de fisuras en frío



Según (MIESA, 2017).

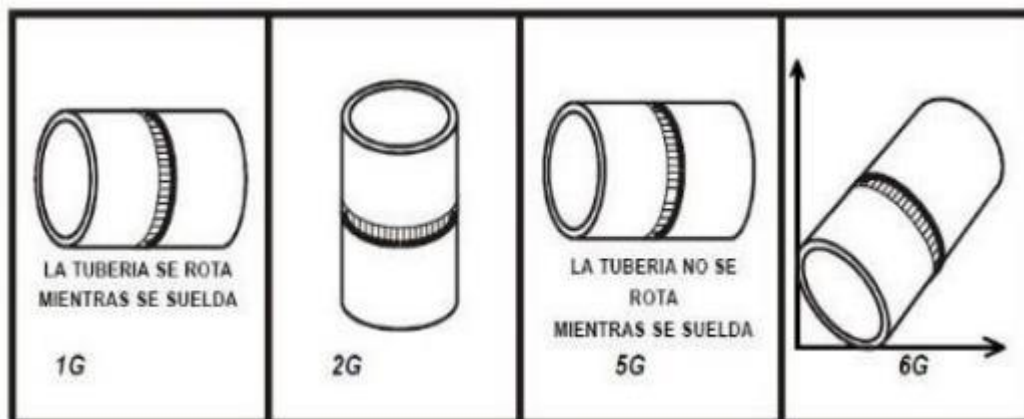
2.2.9. Armado de tubería

Inicialmente se debe conocer la posición del eje de soldadura en los diversos planos a soldar, por ello, el armado de una tubería demanda de conocimiento, destreza y mucha experiencia del soldador para realizar una unión.

En este sentido se presenta las principales posiciones de soldadura en tubería en la Figura 7.

Figura 7

Posiciones en soldadura de tubería



Según lo establece (Herrera, Andaluz Ortiz, Arteaga Lopez, & Bonilla Jimenez, 2018).

El electrodo es una pieza fundamental en el proceso de soldadura, esta pieza está formada por un núcleo de metal sólido, alambre y esta recubierto por una capa fundente granular que se sostiene en un lugar por algún agente aglutinante.

Para seleccionar el electrodo idóneo es importante analizar el ambiente de trabajo, para establecer el tipo y diámetro del electrodo que presente mayores condiciones y ventajas para el trabajo, este análisis es sencillo, sin embargo, se deben considerar los siguientes factores:

- ✓ Naturaleza del metal
- ✓ Área que soldar
- ✓ Clase de corriente que entrega el equipo de soldadura

- ✓ Posición del soldador
- ✓ Clase de unión y nivel de fijación
- ✓ Resistencia a corrosión, tracción o ductilidad
- ✓ Cumplimiento de normas específicas

Posteriormente, el soldador debe identificar fácilmente el tipo de electrodo a utilizar, el cual le atribuirá a la soldadura un arco estable, depósitos parejos y una reducción considerable de salpicadura.

Tabla 3

Propiedad de electrodos según el proceso SMAW

Localización	Proceso de soldadura	Clasificación del Electrodo	Diámetro Metal de Relleno	Current Type & Polarity	Amp Range	Volt Rang	Velocidad de avance pulg – min
SOLDADURA A TOPE LONGITUDINAL							
RAIZ	SMAW	E 6010	1/8"	DC+	85-95	29.0-31.0	9.0-11.0
RELLENO	SMAW	E 7018	1/8"	DC+	95-105	29.0-31.0	5.0-7.0
ACABADO	SMAW	E 7018	1/8"	DC+	90-100	29.0-31.0	6.0-8.0
SOLDADURA TIPO FILETE RADIAL							
BUTTERING	SMAW	E 7018	1/8"	DC+	95-100	29.0-31.0	8.0-9.0
RAIZ	SMAW	E 7018	1/8"	DC+	110-120	29.0-31.0	5.0-7.0
RELLENO Y ACABADO	SMAW	E 7018	1/8"	DC+	100-110	29.0-31.0	4.0-6.0

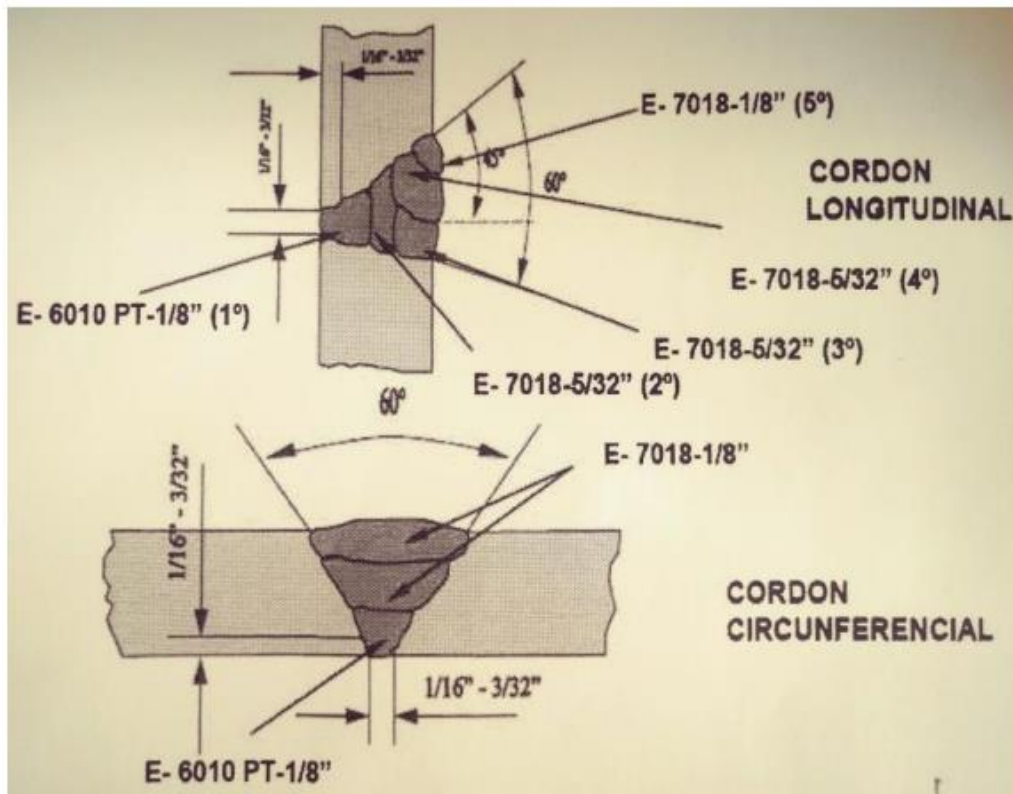
Según lo establecen (Herrera, Andaluz Ortiz, Arteaga Lopez, & Bonilla Jimenez, 2018).

El cordón de soldadura está compuesto por tres partes diferenciadas, la zona de soldadura, zona de penetración y zona de

transición, presentadas en la figura 8.

Figura 8

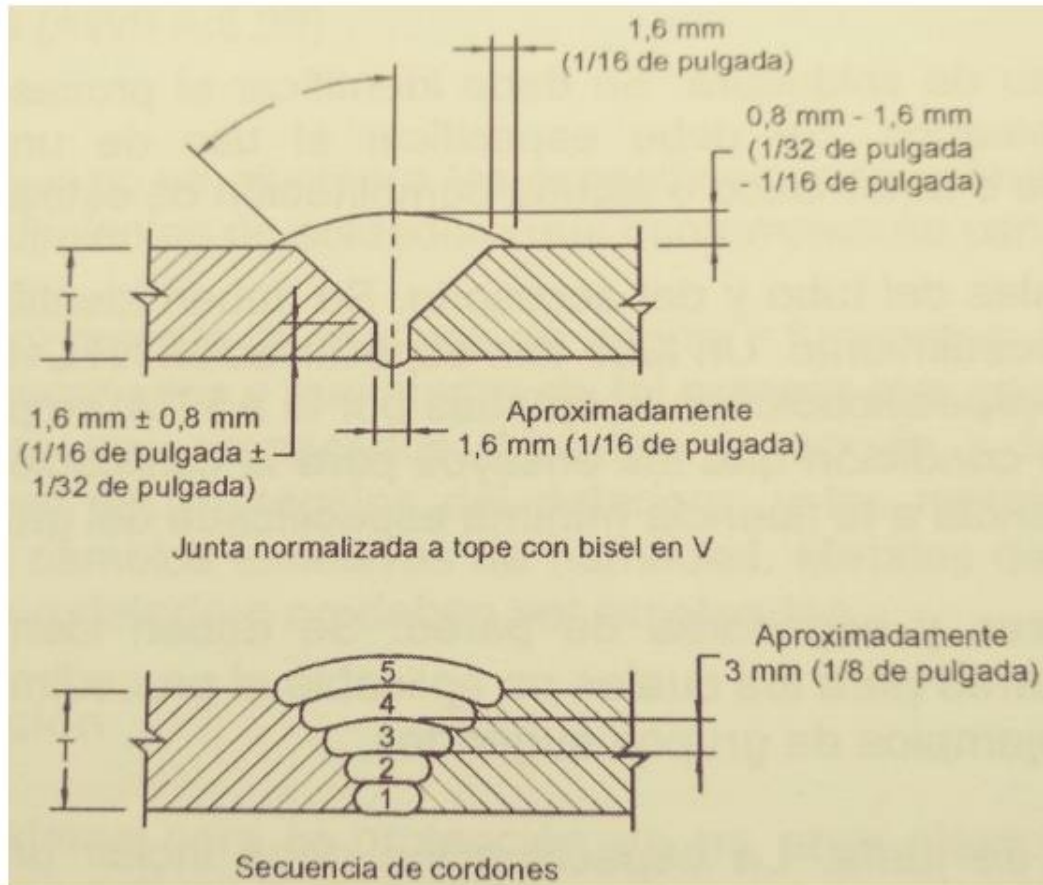
Partes del cordón de soldadura



Según lo establecen (Herrera, Andaluz Ortiz, Arteaga Lopez, & Bonilla Jimenez, 2018).

Consecuentemente, se realiza la fusión del metal y el aporte, cuando el metal de aporte y el metal base no presentan características semejantes, la soldadura puede presentar grietas. En este sentido, en el proceso SMAW la soldadura será exitosa si los metales y el aporte poseen propiedades semejantes en su composición química.

Figura 9
Estructura de pases de soldadura



Según lo establecen (Herrera, Andaluz Ortiz, Arteaga Lopez, & Bonilla Jimenez, 2018).

Figura 10

Armado de tubería



Imagen tomada por (Rodriguez Diaz, Armado de tubería, 2020)

Figura 11 *Estación de bombeo*



Imagen tomada por (Rodriguez Diaz, Estacion de Bombeo, 2020)

Figura 12

Medición de espesores de pintura (segunda capa)



Imagen tomada por (Rodríguez Díaz, Mmedición de espesores de Pintura (segunda capa), 2020)

Figura 13

Medición de espesores de pintura (capa final)



Imagen tomada por (Rodríguez Díaz, Medición de espesores de pintura (capa final), 2020)

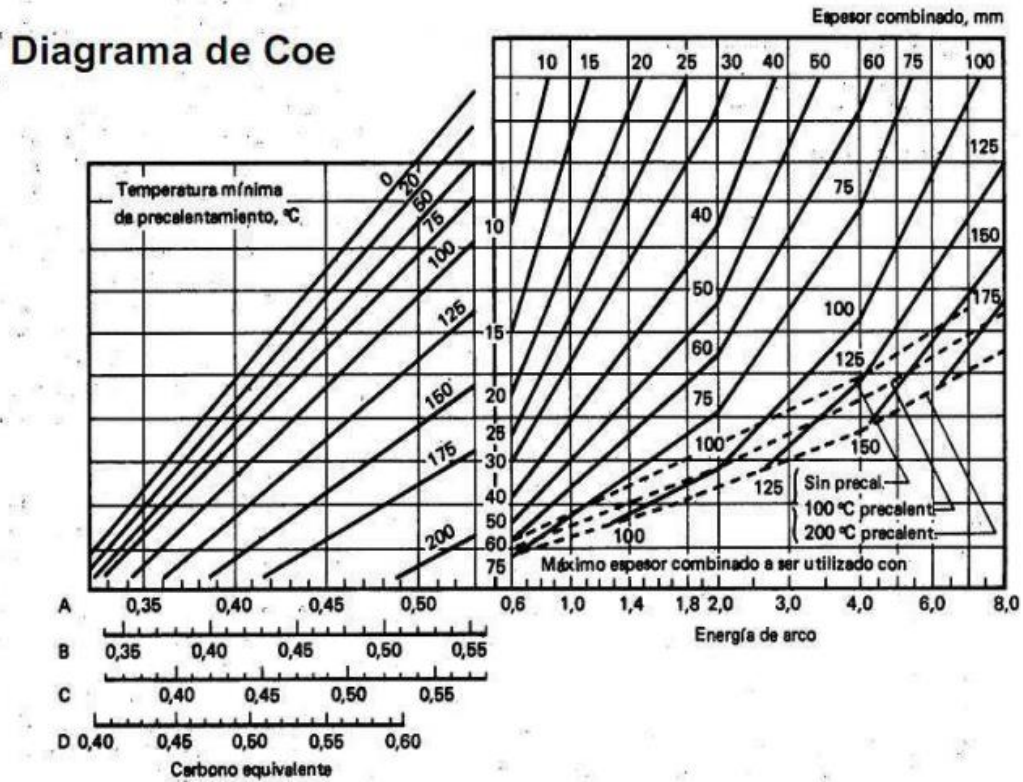
2.2.10. Verificación de hi-log

Según Eyheralde (2012) hay una gran cantidad de metodologías para estimar la necesidad de precalentamiento durante el proceso de soldadura en superficies de acero, es importante mencionar que estas metodologías emplean uno o varios de los elementos que inciden en la fisuración en frío:

- Composición química del acero
- Difusión de hidrogeno
- Calor aportado
- Espesor del metal
- Tensiones residuales en la soldadura
- Restricciones de la junta

En este sentido, se observa una significativa diferencia en la estimación de la implicancia de estos elementos entre los diversos métodos, para ello, inicialmente se cita al método de nomograma de COE, el cual se muestra en la Figura 14:

Figura 14
Diagrama de COE



Según establecido por (Eyheralde, 2012).

El diagrama de COE responde y se interpreta de acuerdo con las siguientes escalas:

Tabla 4

Escala de interpretación del diagrama de COE

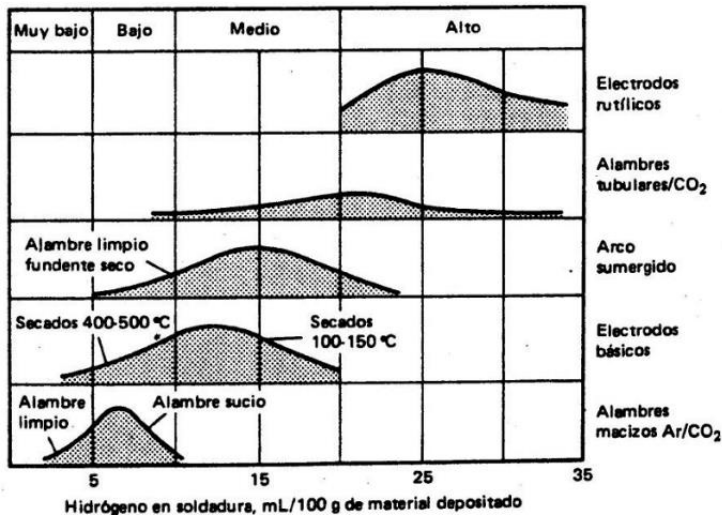
Escala A	Consumibles que aporten un metal de soldadura con tenores de Hidrogeno difusible mayor de 15ml/100 gr, luego de un adecuado secado.
Escala B	Consumibles que aporten un metal de soldadura con tenores de Hidrogeno difusible mayor de 10 y 15ml/100 gr, luego de un adecuado secado.
Escala C	Consumibles que aporten un metal de soldadura con tenores de Hidrogeno difusible mayor de 5 y 10 ml/100 gr, luego de un adecuado secado.
Escala D	Consumibles que aporten un metal de soldadura con tenores de Hidrogeno difusible mayor de 5 ml/100 gr, luego de un adecuado secado.

Según establece (Eyheralde, 2012).

Es de importancia resaltar que la cantidad de hidrogeno (ml/100) se determinar por medio de la siguiente grafica.

Figura 15

Determinación de hidrogeno en el diagrama de COE



Según establece (Eyheralde, 2012).

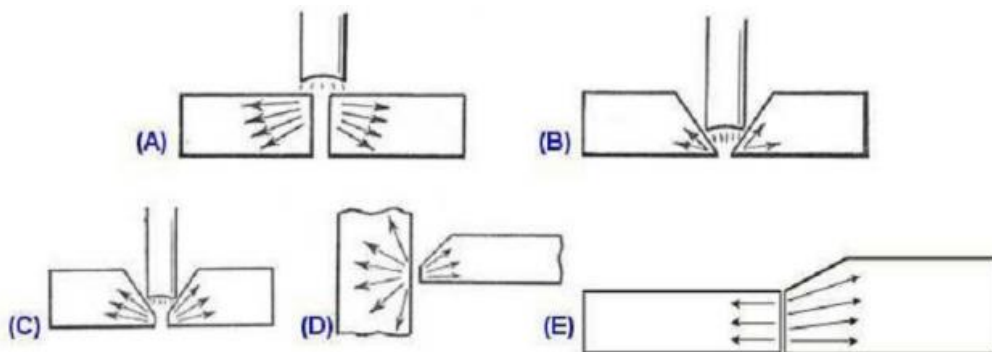
a) Pre calentamiento

Esta acción se basa fundamentalmente en el calentamiento de una junta antes de iniciar el proceso de soldadura, su objetivo es minimizar el tiempo de enfriamiento de la unión soldada (Eyheralde, 2012).

Entre sus principales ventajas se resalta la prevención de templeado y el incremento de la difusión de hidrogeno, por otro lado, incrementa la extensión de ZAC, lo cual representa su principal desventaja.

En la siguiente Figura 16 se visualiza los principales tipos de junta y como el calor ingresa por medio de cada pieza.

Figura 16
Tipo de junta y distribución de calor



Según lo establece (Eyheralde, 2012).

De acuerdo con la figura presentada se evidencia que:

- ✓ Se visualiza una junta sin la presencia de bisel, lo que permite una correcta y uniforme distribución de calor.
- ✓ Al soldar una raíz sin talón en el fondo de la junta, se reduce la energía y el calor, en términos generales el calor es inferior que en la pieza (A).
- ✓ Al igual que la pieza B se hace uso de una raíz sin talón, sin embargo, en este caso se hace uso de mayor energía para genera una mayor transferencia de calor.
- ✓ (E) Se evidencian dos juntas con un nivel de espesor diferente en cada lado, lo cual genera que en la pieza más grande ingrese mayor cantidad de calor.

b) Post - calentamiento

Según Eyheralde (2012), esta acción se basa en sostener la junta soldada a una temperatura superior al ambiente donde se realiza el proceso, con la finalidad de incrementar la difusión de hidrogeno y hace más duradero el enfriamiento de la unión. En este sentido, uno de los problemas más representativos en la soldadura, es la presencia de hidrogeno.

c) Fisuración por hidrogeno

Según Eyheralde (2012) la fisuración en frío o comúnmente conocida como fisuración asistida por hidrogeno, se caracteriza por la presencia de fisura de forma instantánea, en algunos casos pueden tardar unos minutos u horas después de haber terminado el proceso de soldadura. Principalmente las fisuras se ubican en el cordón de soldadura o en la zona con mayor impacto de calor, en este sentido se demanda de la presencia de los siguientes factores:

- ✓ Hidrogeno difusible en el metal de soldadura o en la zona afectada térmicamente.
- ✓ Una microestructura susceptible con una dureza superior a los 350 Hv.
- ✓ Alto nivel de restricción o tensión residual en la junta.
- ✓ Faja de temperatura entre (-100 °C) y (200 °C).

Es importante la intervención de todos estos factores para lograr una fisura por hidrogeno.

Figura 17
Verificación de hi-log



Foto tomado por (Rdriguez Diaz, 2020)

2.2.11. Inspección tintes penetrantes en raíz

Según Araque (2015), la inspección con tintes penetrantes es exclusivamente utilizada para identificar y señalar fisuras o huecos presentes en la superficie de un material de trabajo, la metodología se fundamenta principalmente en los preceptos generales de la acción capilar y la compenetración de humedad de un líquido con un nivel de viscosidad inferior, características que permiten el ingreso de este líquido por las

fisuras o grietas poco visibles o imperceptibles al realizar una inspección visual, en este sentido, este método permite visualizar y poner en evidencia hendiduras, gracias a dos características presenten en este líquido:

- ✓ La **capilaridad**, la cual se define como la capacidad de absorción líquida que tiene un elemento, este evento se suscita cuando dos fuerzas intermoleculares adhesivas con características líquidas y sólidas presentan una fuerza intermolecular superior y cohesiva al líquido.
- ✓ La **viscosidad**, se presenta como una característica que permite la absorción de un fluido a las deformaciones tangenciales.

En este sentido, Ceron (2019) sostiene que el método de tintes penetrantes se caracteriza principalmente por el uso de una sustancia líquida con un color fuerte o fluorescente, lo cual facilita su visualización al estar expuesto en una superficie, debido a su propiedad de capilaridad este líquido ingresa fácilmente en las fisuras o grietas del material. Consecuentemente, se inicia con un proceso de limpieza, a fin de quitar el exceso de líquido penetrante, para posteriormente aplicar un revelador, comúnmente se hace uso de un polvo de tonalidad clara, el cual tiene la función de absorber todo el líquido que ha ingresado por las grietas, de manera seguida se empieza a delinear el contorno de la capa de revelador.

En la tabla 5 se presentan los diversos tipos de inspección de tintes

penetrantes, de acuerdo a la normal ASTM E - 165.

Tabla 5
Tipos de inspección de tintes penetrantes (PT)

Tipo	Técnica	Pigmento	Caracterización
A	1	Fluorescente	Lavables con agua
	2		Post – emulsificables
	3		Removibles con solventes
B	1	Coloreado	Lavables con agua
	2		Post – emulsificables
	3		Removibles con solventes

Según (Araque, 2015).

La siguiente tabla presenta las principales ventajas y limitaciones de la inspección a través de líquidos penetrantes.

Tabla 6.
Ventajas y limitaciones de la inspección por líquido penetrante (PT)

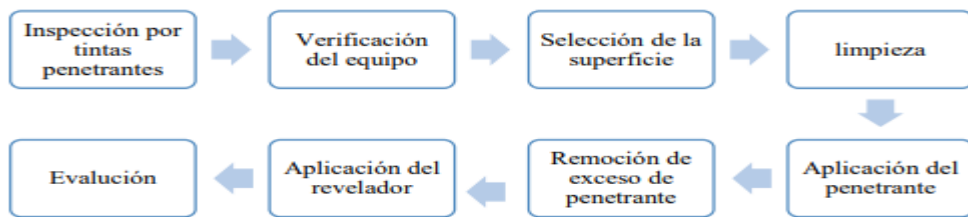
Ventajas	Limitaciones
- Sensibilidad alta a discontinuidades abiertas en la superficie, y materiales metálicos y no metálicos.	- Solo son aplicables a discontinuidades superficiales y materiales no porosos.
- Aplicable a cualquier tipo de geometría.	- Es difícil remover de roscas, ranuras y agujeros no visibles.
- Ensayo de fácil aplicación.	- Se requiere que los inspectores posean una amplia experiencia y habilidad.
- No requiere de equipos complejos para su ejecución.	- Se requiere una correcta combinación del revelador y penetrante, para resultados eficientes.

Según (Araque, 2015).

Finalmente, en la figura, se grafica el procedimiento que se debe utilizar para la inspección por medio de líquidos penetrantes, el cual se estructura en base a la norma ASTM E - 165.

Figura 18

Proceso de inspección de tintes penetrantes (PT)



Según lo establece (Araque, 2015).

Figura 19

Inspección de tintes penetrantes (A)



Foto tomada por (Rodríguez Díaz, *Inspección de tintes penetrantes (A)*, 2020)

Figura 20

Inspección de tintes penetrantes (B)



Foto tomada por (Rodriguez Diaz, Inspección de tintes penetrantes (B), 2020)

Figura 21

Inspección de tintes penetrantes (C)



Foto tomada por (Rodriguez Diaz, Inspección de tintes penetrantes (C), 2020)

2.3. Definiciones conceptuales

✓ **Normas Internacionales**

Se denominan así a una serie de estándares establecidos a nivel mundial (RAE, Definición de Normas internacional, 2022).

✓ **Certificación**

Recibir reconocimiento escrito de algún logro alcanzado (FAO, 2022).

✓ **Requerimientos**

Solicitar algún elemento tangible o intangible que se considera necesario (RAE, 2020).

✓ **Compresión**

Es un fenómeno físico que se refiere a la fricción de elemento producto de la reducción de su volumen (Gonzales, 2019).

✓ **Energía**

Capacidad de producir trabajo a través del movimiento (Chavez & Malaver, 2019).

✓ **Fluido**

Se denomina así a superficies o elementos blandos, los cuales presentan fuerzas de atracción susceptibles (EHU, 2010).

✓ **Dinámicas**

Perteneciente a la física, encargada de entender la relación entre el

movimiento y sus causas (Santos, 2019).

✓ **Innovación**

Acción novedosa que es utilizada para modificar elementos u protocolos (Castañón & Bolaños Evia, 2011).

✓ **Flujo De Proceso**

Continuidad referida a un sistema (ESAN, 2019).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Planteamiento metodológico

La presente investigación se definió de tipo básica, puesto que la información recopilada de la investigación fue de utilidad para desencadenar nuevas investigaciones y generar mayor conocimiento al espacio científico y tecnológico (Vara, 2012).

La investigación es de nivel causal, pues desea conocer los efectos del control de calidad de mantenimiento metalúrgico y en el sistema de bombeo. (Vara, 2012)

Por otro lado, se definió de diseño no experimental y de corte transversal, las razones se explican a continuación. (Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010). No experimental, puesto que no se realizó manipulación, intervención o modificación de las variables en estudio, por el contrario, solo se observó su comportamiento en su estado natural, de corte transversal, debido a que la información se tomó en un solo momento y espacio a decisión del investigador.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. La población de estudio

La población estuvo compuesta por el área de calidad y mantenimiento del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a la planta concentradora, Toquepala que lleva el control sobre los procedimientos en las cuatro estaciones de bombeo, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 7

Ubicación de estaciones de bombeo

Instalación	Coordenada UTM (WGS 84 Zona 19S)	
	Este	Norte
Estación de bombeo 1	309.025.786	8.071.464.093
Estación de bombeo 2	313.253.877	8.078.891.657
Estación de bombeo 3	319.148.346	8.086.232.826
Estación de bombeo 4	326.186.463	8.086.822.378

Según lo establece (Southern Perú Copper Corporation , 2018).

Asimismo, el área de mantenimiento y control de calidad se encuentra conformada por el personal mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 8*Personal de mantenimiento y calidad*

Cargo	Cantidad
Jefe de calidad	01
Supervisor de calidad	02
Supervisor de obra	01
Capataz	01
Operarios	06
TOTAL	11

Según lo establece (Southern Perú Copper Corporation , 2018).

3.2.2. Tamaño de muestra

Se trabajo con la totalidad de personal mantenimiento y calidad de estaciones de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora – Toquepala, es decir, 11 colaboradores, por lo cual se considera realizar un censo.

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnica

Para realizar la recolección de datos se utilizó una encuesta para recopilar información de valor acerca de los factores que han intervenido en la gestión de calidad en el sistema de bombeo de agua de quebrada

honda a planta concentradora Toquepala.

3.3.2. Instrumento

En consecuencia, se hizo uso de un cuestionario de encuesta.

3.3.3. Materiales y/o instrumentos

Los instrumentos para la recolección de datos se conceptualizan de la siguiente manera:

Encuesta: esta técnica permite al investigador plantear preguntas pre-estructuradas, dotándolo de diferentes respuestas ante una misma incógnita, de tal modo que, la comparación de estas genera una valoración de calidad por parte del personal operario, quien tiene trato directo con la maquinaria a considerar.

3.4. Técnicas para el procesamiento de datos

Se realizó la tabulación de datos en Microsoft Excel 2019, de manera consecuente se hizo uso del software estadístico IBM SPSS en su versión 24.0, útil para procesar los datos y obtener información sintetizada.

Posterior a ello se recurrió a la estadística descriptiva e inferencial, la estadística descriptiva permitió presentar la información en forma de tablas y figuras de frecuencia, por su parte la estadística inferencial,

permitió realizar la comprobación de hipótesis con el uso de pruebas estadísticas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Descripción de las pruebas experimentales

Todo el proceso se trabajó de acuerdo a normas de soldadura ASME 31.3 y ASME IX (tubería sometida a presión - inspección).

(1) Reconocer el material con el que se trabajó. Acero ASTM A36 – ASME 31.3 y ASME IX

(2) Pre-ensayo antes de los trabajos:

- ✓ El primer paso es elaborar el WPS (especificación de procedimiento de soldadura) y PQR (registro de calificación de procedimiento).
- ✓ Con el WPS se calificó al soldador y el PQR califica el WPS.
- ✓ El soldador fue calificado por un CWI, es decir realizó las probetas correspondientes, posteriormente las probetas son sometidas a ensayos destructivos para comprobar su dobléz y tracción.
- ✓ Se establecer el lugar donde será colocado el material (tubería) para definir la preparación superficial (arenado) y pintado (se transporta agua en tubería).
- ✓ Dado que la tubería no es nueva, se utilizó el método de arenado como tratamiento antes del pintado de tubería.

- ✓ Posteriormente se procede a seleccionar la arena y pintura (color rojo en tres capas)
- ✓ Finalmente, el arenado y pintado se trabajó según norma SSPC.

(3) Comienzan el armado de la tubería:

- ✓ Describir el tratamiento del material antes del armado (precalentamiento y adecuación de tubería).
- ✓ Se adjuntó el montaje de tubería – indica el armado completo.
- ✓ Adjunto registro de calidad

(4) Se empezó a soldar material, con electrodos ya especificados en

WPS:

- ✓ Se utilizó electrodos E6010 cello Cord en las primeras capas de raíz y en acabado Supercito.
- ✓ Se utilizó para medir e inspeccionar el cordón de soldadura (hi-log y galga pico de loro).
- ✓ Se procedió a realizar un ensayo no destructivo de inspección visual y de tintes penetrantes (para reconocer fisuras o grietas) leer procedimiento.
- ✓ Adjuntar registro de calidad

(5) Se realiza un ensayo no destructivo de ultrasonido

- ✓ Preparación: Limpieza y preparación de la superficie de la soldadura para la inspección.
- ✓ Calibración: Ajuste del equipo de ultrasonido para el material y espesor de la soldadura.
- ✓ Inspección: Escaneo de la soldadura con el transductor de ultrasonido y aplicación de un acoplante.
- ✓ Análisis: Análisis de los resultados para determinar si existen defectos o anomalías en la soldadura.
- ✓ Registro y documentación: Registro de los resultados de la inspección para su uso futuro en garantía de calidad.

(6) Se procedió al arenado:

- ✓ Al término del arenado se realizó una prueba de rugosidad antes de pintado.
- ✓ Adjuntar registro de calidad.

(7) Se procedió al pintado:

- ✓ Por capas, a cada capa se le mide el espesor de pintura.
- ✓ Indicar ficha técnica de pintura.
- ✓ Al termino de pintar las capas, se realizó una prueba de adherencia.
- ✓ Adjuntar registro de calidad.

(8) Termino de trabajo:

- ✓ Se realiza un ensayo de pruebas hidrostáticas, ya que la tubería está hecha para soportar presión de agua y saber cuánta presión se tiene para impulsar hasta el lugar requerido.

(9) Aplicación de instrumentos

- ✓ Se aplicó cuestionarios para conocer la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de quebrada honda a planta concentradora Toquepala según la percepción de los trabajadores.

4.2. Presentación y análisis de los resultados

Tabla 9

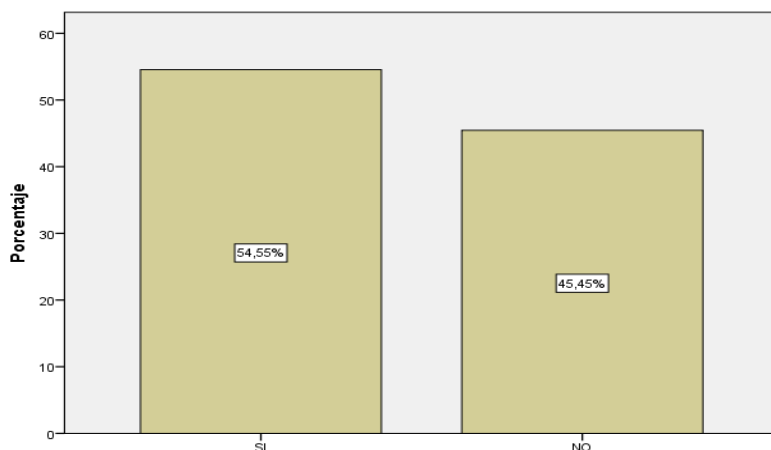
Dimensión Prueba de Presión a Tubería

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	6	54,5	54,5	54,5
NO	5	45,5	45,5	100,0
Total	11	100,0	100,0	

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Figura 22

Dimensión Prueba de Presión a Tubería



Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Interpretación: de acuerdo a la información presentada en la tabla 9, un 54,5 % del personal de mantenimiento y calidad de Southern Perú considero que las pruebas de presión en tubería se efectuaron de manera correcta, por otro lado, un 45,5 % del personal discrepó con esta afirmación y considero que no se realizó la prueba de presión en tuberías.

Tabla 10

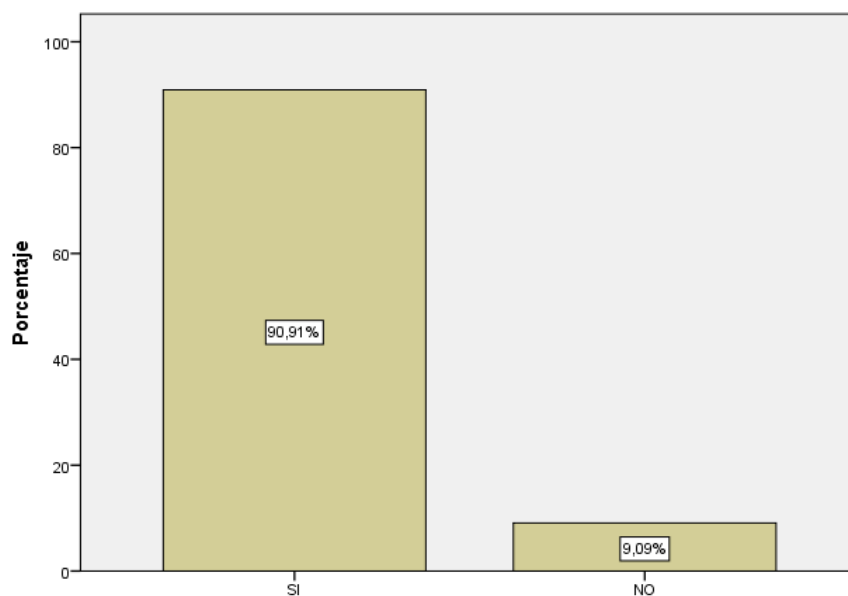
Dimensión Proceso de inspección a tubería

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	10	90,9	90,9	90,9
NO	1	9,1	9,1	100,0
Total	11	100,0	100,0	

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Figura 23

Dimensión Proceso de inspección a tubería



Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Interpretación: de acuerdo a la información presentada en la tabla 10, un 90,9 % del personal de mantenimiento y calidad de Southern Perú considero que el proceso de inspección en tubería se realizó de manera correcta, por otro lado, solo un 9,1 % del personal discrepo de esta afirmación y considero que el proceso de inspección a tubería no se realizó

de manera correcta.

Tabla 11

Dimensión Técnicas Operativas

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	10	90,9	90,9	90,9
NO	1	9,1	9,1	100,0
Total	11	100,0	100,0	

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Figura 24

Dimensión Técnicas Operativas



Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Interpretación: de acuerdo a la información presentada en la tabla 11, un 90,9% del personal de mantenimiento y calidad de Southern Perú considero que, si se usaron técnicas operativas para la evaluación eficiente

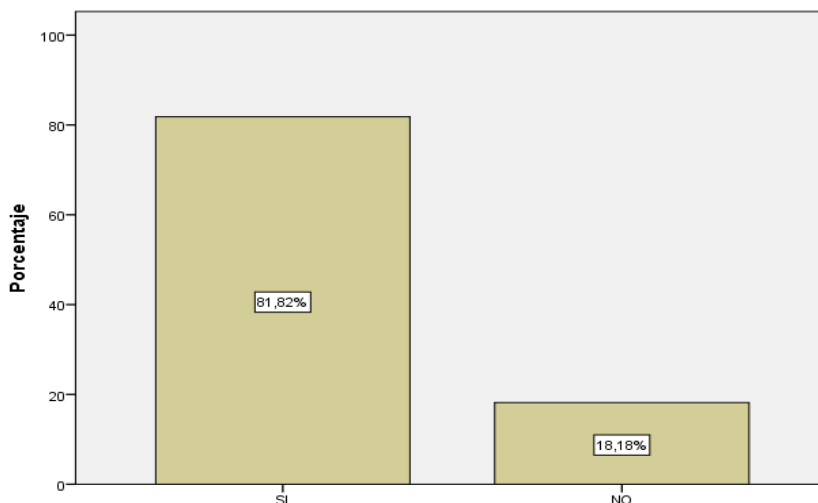
del sistema de bombeo de agua, por otro lado, solo un 9,1% del personal discrepo de esta afirmación y considero que no se aplicaron técnicas operativas en la evaluación del sistema de bombeo.

Tabla 12
Dimensión Administrativas de control

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	9	81,8	81,8	81,8
NO	2	18,2	18,2	100,0
Total	11	100,0	100,0	

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Figura 25
Dimensión Administrativas de control



Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Interpretación: de acuerdo a la información presentada en la tabla 12, un 81,8% del personal de mantenimiento y calidad de Southern Perú

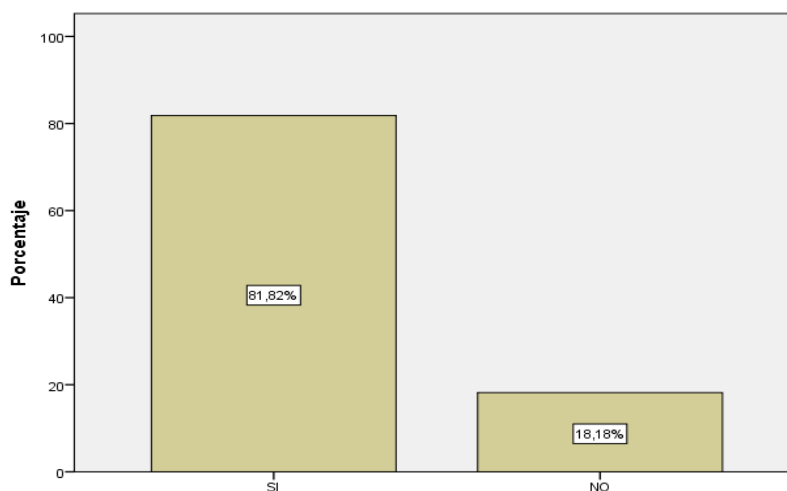
considero que, si se usaron administrativas de control para la evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua, por otro lado, solo un 18,2% del personal discrepo con esta afirmación y considero que no se aplican administrativas de control en la evaluación del sistema de bombeo.

Tabla 13
Dimensión Gestión

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	9	81,8	81,8	81,8
NO	2	18,2	18,2	100,0
Total	11	100,0	100,0	

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Figura 26
Dimensión Gestión



Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Interpretación: de acuerdo con la información presentada en la tabla 13, un 81,8% del personal de mantenimiento y calidad de Southern

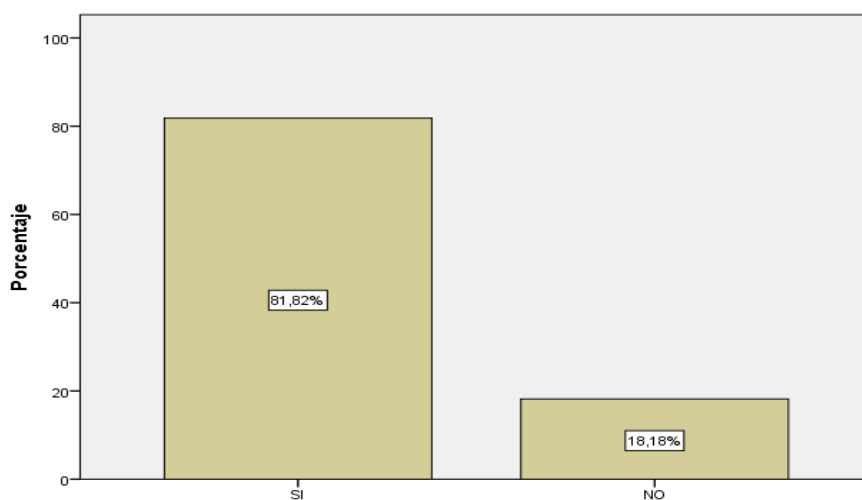
Perú considero que se realizó una buena gestión en la evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua, por otro lado, solo un 18,2% del personal discrepo de esta afirmación y considero que no se gestiona correctamente la evaluación del sistema de bombeo.

Tabla 14
Control de calidad metalúrgico

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	9	81,8	81,8	81,8
NO	2	18,2	18,2	100,0
Total	11	100,0	100,0	

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Figura 27
Control de calidad metalúrgico



Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Interpretación: de acuerdo a la información presentada en la tabla

14, un 81,8 % del personal de mantenimiento y calidad de Southern Perú considero que, si se realizó un control de calidad metalúrgico, por otro lado, solo un 18,2 % del personal discrepo de esta afirmación y considero que no se realizó un control de calidad metalúrgico.

Tabla 15

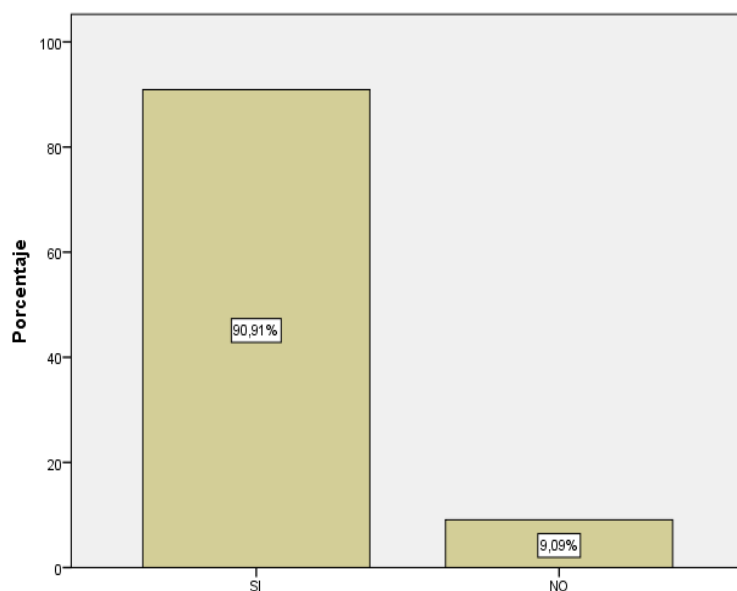
Evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
SI	10	90,9	90,9	90,9
NO	1	9,1	9,1	100,0
Total	11	100,0	100,0	

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Figura 28

Evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua



Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

Interpretación: De acuerdo con la información presentada en la tabla 15, un 90,9% del personal de mantenimiento y calidad de Southern Perú considero que la evaluación del sistema de bombeo de agua es eficiente, por otro lado, solo un 9,1% del personal discrepo de esta afirmación y considero que la evaluación del sistema de bombeo de agua no fue eficiente.

4.3. Contrastación de hipótesis

4.3.1. Comprobación de hipótesis general

En la tabla 16, se muestran los resultados de la hipótesis general.

Tabla 16
Comprobación de hipótesis general

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,155a	9	0,046
Razón de verosimilitud	12,328	9	0,195
Asociación lineal por lineal	7,226	1	0,007
N de casos válidos	11		

a. 16 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,09.

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

a) Establecimiento de hipótesis:

Ho: El control de calidad metalúrgico no influye significativamente en la

eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020.

H1: El control de calidad metalúrgico influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020.

b) Nivel de significancia:

$$\alpha = 0,05$$

c) Valor de prueba:

Chi - cuadrado = 0,046347 (Obtenido de la Tabla 12)

d) Comparación de P y α :

P valor = 0,046347 < $\alpha = 0.05$ (Obtenido de la Tabla 12)

e) Decisión:

Se rechaza H_0 .

f) Conclusión:

El control de calidad metalúrgico influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año

2020.

4.3.2. Comprobación de primera hipótesis específica

En la tabla 17, se muestran los resultados de la primera hipótesis específica.

Tabla 17
Comprobación de primera hipótesis específica

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,069 ^a	3	0,558
Razón de verosimilitud	2,825	3	0,419
Asociación lineal por lineal	0,887	1	0,346
N de casos válidos	11		

a. 8 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,45.

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

a) Establecimiento de hipótesis:

Ho: La prueba de presión de tubería no influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020.

H1: La prueba de presión de tubería influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año

2020.

b) Nivel de significancia:

$$\alpha = 0,05$$

c) Valor de prueba:

Chi - cuadrado = 0,558200 (Obtenido de la Tabla 13)

d) Comparación de P y α :

P valor = 0,558200 $>$ α = 0.05 (Obtenido de la Tabla 13)

e) Decisión:

No se rechaza Ho.

f) Conclusión:

La prueba de presión de tubería no influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020.

4.3.3. Comprobación de segunda hipótesis específica

En la tabla 18, se muestran los resultados de la segunda hipótesis específica.

Tabla 18*Comprobación de segunda hipótesis específica.*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	18,071 ^a	6	0,006
Razón de verosimilitud	14,421	6	0,025
Asociación lineal por lineal	7,738	1	0,005
N de casos válidos	11		

a. 12 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,09.

Nota. elaborado e Ingeniería de proyectos SPCC. SPPS 24.0.

a) Establecimiento de hipótesis:

Ho: El proceso inspección de tubería no influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020.

H1: El proceso inspección de tubería influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020.

b) Nivel de significancia:

$$\alpha = 0,05$$

c) Valor de prueba:

Chi - cuadrado = 0,006056 (Obtenido de la Tabla 14)

d) Comparación de P y α :

P valor = 0,006056 $< \alpha = 0.05$ (Obtenido de la Tabla 14)

e) Decisión:

Se rechaza H_0 .

f) Conclusión:

El proceso inspección de tubería influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1. Prueba de validación del modelo experimental

5.1.1. Reconocimiento del material

– **Acero ASTM A36**

Los aceros ASTM A36 son aceros al carbono estructurales utilizados en el sector construcción y minero, en general que cumplen los requisitos de las normas ASTM A36/ A36M.

TABLA:

– **Composición química por perfiles**

C	≤ 0,25%
Si	≤ 0,40%
Mn*	~%
S	≤ 0,05%
P	≤ 0,04%
Cu**	≥ 0,20%

– **Propiedades mecánicas**

- Límite de Fluencia = 250 Mpa (2,530 kg/cm²) mínima.
- Resistencia a la Tracción = 400 - 550 MPa (4,080 - 5,620 kg/cm²) (*).
- Alargamiento en 200 mm:

2;0 mm, 2;5 mm, 3;0 mm

1/8", 3/32", 4.5 mm y 3/16" = 15,0 % mínimo.

6,0 mm = 17,0% mínimo.

1/4" = 17,5% mínimo.

5/16", 3/8" y 1/2" = 20,0% mínimo.

(*) Para los espesores de 2,0 mm a 2,5 mm, la resistencia a la tracción mínima es de 340 MPa.

– Soldabilidad = Buena

– **Soldabilidad**

Admite muy bien la soldadura. Los más comúnmente usados para el A36 son los menos costosos y rápidos como la Soldadura por arco metálico protegido (SMAW, Shielded metal arcwelding) como la Soldadura por arco metálico protegido (SMAW, Shielded metal arcwelding), Soldadura con arco metálico y gas (GMAW, Gas metal arc welding), y soldadura welding, Soldadura con arco metálico y gas (GMAW, Gas metal arc welding), y soldadura oxiacetilénica. El acero A36 es también comúnmente atornillado y remachado en las aplicaciones estructurales.

Figura 29
Acero ASTM A36



Fotografía tomada por (Rodriguez Diaz, Acero ASTM A36, 2020)

5.1.2. Elaboración de WPS

El WPS (Welding Procedure Specification) es un documento precalificado que se utiliza de guía para realizar de forma completa una excelente soldadura, establece las directrices para el procedimiento a realizar según las normas y códigos de los procesos, este provee al trabajador la información necesaria para orientar y asegurar que el trabajo siga un debido procedimiento.

Tipo de ensayo	Criterio de aceptación	Resultados	Observaciones
Inspección visual (6.10.1)	6.10.1		---
Ensayo de dobléz cara (6.10.3.1.) y Fig. (6.8)	6.10.3.3.		----
Ensayo de dobléz raíz (6.10.3.1) y Fig. (6.8)	6.10.3.3		----

CERTIFICACIÓN

Ensayo conducido por:	
Empresa	
Numero de Registro WPQR:	
Numero de Registro NICK BREAK:	

Sacado de la empresa (Southern Perú Copper Corporation , 2018)

- Tabla resumen

Tipo de ensayo	Observaciones	Aprobó
Inspección visual		X
Ensayo de dobléz cara		X
Ensayo de dobles raíz		x

5.1.3. Elaboración de PQR

El PQR (Procedure Qualification Records) es un documento que se realiza para determinar a través de pruebas y ensayos si se coincide con lo establecido en el WPS, esta es la etapa previa donde se realiza un conjunto de variables como las pruebas de inspección, material base, tipo junta, material aporte, posición soldar, técnica, etc. El inspector califica el procedimiento de acuerdo con el código que utilizo y lo registra.

Tabla 20

PQR (Procedure Qualification Records)

REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)					
Soldador:		Ni Estampa:	DNI:	WPQR N°:	
WPS seguido por el soldador:		Evaluado en : Probeta (X) Soldadura de Producción ()			
Especificación de metal base:		Soldador de respaldo:		DNI:	
Variables de Soldadura (QW-350)		Valor Usado en Calificación		Rango Calificado	
Proceso de Soldadura:		SMAW		SMAW	
Tipo Usado (manual, semiautomático):		Manual		Manual	
Respaldo (metal, soldadura, gas, arco eléctrico):		Sin respaldo		Con o sin respaldo	
() Plancha () Tubería (Ingreso diámetro, si es tubería):		219.1 mm		73 mm hasta ilimitado	
Espesor:		12.70 mm		Hasta 25.4 mm	
Metal Base N° P o S a N° P o S:		N° P – 1 a N° P – 1		N° P – 1 a N° P-1	
Especificación metal de aporte o electrodo (SFA):		A.5.1		A.5.1.	
Clasificación Metal aporte o electrodo:		E6010 // E7018		E6010 // E70018	
Metal de Aporte N° F:		F3 // F4		F3 // F4	
Inserto Consumible (GTAQ o PAW):		---		---	
Tipo de metal de aporte (sólido/metal o fundente tubular/polvo):		Electrodo		Electrodo	
Espesor depositado por cada proceso:					
Proceso 1 ----- 3 capas mínimo Si () No ()					
Proceso 2 ----- 3 capas mínimo Si () No ()					
Posición calificada:		6G		Plancha y tubería >610 mm DE	Tubería <610 mm y >73 mm DE Filete
Progresión Vertical (ascendente / descendente):		Ascendente		Todas Todas Todas	
Tipo de gas combustible (OFW):		-----		-----	
Gas de respaldo (GMAW, GTAW, PAW):		-----		-----	
Modo de transferencia GMAW (spray, globular, cortocircuito, pulsado)		-----		-----	
Corriente tipo/polaridad (AC, DCEN, DCEP):		DCEP		DCEP	
RESULTADOS					
Inspección Visual de Soldadura Terminada:			CONFORME		
Resultados de Prueba de Doblez Guiado: CONFORME					
() Cara y Raíz Transversal		() Cara y Raíz Longitudinal		(2) de Lado	
() Tubería, recubrimientos resistentes a la corrosión			() Plancha, recubrimientos resistentes a la corrosión		
() Tubería, Prueba de ataque químico			() Plancha, prueba de ataque químico		
Tipo	Resultado	N° Informe	Resultado	Tipo	Resultado
----	----	----	----	----	----
----	----	----	----	----	----
Resultado de Examen Radiográfico Alternativo:					
Soldadura de Filete: ---- Prueba de fractura: ----			Longitud y porcentaje de defectos: -----		
Macro ataque:	-----	Tamaño de filete:	----	Concavidad / convexidad:	

Otras pruebas:	
Película o muestras evaluadas por:	Compañía:
Pruebas mecánicas conducidas por:	N° Registro:
Soldadura supervisada por:	

Según (Southern Perú Copper Corporation , 2018).

5.1.4. Arenado y pintado

El arenado y pintado se trabaja según norma SSPC, los formatos se presentan en los anexos 3, 4 y 5.

- Anexo 3. Registro de verificación, montaje de soportería y tubería
- Anexo 4. Registro de preparación superficial
- Anexo 5. Prueba de adherencia

5.1.5. Armado de la tubería

Descripción de tratamientos del material antes del armado (precalentamiento y adecuación de tubería).

a) Temperatura de precalentamiento

- Método de Ito - Bessyo

Este método se enfoca en el cálculo de la temperatura de precalentamiento para todo tipo de acero compuesto de carbono entre 0,07 y 0,22%.

Tomando en consideración los factores que condicionan la fisuración, se plantea la siguiente fórmula:

Formula 1.

Temperatura de precalentamiento

$$P_w = P_{cn} + \frac{H}{60} + \frac{t}{600}$$

P_w: Temperatura de precalentamiento

H: Hidrogeno difusible

t: espesor de la chapa en soldadura a tope (mm)

De esta manera, se tiene lo siguiente:

Formula 2.

Parámetro de fisuración

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Cr+Mn+Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B\%+$$

$$H = 5 \text{ cc}/100g$$

$$t = (37 \text{ }^\circ\text{C})$$

P_{cm}: Parámetro de fisuración

H: Hidrogeno difusible en el metal de soldadura, cc/100g

t: espesor de la chapa en soldadura a tope (mm)

C: Carbono

Si: Silicio

Mn: Manganeso

Cu: Cobre

Cr: Cromo

Ni: Niquel

Mo: Molibdeno

V: Vanadio

B: Boro

$$Pcm = 0,526$$

$$Tp = 1440 * Pcm - (392 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Por ello, la temperatura de precalentamiento según el método planteado es de (365,2 °C).

Tabla 21

Temperatura de precalentamiento mínimo y temperatura de interpase según AWS D1.1

Precalentamiento mínimo y temperatura de interpase para tres niveles de restricción de junta (ver B6.2.4)								
Nivel	Espesor (mm)	Precalentamiento mínimo y temperatura de interpase (°C)						
		Agrupación de susceptibilidad						
		A	B	C	D	E	F	G
Bajo	<10	<20	<20	<20	<20	60	140	150
	10-20 incl.	<20	<20	20	60	100	140	150
	>20-38 incl.	<20	<20	20	80	110	140	150
	>38-75 incl.	20	20	40	95	120	140	150
	>75	20	20	40	95	120	140	150
Medio	<10	<20	<20	<20	<20	70	140	160
	10-20 incl.	<20	<20	20	80	115	145	160
	>20-38 incl.	20	20	75	110	140	150	160
	>38-75 incl.	20	80	110	130	150	150	160
	>75	95	120	140	150	160	160	160
Alto	<10	<20	<20	20	40	110	150	160
	10-20 incl.	<20	20	65	105	140	160	160
	>20-38 incl.	20	85	115	140	150	160	160
	>38-75 incl.	115	130	150	150	160	160	160
	>75	115	130	150	150	160	160	160

Según (Comité D1 de Soldadura Estructural de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS), 2015).

La temperatura de precalentamiento que se selecciona para la soldadura de A36 será la propuesta por Ito-Bessyo para preservar un bajo nivel de gradiente de temperatura y minimizar las posibilidades de fragilización, de igual manera se busca lograr una velocidad de enfriamiento lenta, considerando el precalentamiento y la temperatura de interpase.

b) Temperatura de interpase

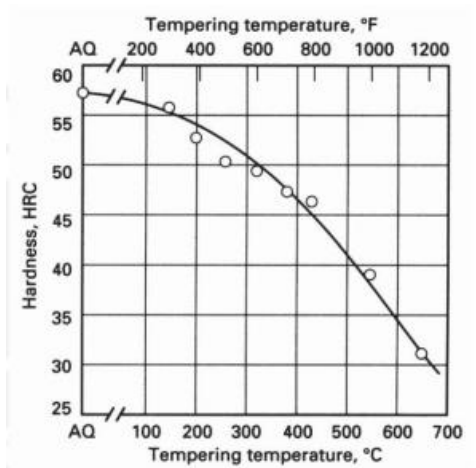
La temperatura de interpase mínima regularmente es la temperatura de precalentamiento, su finalidad es minimizar el riesgo de fisura en frío.

Por ello para evitar el crecimiento del tamaño del grano y alterar las propiedades del acero A36 se plantea una temperatura de interfase mínima, es decir de 365,2 °C.

c) Temperatura de post-calentamiento

Figura 30

Curva de revenido para el acero A36



Según (Comité D1 de Soldadura Estructural de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS), 2015).

Después de realizar la soldadura se debe efectuar un distensionado a causa de las tensiones residuales que se visualizan después de la soldadura, por ello para no afectar las propiedades mecánicas y dureza del acero se debe reducir la temperatura a (25°C), en ningún caso el distensionado puede rebasar la temperatura de revenido.

d) Velocidad de enfriamiento

El enfriamiento debe ser lento y controlado para evitar problemas metalúrgicos.

5.1.6. Inspección visual

Para que un cordón de soldadura cumpla con los requerimientos de calidad no debe de presentar fisuras, penetración inadecuada, quemones u otra alteración que le quite uniformidad, así también debe cumplir con todos lo expuesto en el código AWS D1.1

- Para una correcta inspección visual de soldadura se debe considerar los siguientes aspectos:
- Verificar que el cordón de soldadura este totalmente limpio.
- Verificar que los soldadores tengan homologación vigente.
- El buen estado del calibrador de soldadura y su certificado de calidad actualizado.

Por otro lado, los criterios de aceptación son definidos por el código ASME sección V articulo 9 y el código de construcción AWS D1.1.

5.1.7. Ensayo no destructivo de ultra sonido

- La inspección se efectúa después del tratamiento termino, si este es

requerido:

- La evaluación se realiza en base al nivel de referencia primaria, por ello se deben quitar los 6dB adicionado para el escaneo.
- Todos los reflectores que produzcan una respuesta más grande que el 30% del nivel de referencia serán investigados.
- Por otro lado, la longitud de la imperfección se mide a través de la técnica de caída 6dB en la vista de C-scan.
- La medición de la altura se efectúa con los cursores de medición en el barrido sectorial y auxiliándose de la imagen de barrido A.
- La profundidad de la imperfección se mide utilizando los cursores de medición de los canales de Arreglo de fases.
- Después de la inspección, todas las áreas reparadas deben ser reinspeccionados utilizando el mismo método con el que fue detectada la indicación o grupo de indicaciones u otro de similar o mejor sensibilidad.

Tabla 22
Registro de ultrasonido

Información General			
Empresa:		Ubicación del proyecto:	
Tipo de proyecto:		Normativas:	
Información de la inspección			
Descripción de la pieza:			
Proceso de fabricación:			
Tipo de material:			
Espesor del material:			
Estado del cordón de soldadura:			
Equipos y materiales			
Ultrasonido			
Marca:	Modelo:	Rango de frecuencia:	Fuente de poder:
Transductor			
Marca:	Modelo:	Ángulo nominal:	Dimensiones:
Parámetros de inspección			
Campo:	Ganancias:	Velocidad de sonido:	Acoplante:

Según lo establece (Southern Perú Copper Corporation , 2018).

5.1.8. Pintado

El sistema de pintado aplica en caso de estructuras de acero, equipamiento y tuberías aéreas no expuestas a ambientes en los cuales hay uso de productos químicos, expuestos o no a los rayos solares.

Tabla 23*Sistema de pintura a aplicar por capas*


PREPARACIÓN DE SUPERFICIE									
Preparación de superficie defectos menores:			Limpieza con chorro abrasivo al metal blanco según norma SSPC – SP5.						
SISTEMA A APLICAR									
Capa	Producto	Rend. (m2/gal)	Espesor en mils		Repintado a 25°C		Diámetro boquilla	Diluyente	Tiempo de vida útil
			Húmedo	seco	Mín.	Máx.			
Primera	Zinc Clad II	15.4	---	3.0	--	--	0.017" 0.021"	P30	2-8 hrs a 25°C
Mist Coat	Macropoxy 646	32.2	4.0	2.0	8 hrs	1año	0.017" 0.023"	P33 NC	4 hrs a 25°C
Stripe coat	Macropoxy 646	---	---	---	8 hrs	1año	---	P33 NC	4 hrs a 25°C
Segunda	Macropoxy 646	16.1	7.0	4.0	8 hrs	1año	0.017" 0.023"	P33 NC	4 hrs a 25°C
Tercera	Acrolón 218 (Sumathane HS)	16.2 (50)	5.0	3.0 (2.0)	8 hrs	03 meses	0.013" 0.017"	P20 NC	2 hrs a 25°C

Según lo establecido por (Southern Perú Copper Corporation , 2018).

El registro de calidad para el pintado es el siguiente:

Tabla 24

Registro de aplicación de recubrimientos

 SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU		SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD						
REV.		CONSTRUCCIÓN		Cod cliente				
Fecha:		Registro de aplicación de recubrimientos		Cod. Obra				
				Fecha.				
1.0 DATOS GENERALES								
Proyectos:		Actividad a realizar:						
Área:		Plano:						
Sistema:		N° registro:						
Subsistemas:		Fecha:						
2.0 INSPECCIÓN								
APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO								
SISTEMA DE ESPECIFICACIÓN:								
Marca de pintura:	N° de Lote:	Fecha de fabricación:	Color RAL:	Diluyente:	% de Dilución:			
Equipo de aplicación:								
Brocha / Rodillo:	Otros:							
Apariencia de superficie	Uniforme:	Chorreada, combadura, etc:						
Rasguños, astillas:	Ampollas	Agujeros / burbujas:						
Aceptada		Rechazada (si es rechazada, adjuntar hoja separada con explicación)						
REGISTRO DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA								
Tipo de medidor:		Magnético:		Digital:	Modelo:			
Ítem	Elemento	Capa	Medidas tomadas (puntos espaciados a 5" – 15")			MIN	MAX	PROM
Se realizo corrección:		Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Fecha		
3.0 NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES								
4.0 APROBACIÓN								
SUPERVISIÓN		SUPERVISIÓN QC		SUPERVISIÓN SPCC				
Nombre:		Nombre:		Nombre:				
Firma:		Firma:		Firma:				
Fecha:		Fecha:		Fecha:				

Ficha de la empresa (Southern Perú Copper Corporation , 2018).

5.1.9. Pruebas hidrostáticas

Tabla 25

Registro de pruebas hidrostática

		Sistema de gestión de calidad							
				Revisión	Fecha de edición				
		Registro de prueba hidrostática y neumática		Página					
Proyecto:		N° Registro:							
Contratista:		Área:							
N° de contrato:		Sistema:							
Ubicación:		Sub sistema:							
Fecha de inspección:									
Plano y/o P&iD:		Plano y/o P&iD:							
Plano y/o P&iD:		Plano y/o P&iD:							
Condiciones del examen									
Presión de prueba:			Tiempo de prueba:						
Norma de evaluación:			Material de tubería:						
Tipo de prueba									
Neumática			Hidrostática						
Fluido de prueba									
Aire		Agua		Otro					
Línea			Isometro						
Datos de nanómetros a utilizar									
IT	Marca	Rango	Serie	Certificado de calibración					
Control de prueba									
IT	Hora	Presión	Tem. Ambiente	Tem. Del tubo	IT	Hora	Presión	Tem. Ambiente	Tem. Del tubo
Comentario									
Aprobación final:									

Ficha de la empresa (Southern Perú Copper Corporation , 2018).

5.2. Contraste con trabajos de investigaciones similares

De acuerdo a la investigación presentada por Champet Pérez (2009), quien analizo la optimización del sistema de bombeo de agua potable, concluyo que el sistema de agua no funciona correctamente a causa de un inadecuado control dentro del cuarto de bombeo, así también se debe sumar esfuerzos en el mantenimiento preventivo y correctivo, dichos resultado contrasta con lo precisado en la investigación, donde un 90,9 % del personal de mantenimiento y calidad de Southern Perú considera que la evaluación del sistema de bombeo de agua es eficiente.

Por otro lado Carranza Soto (2011) evaluó el mejoramiento de una estación de bombeo de agua de mar, concluyendo que un buen desempeño en la ejecución de actividades es consecuencia de mantener al personal capacitado y una correcta evaluación de la aplicación de los conocimiento obtenido, así también las mejoras en el sistema de bombeo minimizan los paros no programados, esto concuerda con los resultado de la investigación donde se señala que se usan técnicas operativas para la evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua, así también se usan administrativas de control para la evaluación eficiente del sistema de bombeo de agua, por otro lado, de igual manera un 81,8 % indica que existe una buena gestión en la evaluación del sistema de bombeo de agua.

Desde otra perspectiva Aguilar Flores (2019) evaluaron el control de calidad en mantenimiento de bombas verticales en el sector minero, concluyendo que se aplicó un correcto programa de mantenimiento que ayudo positivamente en la vida útil de las bombas verticales, así también se conoció que el mantenimiento reduce las perdidas e incrementa la utilidad en la empresa, estos resultados se asemejan a los concluido en la investigación, donde un 81,8 % del personal de mantenimiento y calidad de Southern Perú considera que, si se realiza un control de calidad metalúrgico.

CONCLUSIONES

1. Las variables de investigación (control de calidad metalúrgico y eficiencia de la línea de impulsión) presentan un enfoque cuantitativo, por ello se utilizó la prueba estadística Chi Cuadrado, con un P valor de (0,056) inferior al nivel de significancia (0,05), se determinó que el control de calidad metalúrgico influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020, por otro lado todo el proceso de inspección se realizó siguiendo las normas de soldadura ASME 31.3 y ASME IX, para ello se elaboró un WPS (especificación de procedimiento de soldadura) y PQR (registro de calificación de procedimiento).
2. De acuerdo a los resultados de la prueba estadística Chi Cuadrado, con un P valor de (0,558) superior al nivel de significancia (0,05), se comprobó estadísticamente que la prueba de presión de tubería no influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020, la presión se medirá por medio de la prueba hidrostática que permite evaluar la integridad del gasoducto, esta prueba usa el agua para ejercer presión

en diferentes niveles superiores al nivel de operación, así también se presentó el registro de prueba hidrostática.

3. De acuerdo a los resultados de la prueba estadística Chi Cuadrado, con un P valor de (0,006) inferior al nivel de significancia (0,05), se comprobó estadísticamente que el proceso inspección de tubería influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020, por ello se elaboraron registros de verificación de soportaría y tubería, registro de preparación superficial, prueba de adherencia, se estableció la temperatura de precalentamiento, temperatura de Inter pase y post - calentamiento, finalmente se presentó un registro de inspección visual de soldadura.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar procedimientos y lineamiento para la verificación del estado de conservación del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora, de manera mensual y anual, en trabajo conjunto con las áreas operativas, de mantenimiento y supervisión, lo cual permita registrar, verificar y controlar el funcionamiento del sistema.
2. Las bombas de agua son equipos que requieren un mínimo mantenimiento mecánico, sin embargo, los elementos que se requieren para su instalación como tuberías, controles de mando y accesorio si pueden presentar problemas operativos y de mantenimiento, por ello se recomienda realizar una inspección frecuente y cambio de elemento de ser necesario.
3. Se recomienda la instalación de una válvula check como medio de seguridad en la salida de la tubería de impulsión de la bomba, con el objetivo de reducir la posibilidad de daños por golpes, a su vez si la bomba no está en operación por varios periodos, verificar que el eje de la bomba funcione eficientemente y de manera regular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addario, I. M. (2017). *Manual de soldadura industrial (Fundamentos, tipos y aplicaciones)*. Edición Kindle.
- Aguilar Flores, Y. P. (2019). *Control de calidad en labores de mantenimiento mecánico de bombas verticales y sumergibles del área de relaves de unidad minera Constancia - Hudbay Minerals*.
Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8786/IMagflyp1.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Araque, O. (2015). Caracterización de discontinuidades típicas en soldadura, utilizando la técnica de Ultrasonido Pulso Eco-Scan A. *Scientia et technica*, 335.
- Carranza Soto, M. N. (2011). *Evaluación y propuesta de mejoramiento de la estación de bombeo de agua de mar, de una finca dedicada a la adquisición, producción y cosecha de camarón*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0574_Ml.pdf
- Castañón, L. d., & Bolaños Evia, G. (2011). Innovación y Estrategia: dos conceptos aparentemente contradictorios. *Nova Scientia*.
- ChampetPérez, E. R. (2009). *Optimización del sistema de bombeo de agua*

- potable del hospital general San Juan de Dios*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0580_M.pdf
- Chavez, E. A., & Malaver, M. (2019). Los conceptos de calor, trabajo, energía y teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *La Revista Venezolana de Educación*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/356/35603814.pdf>
- Comité D1 de Soldadura Estructural de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS). (28 de 07 de 2015). Código de soldadura estructural—. Obtenido de https://pubs.aws.org/download_pdfs/d1.1-2015-spa-pv.pdf
- Cornejo, A. (2021). *Procedimiento de calidad: Inspeccion visual de soldadura*. Ilo - Perú: SERGEAR SAC.
- Cortés Sánchez, J. M. (2017). *Sistemas de gestión de calidad*. ICB Editores.
- Cuatrecasas Arbós, L., & Gonzáles Barbón, J. (2017). *Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación*. Profit editorial.
- Duncan. (2001). *Control de calidad y estadística industrial*. España: Alfaomega.
- EHU. (2010). *Fuerzas intermoleculares*. Obtenido de <https://www.ehu.eus/biomoleculas/moleculas/fuerzas.htm>
- ESAN, C. (2019). *El uso del diagrama de flujo para la gestión de calidad*.

Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-uso-del-diagrama-de-flujo-para-la-gestion-de-calidad>

Eyheralde, M. (2012). *Inspección Especializada de Mecánica General junto al Coordinador Técnico de la Tecnicatura*. UTU CETP.

FAO. (2022). *Definición de certificación*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ad094s/ad094s03.htm>

Gonzales, A. O. (2019). *La comprensión en acción: un análisis sobre sus niveles y cualidades*. Obtenido de <http://revele.uncoma.edu.ar/htdoc/revele/index.php/psico/article/view/2556/pdf>

Google Earth. (s.f.).

Gutiérrez, S. (2014). *Control de calidad en la producción industrial*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/13153/TFG-I-174.pdf;jsessionid=1F51C0B455B354524A6E255259159C63?sequence=1>

Herrera, H. C., Andaluz Ortiz, V., Arteaga Lopez, O., & Bonilla Jimenez, W. (2018). *Procesos metalurgicos en la soldadura*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

López Rodríguez, M. I., & López Linares, P. (12 de Diciembre de 2014). *Uso secuencial de herramientas de control de calidad en procesos*

productivos: usa aplicación en el sector agroalimentario. Obtenido de

<https://search.proquest.com/openview/32a4a906c1e6cb32fcdf2c471358db0/1?pq-origsite=gscholar&cbl=896333>

Machengo Gil, G. K. (2019). *Diseño de estación de bombeo automatizada para la explotación de recurso hídrico subterráneo en la región de Tacna.* Obtenido de Repositorio UNJBG: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3779>

MIESA. (2017). *Soldadura y tratamientos termicos.* Obtenido de <https://www.miesa.com/single-post/2017/02/21/soldadura-y-tratamientos-t%C3%A9rmicos>

Morral, F., E. Jimeno, & P. Molera. (2005). *Metalurgia general (Tomo I).* Barcelona: Editorial Reverte.

Pacovilca Arhuata, G. (2016). *Modelo estratégico de gestión integral de activos para optimizar las operaciones de mantenimiento en la unidad minera Anabi S.A.C.* Obtenido de Repositorio UNJBG: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2472>

Rado, J. C. (2016). *CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURAS EN TUBERÍAS DE ACERO AL CARBONO PARA REFINERÍAS SEGÚN ASME B31.3.* Arequipa - Peru: UNSA.

RAE. (2020). *Definición de Requerimientos.* Obtenido de

- <https://dle.rae.es/requerimiento>
- RAE. (2022). *Definición de Normas internacional*. Obtenido de <https://dpej.rae.es/lema/norma-t%C3%A9cnica-internacional>
- Ramos, B. S. (2019). *Control de calidad de soldaduras industriales mediante ensayos no destructivos*. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristobal de Humanga.
- Rodríguez Díaz, E. A. (2020). Verificación de hi-log. Toquepala, Tacna, Perú.
- Rodríguez Ayala, Y. M. (2014). *Mejoramiento del sistema de bombeo para evacuación eficiente de aguas subterráneas en Volcan Compañía Minera S.A.A - Unidad San Cristobal*. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3215/Rodriguez%20Ayala.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez Díaz, E. A. (2020). Acero ASTM A36. Toquepala, Tacna, Perú.
- Rodríguez Díaz, E. A. (2020). Armado de tubería. Toquepala, Tacna, Perú.
- Rodríguez Díaz, E. A. (2020). Estación de Bombeo. Toquepala, Tacna, Perú.
- Rodríguez Díaz, E. A. (2020). Inspección de tintes penetrantes (A). Toquepala, Tacna, Perú.
- Rodríguez Díaz, E. A. (2020). Inspección de tintes penetrantes (B). Toquepala, Tacna, Perú.
- Rodríguez Díaz, E. A. (2020). Inspección de tintes penetrantes (C).

- Toquepala, Tacna, Perú.
- Rodriguez Diaz, E. A. (2020). Medición de espesores de pintura (capa final).
Toquepala, Tacna, Perú.
- Rodriguez Diaz, E. A. (2020). Mmedicion de espesores de Pintura (segunda
capa). Toquepala, Tacna, Perú.
- Rodriguez, F. D. (2018). *Uniones soldadas y su simbologia segun AWS*.
Obtenido de
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m2/Uniones_soldadas_y_su_simbologia_segun_AWS.pdf
- Rojas, R. P. (2019). *Aplicacion del control de calidad en el proceso de fabricacion de estructuras metalicas en Castro Contratistas Ingenieros SAC, Lima, 2018*. Obtenido de
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1774/1/T026_46295705_T.pdf
- Sampieri, R. H., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010).
Metodologia de la investigacion 5ta edicion. Mexico: MC Graw Hill.
- Santos, M. G. (2019). *Cinematica*. Obtenido de
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n2/m5.html>
- Southern Perú Copper Corporation . (2018). *Construccion de trabajos miscelaneos del proyecto sistema de bombeo de agua de Quebrada*

Honda a Toquepala. Obtenido de

file:///C:/Users/jhon/Downloads/Anexo%204-Alcance%20rev2.pdf

Vara, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima: Universidad San
Martín de Porres.

Anexo 1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
CONTROL DE CALIDAD METALÚRGICO DE LA LINEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA DE QUEBRADA HONDA A PLANTA CONCENTRADORA					
TOQUEPALA – SOUTHERN PERÚ AÑO 2020					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores		
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera el control de calidad metalúrgico influye en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué manera la prueba de presión de tubería influye en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020? • ¿De qué manera el proceso inspección de tubería influye en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020? 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo general: Determinar la influencia del control de calidad metalúrgico en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia de la prueba de presión de tubería en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020. • Determinar la influencia del proceso inspección de tubería en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020. 	<p>Hipótesis general:</p> <p>El control de calidad metalúrgico influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La prueba de presión de tubería influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020. • El proceso inspección de tubería influye significativamente en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020. 	Variable 1: Control de calidad de mantenimiento		
			Dimensiones	Escala de medición	Niveles o rangos
			<ul style="list-style-type: none"> • Prueba de presión de tubería • Proceso de inspección de tubería 	Ordinal	
			Variable 2: Evaluación eficiente del sistema		
Dimensiones	Escala de valores	Niveles o rangos			

			<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas operativas / • Administrativas de control • Gestión 	Ordinal	
Tipo y diseño de investigación	• Población y muestra	Técnicas e instrumentos	Estadística		
Tipo: Básica Diseño: No experimental de corte transversal.	Población: La población se encuentra conformada por el área de calidad y mantenimiento del sistema de bombeo de agua de quebrada honda a la planta concentradora, Toquepala donde se hallan 11 colaboradores, que llevan control acerca de los procedimientos en las cuatro estaciones de bombeo. Tamaño de muestra Se trabajará con la totalidad de personal mantenimiento y calidad de estaciones de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora – Toquepala, es decir, 11 colaboradores, por lo cual se considera realizar un censo.	La técnica a utilizar será: Encuesta Instrumento: Cuestionario de encuesta.	Este campo solo considerar cuando el alumno desarrolle la tesis para optar el grado de licenciado.		

Anexo 2. Cuestionario

INSTRUMENTO CONTROL DE CALIDAD METALÚRGICA Y EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA

Estimado(a) participante reciba nuestra gratitud al contar con su disposición en el llenado de este cuestionario. Esperamos su respuesta sincera, pues no hay respuesta correcta ni incorrecta, únicamente buscamos reflejar su opinión.

Su participación es valiosa, y sus opiniones no serán difundidas de manera personal, pues formarán parte del estudio, cuya finalidad es determinar la influencia del control de calidad metalúrgico en la eficiencia de la línea de impulsión del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda a Planta Concentradora Toquepala - Southern Perú año 2020. La información que se recoja será confidencial y de carácter académico. El proceso consiste en la aplicación de un breve cuestionario de 20 preguntas, que tendrá una duración aproximada de 10 minutos.

Equipo investigador

Bach. Edison André Rodríguez Díaz

Nuevamente, gracias por su participación.

He leído y entiendo el objetivo que tiene el presente estudio, estoy de acuerdo en participar en pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente acepto llenarlo:

SI

NO

SECCIÓN DEMOGRAFICA

A1. Edad

18 a 24 años	25 a 34 años	35 a 44 años	45 a 54 años	Mas de 55 años
--------------	--------------	--------------	--------------	----------------

A2. Sexo

Masculino	Femenino
-----------	----------


Lea cada frase y responda marcando la frecuencia con que ha tenido ese sentimiento de acuerdo a la escala siguiente Por lo cual le solicitamos sea sincero en marcar una alternativa.

Escala de valoración	
1	2
SI	NO


CONTROL DE CALIDAD METALURGICO			
Dimensión 1. Prueba de presión a tubería		1	2
B1.	¿Al delimitar un circuito se considera el incremento de presión que puede existir por las diferencias de altura de la línea de tubería?		
B2.	¿Se prevén bombas hidráulicas manuales y/o motorizada?		
B3.	¿Las bombas hidráulicas están dimensionada para alcanzar un mínimo de 110% de la presión de prueba?		
B4.	¿Se coloca un manómetro en el punto más alto de la prueba (junto a la válvula de venteo) para establecer el indicador de presión oficial?		
B5.	¿La temperatura del fluido es establecido por el responsable del proyecto para anular la probabilidad de rotura frágil?		
B6.	¿Las tuberías de vapor, gases o líquidos de baja intensidad llevan un refuerzo de soporte por el incremento de peso en la línea por el agua?		
B7.	¿Se instala una válvula de seguridad tarada a un 10% superior a la presión de prueba para evitar una sobrepresión?		
B8.	Cuando se prueban válvulas y bombas ¿La presión de prueba se mantiene según diseño?		
B9.	¿Durante el tiempo que dure la prueba no se golpea sobre la línea, ni sobre elementos que pueden producir vibraciones?		
B10.	¿Se efectúa un vaciado con regulación de velocidad y caudal de salida para evitar un enfriamiento brusco?		
B11.	¿Se realiza un examen de fugas sobre todas las costuras y con especial atención en las zonas de mayor tensión?		
Dimensión 2. Proceso de inspección a tubería			
B12.	¿La examinación visual de la soldadura se realiza considerando una visión mínima de 24 pulg de la superficie?		
B13.	¿Las soldaduras concluidas presentan un cepillado mínimo de 25mm?		
B14.	¿El inspector de soldadura verifica que los materiales y accesorios estén de acuerdo al diseño, especificaciones técnicas y certificaciones de calidad?		
B15.	¿Se inspecciona visual y dimensionalmente las juntas según la especificación de soldadura WPS?		
B16.	¿Se supervisa la limpieza de la superficie para evitar la presencia de discontinuidades como fisura, escorio o golpe de arco?		
B17.	¿Se cumple con la distribución y tamaño de porosidad en la soldadura de la tubería?		
B18.	¿Los golpes de arco son retirados y evaluados con algún tipo de ensayo no destructivo?		
B19.	¿Se verifica que los operarios de soldadura tengan homologación actualizada?		
B20.	¿La evaluación es realizada por un inspector nivel II en inspección visual?		

EVALUACIÓN EFICIENTE DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA			
Dimensión 1. Técnicas operativas		1	2
C1.	Los equipos se encuentran en condiciones adecuadas.		
C2.	Los equipos cuentan con certificaciones que respalden su calidad.		
C3.	La fuerza operativa es ideal para la utilización de los equipos.		
Dimensión 2. Administrativas de control			
C4.	El diseño del sistema de control ha resultado ideal para las operaciones.		
C5.	Las operaciones de seguimiento se encuentran correctamente estructuradas.		
C6.	Se tiene predeterminado el tiempo de recambio y deterioro de los equipos. ⁴		
Dimensión 3. Gestión			
C7.	Se planifica adecuadamente los costos asumidos.		
C8.	Se evalúa durante la marcha los costos realizados.		
C9.	Se cuenta con un sistema de gestión que facilite la retroalimentación de informes entre departamentos.		
C10.	Se cuenta con un sistema de previsión de riesgos.		


Anexo 3. Registro de verificación, montaje de soportería y tubería

 SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD						
	CONSTRUCCIÓN		Cod SPCC:				
	REGISTRO DE VERIFICACIÓN - MONTAJE DE SOPORTERIA Y TUBERIA		Cod:				
			Revisión:				
		Fecha:					
1.0 DATOS GENERALES							
PROYECTO:							
AREA:		ACTIVIDAD A REALIZAR:					
UBICACIÓN:		PLANO:					
SISTEMA:		N° REGISTRO:					
SUBSISTEMA:		FECHA:					
2.0 INSPECCIÓN:							
ESQUEMA ADJUNTADO:		PLANO DE EJECUCIÓN:					
ELEMENTOS INSTALADOS							
TIPO DE TUBERIA:		MATERIAL:	OBSERVACIONES:				
ITEM	TRAMOS DE TUBERIA	NIVELACION DE TERRENO	SOPORTES NIVELADOS	UBOLT AJUSTADOS	JUNTAS SOLDADAS VERIFICADAS	RESANE DE PINTURA	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
Leyenda de resultados: Conforme (c), no conforme (NC)							
3.0 NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES:							
4.0 APROBACION:							
SUPERVISION		SUPERVISION QC		SUPERVISION SPCC			
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:			
FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:			
FECHA:		FECHA:		FECHA:			

Anexo 4. Registro de preparación superficial

 SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU		SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	
REV.		CONSTRUCCIÓN	Cod cliente
Fecha:		Registro de preparación superficial	Cod. Obra
			Fecha.
1.0 DATOS GENERALES			
Proyectos:		Actividad a realizar:	
Área:		Plano:	
Sistema:		N° registro:	
Subsistemas:		Fecha:	
2.0 INSPECCIÓN			
Norma técnica de preparación superficial: SSPC-SP2/SSPC-SP3			
Material utilizado:			
Condiciones generales			
Temp. Bulbo seco (ambiental) °C		Cinta testigo del perfil de rugosidad	
Temp. Bulbo húmedo (ambiental) °C			
Humedad relativa %			
Temperatura punto de rocío °C			
Temperatura de superficie °C		Perfil de rugosidad (mils)	
DESCRIPCIÓN: MARCAS DE IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS			
3.0 NOTAS / COMENTARIOS / OBSERVACIONES			
4.0 APROBACIÓN			
SUPERVISIÓN		SUPERVISIÓN QC	
Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:	
Fecha:		Fecha:	
SUPERVISIÓN SPCC			
Nombre:			
Firma:			
Fecha:			

Anexo 5. Prueba de adherencia

 SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU		SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD				
REV.		CONSTRUCCIÓN		Cod cliente		
Fecha:		PRUEBA DE ADHERENCIA		Cod. Obra		
				Fecha.		
1.0 DATOS GENERALES						
Proyectos:		Actividad a realizar:				
Área:		Plano:				
Sistema:		N° registro:				
Subsistemas:		Fecha:				
2.0 ENSAYO DE ADHERENCIA POR TRACCIÓN						
Datos de sistema aplicado			Condiciones ambientales			
Sistema de especificación:			Temperatura de superficie			
Código de probeta	Espesor de película seca		Tem sup – tem rocío			
			% humedad relativa			
			Hora de pegamento de dollyes			
			Hora de prueba			
			Tiempo de curado de pintura			
DATOS DEL EQUIPO DE TRACCIÓN						
Tipo de pegamento:		Tiempo de curado de pegamento:	Fecha de calibración equipo:	Modelo / Serie de equipo:		
RESULTADOS						
Código de probeta	N° Dolly	Ubicación de falla	Cohesión (%falla)	Adhesión (% falla)	Pegamento (% falla)	
		1ra capa				
		2da capa				
		3ra capa				
			1ra capa			
			2da capa			
			3ra capa			
			1ra capa			
			2da capa			
			3ra capa			
3.0 COMENTARIOS						
4.0 APROBACIÓN						
SUPERVISIÓN		SUPERVISIÓN QC		SUPERVISIÓN SPCC		
Nombre:		Nombre:		Nombre:		
Firma:		Firma:		Firma:		
Fecha:		Fecha:		Fecha:		

Anexo 6. Registro de Inspección visual

		SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD																																																																																												
		CONSTRUCCIÓN																																																																																												
		REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA																																																																																												
		Cod SPCC:																																																																																												
		Cod. SERGEAR:																																																																																												
		Revision:																																																																																												
		Fecha:																																																																																												
1.0 DATOS GENERALES:																																																																																														
PROYECTO:																																																																																														
AREA:		ACTIVIDAD A REALIZAR:																																																																																												
UBICACIÓN:		PLANO:																																																																																												
SISTEMA:		N° REGISTRO:																																																																																												
SUBSISTEMA:		FECHA:				PAGINA:		DE																																																																																						
2.0 INSPECCIÓN:																																																																																														
ESQUEMA																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CÓDIGO DEL ELEMENTO</th> <th rowspan="2">JUNTA</th> <th rowspan="2">ESTAMPA DEL SOLDADOR</th> <th colspan="2">DISEÑO DE JUNTA</th> <th rowspan="2">WPS</th> <th colspan="2">EVALUACIÓN</th> <th colspan="2">RESULTADO</th> <th rowspan="2">DEFECTO</th> <th rowspan="2">INSPECCIÓN</th> <th rowspan="2">FECHA DE INSPECCIÓN</th> </tr> <tr> <th>RANURA</th> <th>FILETE</th> <th>PARCIAL</th> <th>TOTAL</th> <th>REPARAR</th> <th>ACEPTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>											CÓDIGO DEL ELEMENTO	JUNTA	ESTAMPA DEL SOLDADOR	DISEÑO DE JUNTA		WPS	EVALUACIÓN		RESULTADO		DEFECTO	INSPECCIÓN	FECHA DE INSPECCIÓN	RANURA	FILETE	PARCIAL	TOTAL	REPARAR	ACEPTADO																																																																	
CÓDIGO DEL ELEMENTO	JUNTA	ESTAMPA DEL SOLDADOR	DISEÑO DE JUNTA		WPS	EVALUACIÓN		RESULTADO		DEFECTO				INSPECCIÓN	FECHA DE INSPECCIÓN																																																																															
			RANURA	FILETE		PARCIAL	TOTAL	REPARAR	ACEPTADO																																																																																					
LEYENDA DE DEFECTOS FV: FALTA DE FUSIÓN METAL BSE / SOLDADURA FI: FISURA CR: CRÁTER DF: DIMENSIÓN DEL CATETO (SOLDADURA DE FILETE) FL: FALTA DE LLENADO SO: SOCAVACIÓN SR: SOBREMONTA PA: POROSIDAD AISLADA PN: POROSIDAD ANDADA PD: POROSIDAD DISPERSA																																																																																														
3.0 NOTAS/COMENTARIOS/OBSERVACIONES:																																																																																														
.....																																																																																														
4.0 APROBACION:																																																																																														
SUPERVISION			SUPERVISION QC				SUPERVISION SPCC																																																																																							
NOMBRE:			NOMBRE:				NOMBRE:																																																																																							
FIRMA:			FIRMA:				FIRMA:																																																																																							
FECHA:			FECHA:				FECHA:																																																																																							