



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**FABRICACIÓN DE CHUTE DESCARGA FAJA 310 – CH - 002
- PARA EL PROYECTO EXPANSIÓN TOROMOCHO EN LAS
INSTALACIONES DE MINERA CHINALCO - PERÚ**

PRESENTADO POR

BACH. HUGO VÍCTOR CATAORA CCAMA

ASESOR

MGR. OSWALDO BRUNO FUENTES MENDOZA

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO
ELÉCTRICO**

MOQUEGUA – PERÚ

2021

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	x
CAPITULO I ASPECTOS GENERALES DEL TEMA	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Aspectos Generales de la Empresa.....	2
1.2.1. Razón Social.....	2
1.2.2. Ubicación.....	2
1.3. Contexto Socioeconómico	3
1.3.1. Crecimiento Minero.....	3
1.3.2. Inversión en las Operaciones Mineras.....	3
1.3.3. Inversiones Privadas.....	4
1.4. Descripción de la Experiencia	4
1.5. Explicación del Cargo.....	5
1.6. Propósito del Puesto	5
1.7. Proceso Objetivo del Informe.....	6
1.8. Resultados Concretos.....	6
CAPITULO II FUNDAMENTACIÓN	8

2.1	Explicación del papel que jugaron la teoría y práctica en el desempeño profesional	8
2.1.1	Corte Oxiacetilénico.	8
2.1.2	Equipo de Corte con Oxiacetilénico.	8
2.1.3	Corte con Equipo Plasma.....	12
2.1.4	Comparación de los procesos de oxicorte y plasma.	13
2.1.5	Equipo de Soldar.....	15
2.2	Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrieron para resolver la situación profesional objeto del informe	16
2.2.1	Soldadura SMAW.....	17
CAPITULO III APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS		25
3.1	Aportes Utilizando los Conocimientos o Bases Teóricas.....	25
3.1.1	Partes del chute.	25
3.1.2	Diseño del Chute.....	28
3.1.3	Recepción de Materias Primas.....	30
3.1.4	Marcado y Corte.	30
3.1.5	Material de Aporte.	36
3.1.6	Posición de Soldeo.....	38
3.1.7	Preparación Superficial.....	39
3.1.8	Aplicación de Recubrimiento.	42
3.1.9	Ejecución.	44
3.2	Desarrollo de la Experiencia.....	46
3.2.6	Costos y Evaluación Económica.	46
3.2.7	Metrado General de Materiales para el Chute.	47

3.2.8 Detalle de Cálculo de la Cantidad Necesaria de Material de Aporte.	49
3.2.9 Gestión del Tiempo del Proyecto.	51
3.2.10 Consideraciones para la Elaboración del Cronograma de Trabajo.....	51
CAPITULO IV CONCLUSIONES	55
CAPITULO V RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXO 01 PRESUPUESTOS	61
ANEXO 02 PLANOS DE FABRICACIÓN.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto de expansión mina Toromocho	2
Figura 2. Crecimiento de inversiones en el Perú hasta el año 2019.....	4
Figura 3. Partes de un equipo de oxicorte	9
Figura 4. Partes de un equipo de corte por plasma	13
Figura 5. Partes de una máquina de soldar.....	15
Figura 6. Representación esquemática del proceso SMAW durante su ejecución	18
Figura 7. Chute en físico del segmento y modelado en AutoCAD.....	26
Figura 8. Linnners cerámicos instalados en las paredes del chute de descarga	26
Figura 9. Erosión en los ladrillos de impacto de T1	27
Figura 10. Bridas cuadradas del chute de descarga.....	27
Figura 11. Faldón de chute de descarga	28
Figura 12. Flujo del proceso de producción.....	29
Figura 13. Guillotina hidráulica del taller metal mecánico.....	35
Figura 14. Dobladora hidráulica en taller metal mecánico	36
Figura 15. Hoja de datos del metal de aporte SUPERCITO	37
Figura 16. Tipos de uniones soldadas	38
Figura 17. Histograma de personal directo base vs real.....	53
Figura 18. Comparación de curva S base vs real	53

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores recomendados para oxycorte	32
Tabla 2. Tiempo de vida útil después de la mezcla.....	43
Tabla 3. Tiempo de vida útil de la pintura	44
Tabla 4. Metrado de material para segmento 1	47
Tabla 5. Metrado de material para segmento 2	47
Tabla 6. Metrado de material para segmento 3	47
Tabla 7. Metrado de material para segmento 4	48
Tabla 8. Metrado de material para segmento 5	48
Tabla 9. Metrado de material para los segmentos totales	48

RESUMEN

El informe de trabajo de suficiencia profesional detalla a continuación la experiencia laboral desempeñada en la empresa ADECCO CONSULTING S.A., la cual se dedica a brindar diferentes tipos de servicios y consultoría en aspectos de minería, construcción, transporte, equipos, procesos y se empleó una metodología basada en principios básicos para el diseño de los conjuntos de recursos a fabricar dentro de la expansión de Toromocho y normas nacionales para la elaboración de los procedimientos de trabajo y su debida implementación en campo, con la realización del proyecto se pudo lograr una rentabilidad en el servicio para la empresa ADECCO CONSULTING S.A. Así como entregar un trabajo de calidad bajo estándares nacionales y los de la minera Toromocho.

Palabras Clave: Planeamiento, Fabricación, Procedimiento, Minería, Estándar

ABSTRACT

The following work of professional sufficiency details the work experience carried out in the company ADECCO CONSULTING S.A., which is dedicated to providing different types of services and consulting in aspects of mining, construction, transportation, equipment and processes, a methodology based on finite elements was used for the design of resource set manufactured for this expansion of Toromocho and national standards similarly elaboration and also work procedures and their proper implementation in the field, With the completion of the project, it was possible to achieve profitability in the service for the company ADECCO CONSULTING S.A. As well as delivering quality work under national standards and those of the Toromocho mining company.

Keywords: Planning, Manufacturing, Procedure, Mining, Standard

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional abarca la revisión y la complementación por el cual es una propuesta de metodología para el diseño de un conjunto de recursos a fabricar y montar requeridos para la expansión de la mina Toromocho.

Este Informe está dividida en cuatro capítulos:

El primer capítulo se presentan los objetivos que se quieren conseguir en esta investigación, datos de la empresa, antecedentes y el contexto socioeconómico.

En el segundo capítulo se centra en todos los conocimientos teóricos de los procedimientos de fabricación metal mecánico, normativas de procedimiento y por último su evaluación y su Feed back.

El tercer capítulo se tuvo la metodología, donde se desarrollaron los pasos necesarios, también se definió las funciones, y se realizó la revisión de modo de falla y resultados culminando con la estrategia de mantenimiento.

Finalizando en el cuarto capítulo donde se presentarán las conclusiones del trabajo de suficiencia profesional.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes

En la actualidad, el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú incremento la proyección de crecimiento de la inversión en el área de minería hasta un 17,9 %, siendo este mayor al 5 % de crecimiento previo en el año 2019, según el marco macroeconómico multianual del 2018 al 2021, dando una tasa de expansión más alta desde el año 2011 (Ministerio de Economía y Finanzas, 2017).

Según el Ministerio de Economía y Finanzas (2017), en su publicación de Actualización del Marco Macroeconómico Multianual 2018-2021, explicó que el reajuste al alza se debe a una variable internacional favorable caracterizado por altos precios de materias primas, mejoras regulatorias, y el arranque de construcción de nuevos proyectos como Quellaveco, Mina Justa y la ampliación de Toromocho.

Estos nuevos proyectos permiten a las empresas prestadoras de servicios ejecutar el desarrollo y control multidisciplinario de los diferentes aspectos que conforman la satisfacción de las necesidades de estas empresas mineras.

1.2. Aspectos generales de la empresa

1.2.1. Razón social.

Nombre de la empresa: ADECCO CONSULTG S.A.

R.U.C.: 20503980216

1.2.2. Ubicación.

El proyecto Expansión Toromocho, está a 4600 msnm situada en el distrito de Morococha, en la provincia de Yauli, la región de Junín, en el Perú. Toromocho pertenece a una mina de cobre explotada por Chinalco, empresa minera propiedad del gobierno chino.

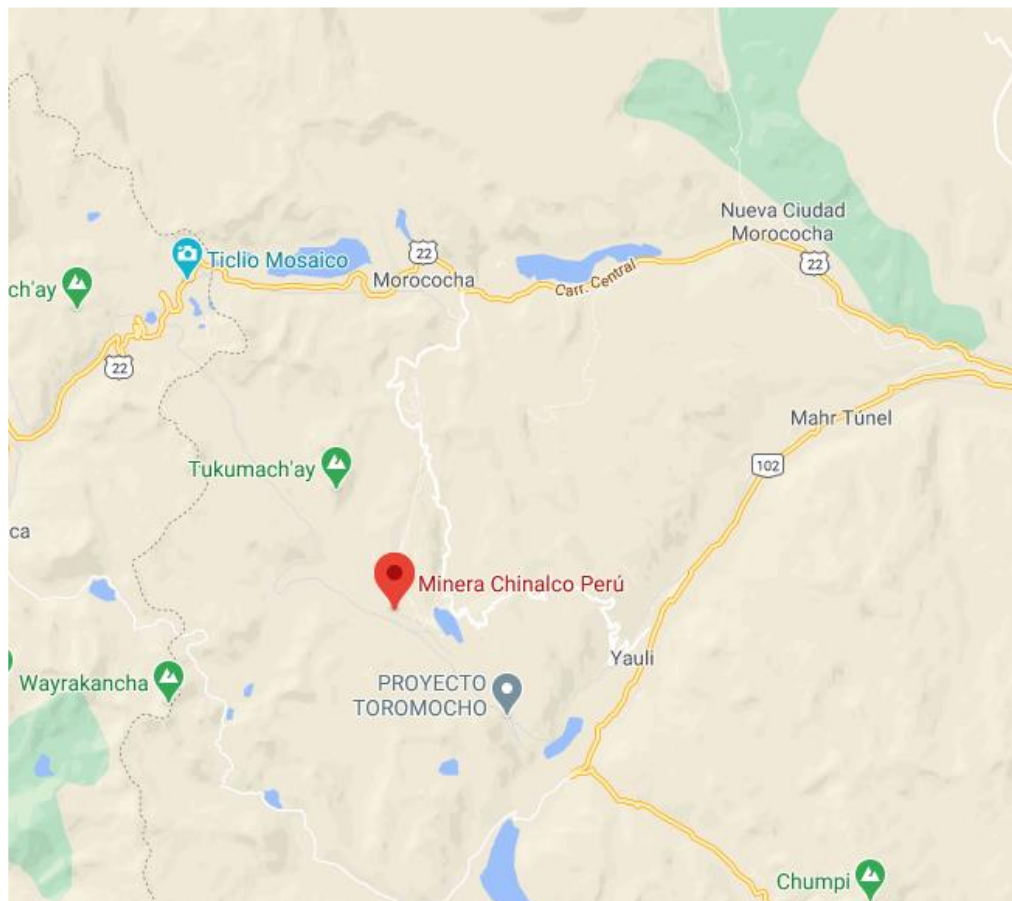


Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto de expansión mina Toromocho

Fuente: Google Maps, 2021

1.3. Contexto socioeconómico

1.3.1. Crecimiento minero.

El ministro de Energía y Minas, González Toro, destacó que el PBI minero metálico, a pesar del impacto causado por la pandemia del coronavirus, tendrá una rápida recuperación que será relevante para dinamizar la economía nacional, generar empleos y recursos en beneficio de los peruanos (Ministerio de Energía y Minas, 2020).

En ese sentido, preciso que el BCRP en su reporte de inflación de setiembre, proyecta que en el 2021 el PBI minero metálico crecerá un 14,4 %, reflejando una rápida y sostenida mejora de esta actividad extractiva (Ministerio de Energía y Minas, 2020).

1.3.2. Inversión en las operaciones mineras.

Las inversiones mineras en Perú sumarían los 12 800 millones de dólares en 2020 y 2021, impulsada por la ejecución de los proyectos Quellaveco en Moquegua, Mina Justa en Ica y la ampliación de Toromocho en Junín (Perú21, 2020).

En el Perú hay 48 proyectos mineros valorizados en 57 772 millones de dólares correspondiendo a la guía para la inversión minera 2020 – 2021 elaborada por EY, en coordinación con el MINEM y el Ministerio de Relaciones exteriores (Perú21, 2020).

A nivel de nacional, precisaron que el 69,8 % de estos proyectos se concentran en Cajamarca con 18 200 millones de dólares, Apurímac con 10 343 millones de dólares, Moquegua con 6386 millones de dólares y Arequipa, con 5357

millones de dólares. Estas inversiones provienen en su mayoría del Reino Unido, China y Canadá. (Perú21, 2020).

1.3.3. Inversiones privadas.

Esta mejora de la expectativa de la inversión minera también permitió al MEF revisar al alza el crecimiento de la inversión privada para este año de 3,5 % (en el MMM) a 4,5 %, la tasa más alta desde el 2013. Ello también debido a un crecimiento dinamismo de la inversión en infraestructura del transporte e irrigación, indicó el MEF. En el caso de la inversión pública, el MEF mantiene la meta de que esta crezca 17,5 % este año (Anónimo, 2020).



Figura 2. Crecimiento de inversiones en el Perú hasta el año 2019

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú, 2020

1.4. Descripción de la experiencia

El desempeño laboral desarrollado fue como supervisor de operaciones en todas las áreas del proyecto minero expansión Toromocho (chancadora primaria, secundaria, terciaria, molienda, flotación, espesadores, filtrado y espesadores de relave) desde el 12 de noviembre del 2018 hasta 19 de julio del 2019 donde mi

participación fue directa en todas las actividades, en todas las disciplinas como parte civil, mecánica, eléctrica y tubería logrando así ampliar más mis conocimientos y desarrollando conocimientos teóricos aprendidos en mi centro de formación.

1.5. Explicación del cargo

Personal con experiencia en dirección de servicios de metal mecánica, mantenimiento, paradas de planta y montaje de equipos. El supervisor de operaciones será el responsable de la ejecución de las actividades, así mismo de las coordinaciones con el operador de contrato según el siguiente detalle de funciones:

1.6. Propósito del puesto

- Asegurar que todo el personal dentro de la organización a su cargo conozca, entienda y cumpla con el presente procedimiento.
- Difundir el presente procedimiento; se encuentre en el lugar de trabajo y que los trabajadores conozcan los riesgos asociados a la tarea.
- Asegurar que el personal que está bajo su mando esté capacitado en los trabajos de alto riesgo que éste implique.
- Conocer el plan de respuesta a emergencias y difundirlo.
- Instruir y verificar que todos trabajadores conozcan y cumplan con los estándares, PETS, e IPERC de línea base y usen adecuadamente el Equipo de Protección Personal aprobado para cada tarea.
- Responsable de la seguridad, de su seguridad y de sus colaboradores.
- Coordinar con el operador de servicio o supervisor de área, a fin de tomar los alcances sobre el servicio a ejecutar.

- Capacitará al personal involucrado en la labor sobre los riesgos y peligros en la ejecución del trabajo y medidas de control a utilizar para evitar cualquier accidente.
- Planeando, organizando y dirigiendo la cuadrilla de trabajo, al igual verificando los recursos necesarios en obra, además de participar en la implementación del presente procedimiento.
- Es el encargado de realizar todo tipo de coordinaciones con el operador del contrato y con los usuarios involucrados en el presente servicio.
- Prever actos y condiciones subestándar en el desarrollo del trabajo.
- Realizar una Supervisión permanente durante el tiempo de ejecución.

1.7. Proceso objetivo del informe

Realizar la reparación o fabricación estructural, de acuerdo con las normas AISC y al Manual “LRDF” en su última edición, y el código AWS D1.1 en su última edición y de acuerdo con las medidas tomadas en campo del anillo del Main Frame.

El presente trabajo se deberá realizar de acuerdo a las recomendaciones de Jenick and Johanson, basados en la formación de lechos de material protectores en las zonas de impacto (cama de piedra), para permitir dirigir el flujo de material y a la vez evitar los efectos de abrasión sobre las paredes del chute, así mismo se debe considerar la recomendación de J&J para el nuevo sistema de compuertas con cama de piedra.

1.8. Resultados concretos

A lo largo de mi experiencia laborando como supervisor de operaciones en la empresa mencionada, He participado en diferentes proyectos del sector

hidrocarburos, mineros e industrial, realizando entre otros los siguientes trabajos y funciones:

- Responsable del cumplimiento de los cronogramas de trabajo, avances y control de costos.
- Revisión, elaboración y negociación de presupuestos base y adicionales en obra, elaboración de estados de pago (EDP).
- Líder y responsable de la Supervisión además de la seguridad y calidad de los trabajos.
- Responsable del cierre de proyectos de construcción electromecánicas en la etapa de precomisionado de plantas concentradoras.
- Realizar el cumplimiento de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en los trabajos.
- Responsable del cumplimiento de los cronogramas de trabajo.
- Supervisión trabajos de mantenimiento electromecánico.
- Gestionar el plan de mantenimiento correctivo, preventivo en plantas industriales fundiciones, lixiviación, cementeras, refinерías, plantas concentradoras y gaseoductos.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 Explicación del papel que jugaron la teoría y práctica en el desempeño profesional

2.1.1 Corte oxiacetilénico.

Según SOLDEXA (s.f.), el corte oxiacetilénico, nombrado coloquialmente oxicorte, se maneja para cortar hierro, acero al carbono y el acero de baja aleación. La fusión del metal tiene poco valor en el corte con equipo oxiacetilénico, la parte más importante del proceso es la oxidación del metal.

Cuando se calienta un metal ferroso a una temperatura de al menos 700 °C, la cual se torna color rojo y, luego se le expone a la acción del oxígeno puro lo cual produce una reacción química entre el metal caliente y el oxígeno. Esta reacción, mencionada oxidación, produce un aumento de cantidad de calor.

Este calor permite realizar los cortes en el metal, el cual se regula con los equipos que se explicaran a continuación.

2.1.2 Equipo de corte con oxiacetilénico.

Los equipos usados en proceso de corte oxiacetilénico consisten básicamente de una fuente de oxígeno y una fuente de gas combustible, usualmente contenidos en

cilindros presurizados, reguladores de presión, mangueras flexibles, una por cada cilindro y una antorcha. Los cilindros, debido a su peso, son usualmente transportados en un carrito transportador. Estos componentes se representan en la siguiente figura con más detalle:

- Reguladores de O₂
- Cilindros de O₂
- Reguladoras de acetileno
- Cilindro de acetileno
- Manguera de oxígeno
- Manguera de oxiacetilénico
- Caña de cortar
- Retro llama
- Boquilla

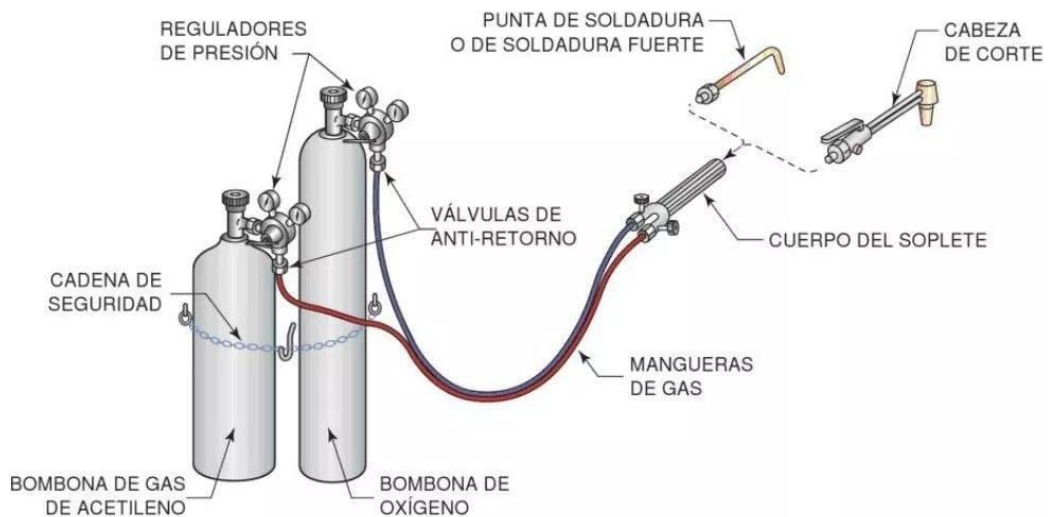


Figura 3. Partes de un equipo de oxicorte

Fuente: Welding from Peru, 2020

2.1.2.1 Reguladores.

Los reguladores aseguran que la presión del gas desde el tanque iguale la presión requerida en la manguera. El flujo es ajustando por el operador usando válvulas de aguja en la antorcha.

Aguilar (2013), señala que la mayoría de los reguladores tienen dos fases, la primera fase es un regular de presión fijo, que suelta gas desde el cilindro a una presión constante intermedia, a pesar de que la presión del cilindro decrezca mientras este es consumido. La segunda fase ajustable del regulador controla la reducción de presión desde la presión intermedia hasta la presión de salida. El regulador cuenta de dos indicadores de presión, uno indica la presión del cilindro, el otro la presión en la manguera.

2.1.2.2 Mangueras de gas.

Estas mangueras están diseñadas para operaciones de corte o soldadura metálica. mangueras dobles o mangueras paralelas pueden usarse, lo cual significa que la manguera de oxígeno y combustible están unidas. Si mangueras separadas se van a usar, están deberán estar amarradas juntas a intervalos aproximados de 1 metro de separación. Aunque para procesos de corte no se recomienda lo último, debido a que virutas o residuos del corte pueden impregnarse en los espacios que forman estas uniones de manguera.

Las mangueras están codificadas por color, aunque estos varían según los estándares de cada país, en estados unidos, la manera de oxígeno es de color verde, mientras que la de combustible es de color rojo. En el Reino Unido, la manguera de oxígeno es azul en los equipos modernos o color negro en equipos antiguos,

mientras que el de combustible es rojo. Si se utilizara gas líquido de petróleo, la manguera de combustible deberá ser de color naranja.

2.1.2.3 Válvula anti-retorno.

El acetileno, el cual es el gas más usado en el proceso de oxicorte, no es solo inflamable, sino que en ciertas condiciones es explosivo. Aunque tiene un límite de flamabilidad en el aire de un 81%, el comportamiento de descomposición explosivo del acetileno hasta esto irrelevante. Si una onda de detonación entra al tanque del acetileno, el tanque explotara debido a la descomposición. Válvulas check ordinarias que normalmente previenen el contraflujo no pueden prevenir la onda de detonación porque no son capaces de cerrarse antes de que pase la onda (Aguilar, 2013).

Por ese motivo un interceptor de retroceso es necesario. Está diseñado para operar antes de que la onda pase de la manguera al tanque de acetileno.

Entre el regulador y la manguera e, idealmente, entre la manguera y la antorcha en ambas líneas de oxígeno y combustible, un interceptor de retroceso y/o válvulas de no retorno deberán de ser instaladas para prevenir que la flama o la mezcla de oxígeno y combustible puedan regresar al cilindro y dañar el equipo u ocasionar una explosión (Aguilar, 2013).

2.1.2.4 Antorcha.

La antorcha es la herramienta que el operador utiliza para realizar el corte. Tiene conexiones y válvulas para el gas combustible y para el oxígeno, un mango para el agarre del operador y una cámara mezcladora donde el oxígeno y el combustible se combinan, y con un tip donde la flama se forma.

2.1.3 Corte con equipo plasma.

Es un conjunto de operaciones en el cual el corte se realiza a través de materiales eléctricamente conductivos usando un chorro acelerado de plasma caliente. Los materiales típicos que son cortados por plasma incluyen al acero, acero inoxidable, aluminio, bronce y cobre, aunque también se pueden cortar otros materiales que sean conductivos. Debido a la alta velocidad y presión de corte combinada con un costo relativamente bajo, se usa en empresas industriales alrededor del mundo.

El proceso básico de corte por plasma involucra la creación de un canal eléctrico de gas sobrecalentado eléctricamente ionizado por ejemplo el plasma a través del material a cortar, esto forma un circuito eléctrico de regreso al cortador de plasma a través de una pinza de tierra. Esto se logra con gas comprimido, el cual puede ser oxígeno, aire, inerte y otros dependiendo del material a ser cortado, el cual fluye a través de una tobera a alta velocidad hacia el material a cortar.

Un arco eléctrico se genera con el gas, con un electrodo cercano o integrado dentro de la tobera del gas y el material mismo. El arco eléctrico ioniza algo del gas, por ende, crea un canal de conducción eléctrico de plasma. Como la electricidad viaja a través de la antorcha de corte, el plasma entrega suficiente calor para derretir a través del material. Al mismo tiempo, el plasma a alta velocidad y el gas comprimido soplan el metal derretido, lo cual genera el corte.

El corte por plasma es una forma efectiva de realizar cortes en materiales delgados y gruesos. Las antorchas manuales pueden cortar usualmente espesores de 38 mm o 1,5 in, y antorchas controladas por computadora pueden cortar hasta espesores de 150 mm o 6 in. Debido a que el corte por plasma produce un cono

focalizado, son extremadamente útiles para cortes curvos y angulares en hojas metálicas.

Los primordiales gases plasmágenos son: Argón, Hidrógeno, Nitrógeno, Aire o mezclas entre estos.

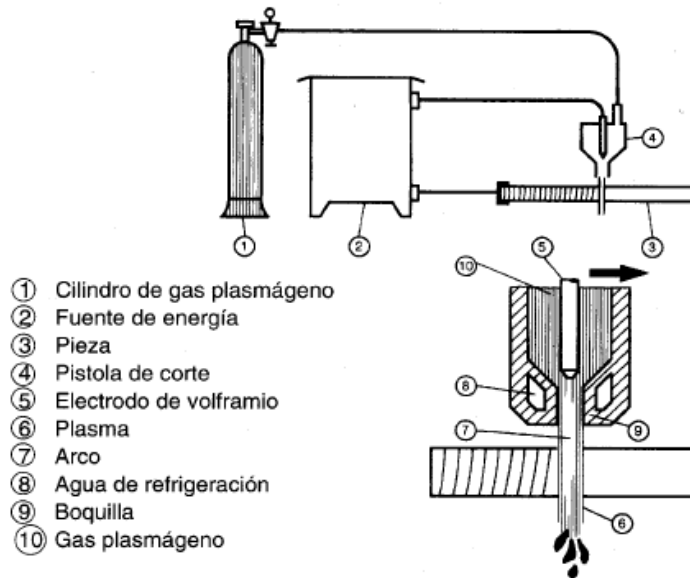


Figura 4. Partes de un equipo de corte por plasma

Fuente: Welding from Peru, 2020

2.1.4 Comparación de los procesos de oxicorte y plasma.

El equipo de oxicorte y plasma tienen ventajas y desventajas intrínsecas las cuales deben tomarse en consideración al momento de elegir cual es el más indicado para el proceso de fabricación que se requiere en el contexto real del trabajo a realizar.

2.1.4.1 Ventajas y desventajas del proceso de oxicorte.

Las ventajas del proceso de oxicorte son las siguientes:

- Bueno para el rango medio y alto de espesores.
- En el uso será económica con varias antorchas.
- Baja inversión inicial.
- Repuestos y consumibles de bajo costo.

- Posibilidad de biselar con tres antorchas simultaneas.

Las desventajas del proceso de oxicorte son las siguientes:

- Se deforma en materiales de bajo espesor que se debe corregir posteriormente.
- Por la cantidad en aumento de aporte térmico el calor afecta una zona amplia.
- Baja precisión en el reposicionado en piezas grandes por el impacto térmico.
- Baja velocidad de corte en relación con otros procesos.
- Disminución de la calidad de corte debajo de 5 mm de espesor.

2.1.4.2 Ventajas y desventajas del proceso de plasma.

Las ventajas del proceso de plasma son las siguientes:

- Con una o más antorchas trabaja en óptimas condiciones.
- Realiza el corte en todo material que sea eléctricamente conductor.
- Optimiza el corte de aceros altamente aleados y de aluminio aleado de medio o alto espesor.
- Muy apropiado para realizar el corte de aceros dulces de hasta 30 mm de grosor.
- Consume muy bajo aporte térmico durante el corte.
- Mejor rapidez de corte, en ocasiones hasta 10 veces la del oxicorte.
- Cortes limpios sin necesidad de tratamientos posteriores.
- Adecuado para automatizar.
- El proceso de corte mediante plasma bajo agua se consiguen cortes con baja deformación y reducción de ruido en la zona de trabajo.

Las desventajas del proceso de oxicorte son las siguientes:

- Trabajado en 160/180 en cortes secos y a 120 mm en cortes bajo agua (siempre dependiendo del tipo de material).

2.1.5 Equipo de soldar.

OXGASA (s.f.), menciona que el equipo de soldar es conocido por su sencillez y facilidad de operación, el equipo para efectuar soldaduras SMAW es el que se muestra en la figura de abajo. En los siguientes puntos se describirán las partes características una la máquina de soldar para proceso SMAW.

Para lograr suministrar la energía eléctrica necesaria para un trabajo de soldadura por arco, se maneja comúnmente una fuente de energía de corriente constante y corriente constante. En la soldadura por arco el voltaje está directamente relacionado con la longitud del arco, y la corriente está relacionado con la cantidad de calor suministrado.

En la soldadura manual, se usa fuentes de corriente constante mayormente en los procesos de arco por gas de tungsteno o con electrodo recubierto, porque pueden mantener corrientes constantes incluso cuando el voltaje varié. Esto es importante, porque en la soldadura manual puede ser difícil mantener el electrodo perfectamente firme, y como resultado, la longitud del arco fluctúa haciendo que el voltaje fluctué. Las fuentes de voltaje constante mantienen el voltaje constante y varían la corriente, estos son más usado en procesos de soldadura automatizados (OXGASA, s.f.)

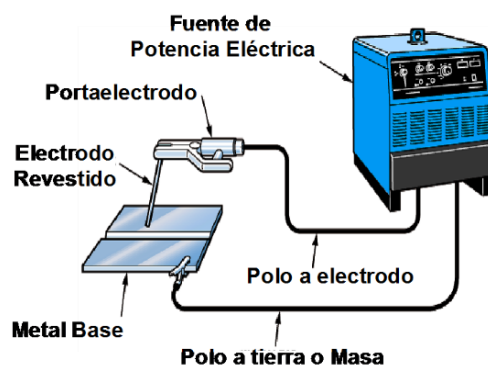


Figura 5. Partes de una máquina de soldar

Fuente: Welding from Peru, 2020

2.1.5.1 Fuente de alimentación.

Según WESTARCO (2015), no necesariamente del tipo de electrodo, del tipo y la posición de la pieza de trabajo, la fuente puede ser de corriente continua o corriente alterna. Si tiene corriente continua, y nuevamente en función del tipo de electrodo y la naturaleza de la soldadura que se desea obtener, la conexión del electrodo a la fuente se puede realizar de dos maneras:

2.1.5.2 Conexión al terminal negativo.

En este ejemplo se habla de un electrodo negativo o polaridad directa (DCEN, por sus siglas en inglés). Se maneja cuando se quiere lograr altas tasas de deposición y una baja penetración (WESTARCO, 2015).

2.1.5.3 Conexión al terminal positivo.

En este ejemplo se habla de un electrodo positivo o polaridad inversa (DCEP, por sus siglas en inglés). Se maneja cuando se quiere lograr una penetración profunda.

2.1.5.4 Porta electrodo.

Se instala el cable de soldadura y conduce la corriente de soldadura hasta el electrodo. El mango aislado se utiliza para guiar el electrodo sobre la junta de soldadura y alimentar electrodo en el charco a medida que se consume. La porta electrodos están disponibles en diversos tamaños y se clasifican según su capacidad para transportar la corriente (Bedoya, 2019).

2.2 Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrieron para resolver la situación profesional objeto del informe

Es muy grato estar en el lugar de las actividades realizadas en la fabricación del chute y demás trabajos relacionados a esta, ya que se logra verificar y cuantificar en forma directa los posibles cambios directos e indirectos en cuanto mano de obra,

materiales, equipos, etc.; que puedan intervenir o pausar el tiempo del proceso de todo el tren de actividades que se tiene planificado en un tiempo ya estimado.

2.2.1 Soldadura SMAW.

WESTARCO (2015), manifiesta que también es conocida como soldadura por arco manual, es un proceso que usa electrodos recubiertos para realizar la soldadura. La corriente eléctrica, ya sea de corriente alterna o continua desde una máquina para soldar, es usada para formar un arco eléctrico entre el electrodo y los metales que se piensan unir. La pieza trabajada y el electrodo se funden, formando un charco de metal derretido que al enfriar forma la unión. A medida que se va soldado, la cobertura del electrodo se desintegra, generando vapores que sirven como gas protector y forma una capa de escoria que protege la soldadura de alguna contaminación atmosférica.

Debido a la versatilidad del proceso y la simplicidad de los equipos y la operación, el proceso de soldadura SMAW es uno de los primeros y más populares procesos de soldadura en el mundo. Domina a otros procesos de soldadura en el mantenimiento y reparación en la industria, y aunque varios tipos de trabajo por soldadura como la soldadura por carretes está creciendo en popularidad, el proceso SMAW sigue siendo utilizado en procesos de construcción e industrias de fabricación de estructuras metálicas (ESAB, s.f.).

Para generar el arco eléctrico, el electrodo se pone en contacto con la pieza a unir con un ligero toque del electrodo al metal. Luego el electrodo se aleja lo menos posible. Esto inicia el arco y comienza a derretirse la pieza y el electrodo consumible, esto genera que gotas de electrodo pasen desde el electrodo a la junta.

Generar el arco, el cual varía drásticamente basado en la composición del electrodo y las piezas a unir, puede ser la habilidad más difícil de aprender en un inicio.

La orientación del electrodo con la pieza a soldar es donde la mayoría tiene problemas, si el electrodo se toma en una posición perpendicular con la pieza a soldar, la punta del electrodo muy probablemente se pegará al metal, el cual fundirá el electrodo con la pieza, lo cual ocasionará que se caliente rápidamente. La punta del electrodo tiene que estar a un ángulo menor que la pieza a soldar, lo cual permite que la soldadura fluya fuera del arco. A medida que el electrodo se derrite, el recubrimiento se desintegra, lo cual genera gases que protegen a la soldadura del oxígeno y otros elementos en la atmósfera.

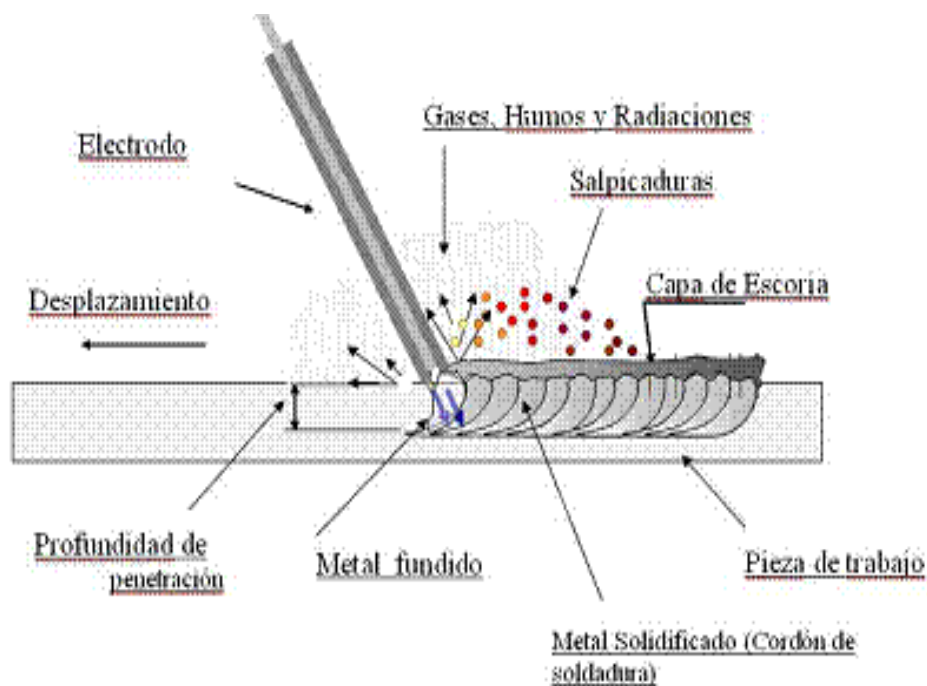


Figura 6. Representación esquemática del proceso SMAW durante su ejecución

Fuente: Welding from Peru 2020

2.2.1.1 Calidad del proceso SMAW.

Según Flores (s.f.), los problemas más comunes de calidad asociados al proceso SMAW incluyen salpicaduras, porosidad, fusión pobre, socavaciones y rajaduras.

Las salpicaduras, las cuales no afectan la integridad de la soldadura, malogran la apariencia e incrementa los costos de limpieza de la soldadura. Otros procesos de acabado se requieren usualmente debido a la apariencia de la estética causada por la salpicadura.

Puede ocurrir debido a un exceso de alta corriente, un arco largo, o por sopladura producida por el arco, una condición asociada con la corriente continua caracterizada por el arco eléctrico siendo deflactado por la soldadura por fuerzas magnéticas. La sopladura por arco puede también causar porosidad en la soldadura, como también contaminación en la junta.

La porosidad, usualmente no visible sin usar métodos de pruebas no destructivas, son una preocupación seria debido al potencial de poder debilitar la junta. La porosidad es causada cuando los gases generados por la cobertura del electrodo no protegieron lo suficiente la soldadura derretida en el proceso de soldadura. Lo que ocurre es que la soldadura expuesta absorbe el nitrógeno, oxígeno e hidrogeno de la atmosfera, cuando una soldadura porosa se enfría, los gases absorbidos se liberan y la soldadura queda con poros (Flores, s.f.).

Otro defecto que afecta la fuerza de unión de la soldadura es una fusión pobre, aunque es evidente. Es causado por una baja corriente, superficies contaminadas o el uso de electrodos no apropiados.

Las socavaciones es otro debilitador de la fuerza de la unión, puede evitarse reduciendo la velocidad del soldeo, aumentando la corriente, o usando electrodos

más pequeños, cualquiera de estos defectos que afectan la fuerza de la soldadura pueden hacer la esta se raje, pero otros factos también pueden ser involucrados, Contenidos de alto carbono, sulfuro o aleaciones en la base del material pueden llevar a rajarse especialmente si electrodos de bajo hidrogeno y el pre calentamiento no es empleado. Además, las piezas no deben de ser excesivamente empotradas, debido a que esto genera estrés residual en la soldadura, la cual puede rajarse luego que la soldadura se enfrié. Todos los recursos que participan en la soldadura SMAW cumplen una función importante (Flores, s.f.).

2.2.1.2 Electrodo.

La elección del electrodo para el proceso SMAW depende de un numero de factores, incluyendo el material de la soldadura, la manera de estar colocado la soldadura y las propiedades deseadas de la soldadura. El electrodo se recubre con una mezcla de metales llamados fundentes, el cual genera gases a mediad que se descompone para prevenir contaminaciones a la soldadura, entrega desoxidantes para purificar la soldadura, cusa que se genere escoria la cual también protege a la soldadura, mejora la estabilidad del arco y entrega aleaciones que mejorar la calidad del arco.

Los electrodos se pueden categorizad en tres grupos, los cuales están diseñados para derretirse rápidamente llamados electrodos de llenado rápido, los diseñados para solidificarse rápidamente llamados de rápido enfriamiento y electrodos intermedios.

La composición del núcleo del electrodo es generalmente similar y a veces idéntico al del material base. Pero incluso existiendo diferentes opciones posibles, una ligera variación en la aleación de la composición puede impactar fuertemente

en las propiedades de la soldadura resultante. Esto es más aparente en aleaciones de acero. Así mismo, electrodos de composición similar a los del material base son usado comúnmente para soldadura de materiales no ferrosos como el aluminio o el cobre. Sin embargo, a veces es deseable el uso de electrodos con núcleo significativamente diferente al del material base, por ejemplo, electrodos de acero inoxidable son usados a veces para soldar dos piezas de acero al carbono y son comúnmente usado para soldar piezas de acero inoxidable con piezas de acero al carbono.

La cubierta del electrodo consiste de un número diferente de compuestos, incluyendo rutilo, fluoruro de calcio, celulosa y hierro en polvo. Electrodos de rutilo, cubiertos con un 25 % a 45 % de TiO_2 , se caracterizan por su fácil utilización y buen acabado. Sin embargo, generan soldaduras con un alto contenido de hidrógeno, lo cual facilita la presencia de fisuras y rajaduras. Los electrodos que contienen fluoruro de calcio, también conocidos como electrodos básicos o de bajo hidrógeno, son higroscópicos y deben de almacenarse en condiciones secas. Producen soldaduras fuertes, pero con una junta de forma convexa.

Los electrodos con cubierta de celulosa, especialmente cuando se combinan con rutilo, proveen una penetración profunda, pero debido a su alto contenido de humedad, procedimientos especiales deben de tomarse para prevenir el alto riesgo de rajaduras. Finalmente, la cobertura de polvo de hierro es un aditivo común en la cobertura que incrementa el ritmo en el cual el electrodo llena la junta, hasta dos veces más rápido.

Para identificar los diferentes tipos de electrodos, la sociedad americana de soldadura establecido un sistema que asigna a los electrodos cuatro o cinco dígitos.

Electrodos recubiertos con media o baja aleación de acero llevan el prefijo E, seguidos por números. Los dos o tres primeros dígitos generalmente identifican el esfuerzo máximo de la soldadura.

El penúltimo dígito generalmente identifica la posición de la soldadura permisible con el electrodo, típicamente siguiendo estos valores: 1 electrodos de rápido enfriamiento en cualquier posición y dos electrodos de llenado rápido, solo de posición horizontal. La corriente de soldadura y tipo de cobertura de electrodo se especifican en los dos últimos dígitos. En algunos casos, un sufijo se usa para denotar la aleación de entrega el electrodo.

Los electrodos más comunes en el mercado incluyen el E6010, un electrodo de enfriado rápido y de uso en todas las posiciones con un esfuerzo de tensión de 60 KSI, la cual provee penetración profunda con la capacidad de formar arco a través de óxido de estar presente en la pieza. El E6011 es similar experto que su cobertura también permite el use de corriente alterna. El E7024 es un electrodo de llenado rápido usado principalmente para realizar juntas planas u horizontales usando corriente alterna.

2.2.1.3 Medidas de protección personal.

Según ESAB (s.f.), la soldadura puede llegar a ser una práctica peligrosa y poco saludable si es que no se toman las prevenciones adecuadas, sin embargo, con el uso de nuevas tecnologías y protección adecuada el riesgo de dañarse se reduce considerablemente. Seguidamente se explicarán los peligros más frecuentes que presenta los procesos de soldadura SMAW.

- *Peligros de calor, incendio y explosiones.*

Debido a que los procesos de soldadura involucran un arco eléctrico al aire libre y generación de llamas, el riesgo de quemaduras por calor y chispas es significativo, para prevenirlos, los soldadores usan ropa protectora conformado por guantes de cuero pesados y chaquetas manga larga para evitar la exposición a calor extremo, flamas y chispas.

El uso de gases comprimidos y flamas en los procesos de soldadura generan una probabilidad de explosiones y riesgo de incendios, las precauciones para esto incluyen limitar la cantidad de oxígeno en el aire y mantener los materiales combustibles que puedan reaccionar alejados de la zona de trabajo.

- *Daño ocular.*

La exposición al brillo que genera la soldadura lleva a una condición llamada fotoqueratitis, en la cual luz ultravioleta causa inflamaciones en la córnea y puede quemar la retina de los ojos. Lentes para soldar y máscaras de soldadura con lunas negras, las cuales son más oscuras que los lentes para sol o para procesos oxiacetilénicos, se usan para prevenir esta exposición.

En los recientes años, nuevos modelos de máscaras se han producido las cuales cuentan con una luna que automáticamente se oscurece electrónicamente. Para proteger a transeúntes, cortas de soldadura transparentes son usualmente usadas alrededor de las áreas de soldadura.

Estas cortinas protegen a las personas de los alrededores a la exposición a las luces ultravioletas que forma el arco eléctrico.

- *Seguridad eléctrica.*

El voltaje del circuito abierto de la máquina de arco de soldadura puede ser solo 10 voltios hasta 120 voltios, incluso estos voltajes bajos presentan un peligro de choque de electricidad para el operador. Lugares como barcos, tanques de almacenamiento, estructuras metálicas o áreas húmedas son usualmente potenciales de puntos a tierra y los operadores pueden estar parados o descansando en estas superficies durante las operaciones de arco eléctrico. Para evitar estos peligros, la tenaza que va a tierra como descarga de la máquina de soldar se posiciona cerca de la zona de trabajo, para disminuir el riesgo de que la corriente viaje una larga distancia generando calor innecesario y exposición al shock eléctrico, o dañar aparatos electrónicos sensibles.

- *Inhalación de material particulado.*

Los soldadores se exponen a gases peligrosos y materiales particulados. Los procesos como la soldadura por arco y electrodos revestidos producen humos que contienen partículas de varios tipos de óxidos. El tamaño de las partículas en cuestión tiene de a influir en la toxicidad de los humos, con partículas pequeñas que presentan un mayor peligro. Adicionalmente, muchos procesos producen varios gases que pueden ser dañinos si no se tiene la ventilación adecuada (ESAB, s.f.).

CAPITULO III

APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS

3.1 Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas

3.1.1 Partes del chute.

Para realizar la fabricación de los chutes solicitados, primero tenemos que identificar las partes del chute para poder realizar los planos y procesos necesarios para su fabricación.

3.1.1.1 Carcasa de chute.

Es el cajón propiamente dicho, esta parte del chute es la parte exterior del mismo, esta estructura está fabricada en acero ASTM A36, por lo general de $e=1/4''$ y en $e=3/8''$, ya que exteriormente no sufre desgaste por el rozamiento de los distintos tipos de materiales que podrían pasar internamente aquí.

En este caso en particular, el material a usar será acero ASTM A36 $e=1/4''$, para casi la totalidad de la estructura, según plano de fabricación.

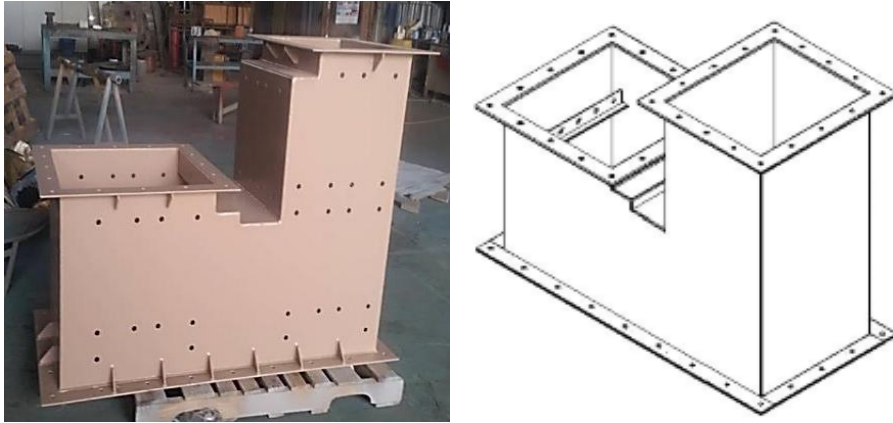


Figura 7. Chute en físico del segmento y modelado en AutoCAD

3.1.1.2 Linnners.

Los Linnners de Acero Bohler T1 anti-desgaste $e=3/4''$, son el revestimiento interno de los cajones del chute de descarga, se forra con este tipo de acero el interior del cajón para evitar el desgaste debido al rozamiento del material que pasa por el interior del cajón, el cual para este caso será piedra chancada, ya que la faja transportadora viene de una chancadora primaria.

Uno de los motivos por los cuales se instalan linnners de Acero Bohler T1 es por su alto grado de dureza (500 brinell) lo cual lo convierte en una excelente cubierta interna para evitar el desgaste por abrasión.



Figura 8. Linnners Cerámicos Instalados en las Paredes del Chute de Descarga



Figura 9. Erosión en los ladrillos de impacto de T1

3.1.1.3 Brida de unión.

Son las que por medio de pernos, tuercas y arandelas unen los segmentos de los chutes, estos se componen de planchas de Acero ASTM A36 $e=1/4''$ por lo general.

La soldadura en esta clase de trabajos es corrida y en ambas caras, el proceso de soldadura para todos los segmentos es el proceso SMAW con varillas de Supecito E7018.



Figura 10. Bridas cuadradas del chute de descarga

3.1.1.4 Deflector.

El deflector o Derivador de carga, sirve en un sistema de chutes de descarga para dirigir hacia donde quiere que se dirija la carga, en este caso en particular, se

compone de un cilindro neumático servo-controlado que trabaja a 4 bar de presión el cual acciona una compuerta de metálica que dirige la carga en un sentido u otro (left/right). Un dato adicional es que no todos los chutes de descarga llevan deflectores, en este caso en particular se requiere uno puesto que uno de los segmentos tiene una bifurcación en su línea de distribución.

3.1.1.5 Faldón.

Es un elemento del chute de descarga, es el último segmento y tiene la función de apilar el elemento transportado, evitar la polución, ya que, al caer el material transportado a la faja esta, este tiende a generar polución al ambiente, el faldón como los anteriores segmentos también es revestido en las paredes con linners de Acero Bohler T1 antidesgaste.

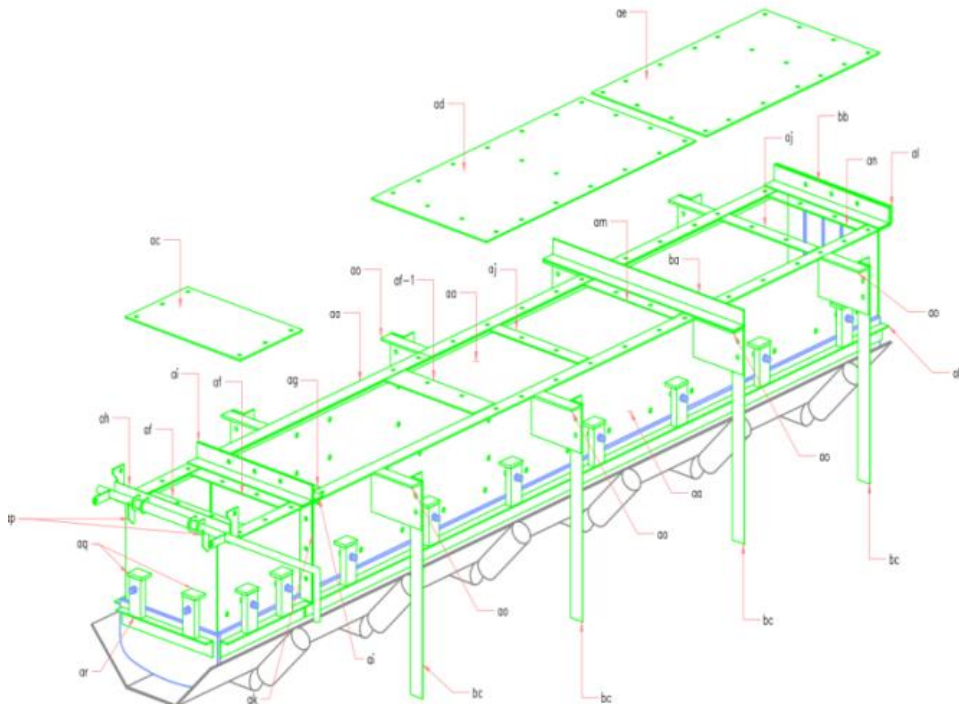


Figura 11. Faldón de chute de descarga

3.1.2 Diseño del chute.

El diseño del chute se realizó siguiendo los pasos descritos a continuación

3.1.2.1 Dimensionamiento.

La estructura se fabrica íntegramente en Acero ASTM A36, exceptuando los Linners los cuales se fabricarán en Acero Bohler T1, todos según fabricados según plano de fabricación.

Los planos de fabricación se encuentran ubicados en el capítulo 5, en los cuales encontraran medidas e información acerca de la fabricación de estos elementos.

Las medidas fueron tomadas en campo de la estructura a reemplazar, las dimensiones dadas por el plano de fabricación.

3.1.2.2 Proceso de producción.

Resaltamos lo más importantes procesos de producción:

- Etapa de marcado y corte de planchas metálicas.
- Etapa de ensamble de las planchas metálicas.
- Etapa de soldeo general a todas las piezas armadas.
- Etapa de colocación de las partes antes sub-ensambladas (pre-armado).
- Etapa de pintado y almacenado.

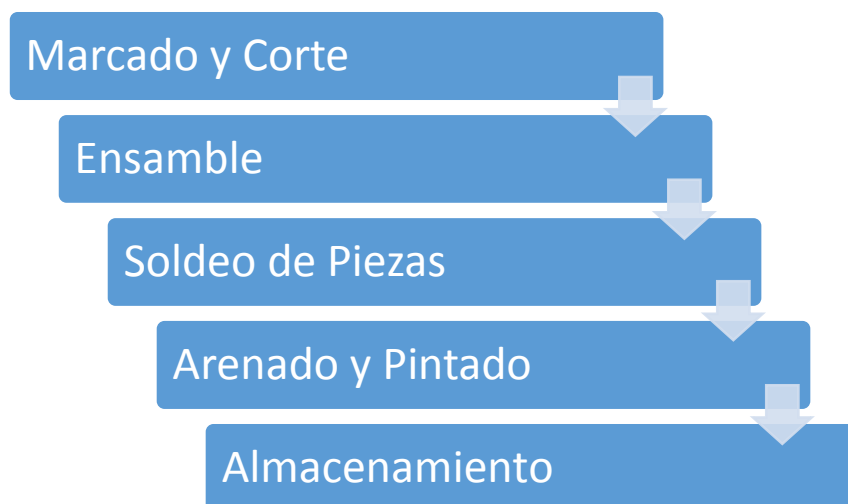


Figura 12. Flujo del proceso de producción

3.1.3 Recepción de materias primas.

Son elementos estructurales más usado para la construcción de estructuras en el mundo. Es principalmente una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores del 1 % y otras diminutas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia al aire libre. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión y el costo económico (SOLDEXA, 2020).

3.1.4 Marcado y corte.

Aquí se inició el proceso de fabricación del chute, una vez marcado el diseño sobre las placas se cortarán mediante dos formas que se verán a continuación y dobladas, para después ser lijadas donde tengan bordes y rebabas, a continuación, una breve descripción de lo que conlleva el trabajo con esta clase de equipos (SOLDEXA, 2020).

3.1.4.1 Corte oxiacetilénico.

Se divide el proceso de oxicorte en siete puntos que mencionaremos, que sirven para optimizar el corte, los cuales aumentaran la productividad de una empresa en tiempo y costos.

a. Regular el precalentamiento.

Al utilizar propano, la proporción entre oxígeno y combustible debe ser de 4,5/1 y la temperatura máxima debe tener un nivel de 2832 °C (5130° F). En el caso que el operario necesite ajustar la temperatura de la llama, es necesario tener en cuenta cuatro pasos para que ésta produzca un corte perfecto:

- Encender la antorcha y ajustar la llama.

- Sin tocar la válvula de gas de la antorcha, cerrar lentamente, la válvula de oxígeno de precalentamiento hasta que los conos internos sean largos y uniformes.
- Abrirlo lentamente, la válvula de precalentamiento y permanecer atento con la visión al cambio de longitud del cono interno. Por lo regular, éstos se reducen, permanecen con la misma longitud por un momento y empiezan a alargarse de nuevo revisándolo en cada ajuste, mientras continúa añadiéndose el oxígeno.
- Volver hacer los pasos anteriores, no abrir la válvula de oxígeno cuando el cono interno posea su longitud más corta. En ese lapso, la temperatura y la intensidad de la llama deben alcanzar su tope máximo (SOLDEXA, 2020).

b. Procure haz de oxígeno puro, largo y uniforme.

- Normalmente, los fabricantes de equipos de oxicorte dan tablas con los valores más recomendados de presión y velocidad de corte, en función del espesor del material a cortar. Así mismo tener en cuenta los siguientes puntos.
- Revise que los reguladores, tubos y mangueras estén en óptimas condiciones, el oxígeno mantendrá la misma pureza que tiene en el cilindro o tanque, al momento de fluir por el equipo de corte.
- Utilizar el tamaño de boquilla y la presión de operación recomendados por el fabricante para obtener los mejores resultados. En el caso que sea necesario cortar líneas rectas a alta velocidad, por ejemplo, el operario debe usar uno o dos tamaños mayores que los que normalmente se aconsejan (SOLDEXA, 2020).

Tabla 1*Valores recomendados para oxicorte*

Valores recomendados para oxicorte			
Espesor (mm)	Diámetro de boquilla (mm)	Presiones de O ₂ en soplete	Velocidad de corte (m/h)
5	0,6	1,5	20
8	0,8	1,5	17
10	1	1,5	15
15	1	2	12
20	1	2,5	11,5
25	1,5	2,5	10
30	1,5	2,5	9,5
40	2	3	8,5
50	2	3,5	7
75	2	3,5	7
100	2,5	4	4,5

Fuente: SOLDEXA, 2020

c. *Elija el sistema de antorcha correcto.*

En esta fase implica tres casos fundamentales para asegurar un buen corte: longitud de la antorcha, número de mangueras y válvulas, mezclado y capacidad.

Cabe distinguir al inyector (mezclador de baja presión), este aparato debe seleccionarse en función del tipo de gas utilizado y del grosor de la pieza que el trabajador vaya a cortar, ejemplo:

- Gas natural de baja presión y capacidad media (3 PSIG) (2" de cap. de corte).
- Gas natural de presión y capacidad media (3-10 PSIG) (18" de cap. de corte).
- Gas natural de presión media y alta capacidad (3-10 PSIG) (20" de cap. de corte)
- En el medio, existen dos tipos de boquillas especiales: de gas acetileno y gas propano.
- Boquillas de acetileno: este tipo de boquilla permite obtener alta velocidad de quemado y una mejor eficacia con el diseño de una pieza.

- Boquillas de gas propano: a diferencia de la anterior, este tipo de boquilla permite una velocidad de llama inferior, es decir es más difícil de encenderla (SOLDEXA, 2020).

d. Cuide la velocidad de corte.

Es una de las partes más importantes en las operaciones de oxicorte. Se mencionarán, se presentan los efectos que la velocidad tiene sobre la calidad de este proceso:

- El operario emplea una velocidad mayor a la recomendada, pueden aparecer barrigas en la superficie del corte que destruyen la suavidad deseada.
- Cuando las velocidades son bajas también ocasionan problemas en el corte y es que al liberar demasiado oxígeno produce inestabilidad de operatividad en la llama y por lo tanto una acción de corte muy débil e insuficiente en el extremo de la lámina (SOLDEXA, 2020).

d. Verifique la composición del material.

La primera condición para que funcione el proceso, es verificar que el acero de alta resistencia tenga puntos de fusión superiores a los de sus óxidos; requisito que se cumple, básicamente, en los aceros (SOLDEXA, 2020).

e. Selección de la mesa adecuada.

En el corte mecanizado normalmente, la mesa suele equiparse con extractores que reducen eficazmente la expansión de humos, polvo, gases y hasta el calor de la radiación; por lo tanto, este tipo de mesa extrae grandes cantidades de aire del local o del taller amplio, lo cual produce corrientes y fluctuaciones de temperatura que pueden afectar el proceso y la salud de los personales que intervengan en el corte (SOLDEXA, 2020).

f. Limpieza.

SOLDEXA (2020), señala que la limpieza en el taladro de oxígeno es un factor fundamental para que el gas circule libremente y obtener una buena llama; si está sucio o dañado, el haz no será uniforme y causará defectos como ‘barrigas’ en la cara de corte, además, en el caso que el operario corte formas, la intensidad y la ubicación del defecto se desplazará alrededor de la línea de corte de la pieza. A continuación, se reseñan algunas recomendaciones que el operario debe tener presente para mantener el equipo limpio:

- Garganta recta: Se utiliza un alambre suave y del tamaño adecuado, e insértelo para eliminar partículas de metal que sobran del proceso. Puede emplear alambres con rebabas, pero siempre debe estar recto.
- Divergencia: El objetivo consiste en rascar su superficie para eliminar partículas o escoria, incluso las que no sean de metal. Un dispositivo sencillo es un palillo de madera redondo, que el operario introduce en el orificio y luego gira entre sus dedos, con el fin de remover material sobrante.
- Esquina de salida: Suelen crearse rebabas en la esquina de salida del taladro de oxígeno, dado que es la parte que más implica el impacto y que más se calienta; para impedir la acumulación de esta escoria, sólo será necesario utilizar un recipiente de 1/4” de diámetro; basta con tomarlo entre el pulgar y el índice para insertarlo dentro del orificio y encajarlo suavemente.
- Lo anterior ayuda a colocar un bisel muy fino de 45 grados alrededor del orificio para reducir la tendencia a la acumulación de rebabas y mejorar con esto, la calidad del corte.

3.1.4.2 Corte por guillotina.

Equipo empleado en el corte de planchas delgadas también utilizadas en los trabajos de fabricación de tolvas, aunque su uso no es recomendado por falta de fuerza y precisión, se utilizan de igual manera por ser prácticas y rápidas.

En nuestro caso, usaremos planchas de Acero ASTM A36 de $e=1/4''$ según plano de fabricación, así que no tendremos problemas al usar una guillotina automatizada.



Figura 13. Guillotina hidráulica del taller metal mecánico

3.1.4.3 Corte por plasma.

Se dará un proceso con arco piloto más común, consiste en hacer saltar una chispa de alta frecuencia entre el electrodo y la punta del soplete; el arco piloto se manejará en el trayecto ionizado resultante. Cuando colocas el soplete cerca lo suficiente a la pieza de trabajo como para que la pluma o llama del arco piloto la toque, se establece un trayecto conductor de la electricidad entre el electrodo y la pieza de trabajo. El arco de corte continuara este camino hasta la pieza de trabajo.

Para la fase de corte por plasma también se toman los siete puntos vistos en el corte oxiacetilénico. Y tomando en cuenta las ventajas vistas en el marco teórico

respecto al corte oxiacetilénico, este proceso es el más ventajoso y práctico en la fabricación de tolvas (SOLDEXA, 2020).

3.1.4.4 Doblado con plegadora industrial.

Se utilizará radios mínimos, para una plegadora industrial, en los máximos espesores son de 1,5 veces el espesor de la chapa.

Los bordes mínimos para plegar oscilan entre seis o siete veces su espesor. Lo que no nos causará problema alguno al momento de doblar las planchas de Acero ASTM A36 de 1/4" de espesor (SOLDEXA, 2020).



Figura 14. Dobladora hidráulica en taller metal mecánico

3.1.5 Material de aporte.

Se trabajó con soldadura SUPERCITO AWS A5.1 – E7018 $e=1/8''$ es un electrodo de tipo básico revestido, de bajo hidrógeno el cual es usado en su mayoría para todo tipo de planchas laminadas en frío y su maquinado: plegado, perforación de agujeros, cizallado, fresado (SOLDEXA, 2020).

Electrodo revestido de tipo básico, de bajo hidrógeno con extraordinarias características mecánicas y de soldabilidad. Presenta un arco muy suave, bajo nivel de salpicaduras y la escoria es de muy fácil remoción. El contenido de hierro en polvo mejora su tasa de depósito. Dentro de su categoría es el producto que presenta los mejores niveles de resistencia a la tracción.

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018

Aprobaciones	Grados
ABS	3H15,3Y
LR	3m,3ym
GL	3Y

Análisis Químico de Metal Depositado (valores típicos) [%]

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,05	1,00	0,60	máx. 0,020	máx. 0,020	-	-	-	-	-

Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V [°C (°F)] [J (Ft-Lbf)]
Sin tratamiento	520 - 610 (75 400 - 88 450)	mín. 400 (58 000)	mín.23	[-30 °C (-22 °F)] mín. 70 (57)

Conservación del Producto
<ul style="list-style-type: none"> Mantener en un lugar seco y evitar humedad. Almacenamiento en horno: 125 - 150°C. Resecado de 300°C a 350 °C por 2 horas.

Posiciones de Soldadura
P, H, Va, Sc.

Parámetros de Soldeo Recomendados

Para corriente alterna (AC) o continua (DC): Electrodo al polo positivo DCEP							
Diámetro	[mm]	1,60	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo	-	60	90	120	170	210	
Amperaje máximo	-	90	140	190	240	280	

Aplicaciones

- Para aceros de mediano a alto contenido de carbono, alta resistencia y baja aleación.
- Para aceros de alto contenido de azufre y fácil fresado.
- Para aceros laminados al frío.
- Por sus características de resistencia y su fácil manejo, especialmente adecuado para: Soldaduras de tuberías de vapor, calderas de alta presión, piezas de maquinaria pesada, instalaciones de la industria petrolera, petroquímica y minera.

Nota: El precalentamiento está en función al tipo y espesor del material a soldar.

Figura 15. Hoja de datos del metal de aporte SUPERCITO

Fuente: SOLDEXA, 2020

3.1.6 Posición de soldeo.

Según SOLDEXA (2020), la mayoría de las uniones soldadas son:

- Unir de esquina con filete interno
- Unir de esquina con filete externo único
- Unir en T con filete doble.
- Soldadura con surco

Y las posiciones para el proceso de soldadura son las siguientes:

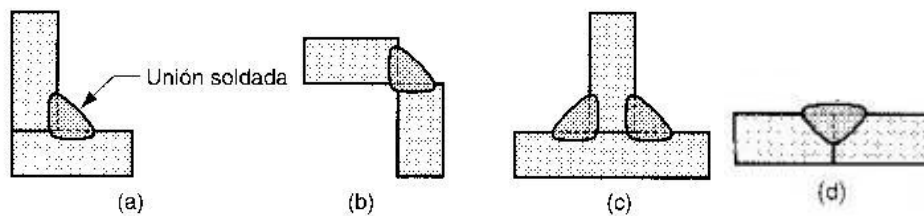


Figura 16. Tipos de uniones soldadas

Fuente: SOLDEXA, 2020

Para las soldaduras en ángulo o de rincón se designan con la letra F, que son:

- Posición 1F: Soldadura plana y una de las chapas inclinadas a 45° más o menos.
- Posición 2F: Soldadura horizontal y una de las chapas en vertical.
- Posición 3F: Soldadura vertical con ambas chapas en vertical; en la normativa americana tanto la soldadura ascendente como descendente sigue siendo la 3F.

Y para posiciones de soldeo de chapas a tope, son las siguientes:

- Posición 1G: Chapas horizontales, soldadura plana o sobremesa.
- Posición 2G: Chapas verticales con eje de soldaduras horizontales, o también denominado de cornisa.
- Posición 3G: Soldadura vertical ascendente, soldadura vertical descendente (PG).

3.1.7 Preparación superficial.

Una vez terminado todo el proceso de fabricación de chute, siempre se aplica varias capas de pintura según un sistema de aplicación proporcionado Fluor – Minera Chinalco Perú (cliente), previamente a la aplicación se requiere una limpieza superficial según normas SSPC (The Society for Protective Coatings), en este caso se usó un SSPC SP – 10 (limpieza de chorro abrasivo al metal casi blanco).

Este procedimiento realizado está basado en las siguientes normas internacionales:

- SSPC SP (The Society for Protective Coatings) Surface Preparation Standard.
- Parámetros especificados por el fabricante de pintura (ver hojas técnicas de productos).
- Otros parámetros adecuados a las condiciones vistas en campo.

3.1.7.1 Preparación previa.

De la Cruz (2017), señala que se debe realizar la preparación con hidro lavado a todos los chutes ya fabricados según el procedimiento siguiente:

- Realizar un hidro - lavado general de la superficie con agua dulce a poca presión según norma SSPC-SP12 LW WC 1500 – 2000 PSI a la totalidad de la superficie previo a cualquier trabajo de preparación de tipo chorro abrasivo indicado, verificando que el grado de contaminantes solubles llegue al nivel según norma SSPC-SP12 - SC-2.
- Remover todo depósito visible de aceite o grasa con espátula (en caso esté impregnada) y lavar con agua y detergente industrial (Norma de Referencia ASTM D 3276).

- Eliminar toda imperfección sobre la superficie como: soportes provisionales, bordes afilados, salpicadura de soldadura, rebabas, escoria de soldadura, pintura quemada, etc. esto mediante el esmerilado, rasqueteado u otro método (Norma de Referencia: AWS D 1.1).
- Para el caso de superficies con pintura base imprimante, sobre la cual se haya realizado otros trabajos como soldadura, corte u otro, o se haya contaminado por agentes del medio ambiente, se deberá realizar un hidro lavado general con agua dulce a presión (1000 – 1500 PSI) antes de colocar las capas subsiguientes de pintura para todos los casos.

3.1.7.2 Arenado.

El arenado o chorreado abrasivo, conocido en inglés como Sand Blasting, es la operación de propulsar a alta presión un fluido, que puede ser agua o aire, o una fuerza centrífuga con fuerza abrasiva, contra una superficie para alisarla o eliminar materiales contaminantes.

Las normas aplicadas para este proceso fueron las siguientes:

- a. Norma de acabado de preparación superficial: SSPC SP – 05 Arenado cercano al metal blanco.
- b. Grados de Oxidación – apariencia visual: SSPC-VIS1, Norma ISO 8501-1, ASTM D 2200
- c. El perfil de rugosidad: ASTM D 4417

Los patrones orientativos para el trabajo de fabricación de chutes son los siguientes:

- a. Los equipos de suministro de electricidad, aire, agua, así como los equipo herramienta de preparación de superficie, sus accesorios, dispositivos de control y componentes de seguridad, deberán estar en óptimas condiciones de

operación, debiéndose inspeccionar a diario, a fin de determinar su grado de desgaste o deterioro para su mantenimiento o reemplazo preventivo después de cada jornada de trabajo. Así mismo el personal que manipulará los equipos y/o realizará el trabajo de preparación de superficie, deberá contar con el entrenamiento y experiencia adecuado.

- b. Para el caso de equipos que utilicen aire comprimido, este debe estar seco y limpio, para ello las líneas de aire deberán tener filtros de humedad y aceite, trampas u otros equipos necesarios para superar este requerimiento (Método de Prueba ASTM D 4285).
- c. El responsable de proveer o comprar el abrasivo a utilizar, deberá tener en cuenta los siguientes parámetros técnicos requeridos:
 - *Arena y/o escoria:*
 - Contaminantes no visibles < 1000 μ siemens/cm.
 - Concentración menor a 50 ppm iones-cloruro en superficies para exteriores.
 - Concentración menor a 30 ppm iones-cloruro en superficies para inmersión.
 - Granulometría apropiada: Grano 16 – 40 para lograr el perfil apropiado.
 - Mínima contaminación visible de arcillas, cenizas calcáreas u otros (1 %).
 - La arena deberá estar completamente seca y almacenada adecuadamente. Para más detalles de referencia ver la Norma SSPC-AB1.
 - Las condiciones ambientales, al inicio y durante la preparación de superficie deberán ser las óptimas proyectando también el tiempo adicional para recubrir con pintura el área preparada a fin de tener que paralizar por esta causa, con las correspondientes pérdidas (Método de Prueba ASTM E 337).

Temperatura de superficie 3° C por sobre la temperatura de punto de rocío.
Humedad relativa ambiental no mayor al 85 %. (Para más detalles de referencia ver la Norma SSPC-AB1).

- El operario de preparación superficial (Arenador), deberá conocer y aplicar lo requerido por las normas SSPC de preparación de superficie, pudiendo identificar los diversos patrones de limpieza y lograr mediante la técnica adecuada cumplir con estos requerimientos.
- Verificar que el grado de preparación de superficie sea el especificado:
 - La superficie exterior arenada debe presentar el grado de preparación recomendado antes de aplicar cualquier recubrimiento. (Uso opcional (SSPC-VIS 1).
 - La concentración de cloruros en superficies preparadas para exteriores será como máximo 50 ppm y 30 ppm para inmersión, antes del inicio de pintado.
 - Eliminar cualquier imperfección que pueda quedar luego del arenado, limpiando únicamente con aire a presión, previo a la aplicación del recubrimiento indicado.
 - Evitar contaminar la superficie preparada, de tener que manipular los elementos a pintar, utilizar guantes apropiados y limpios, así como caballetes adecuados.

3.1.8 Aplicación de recubrimiento.

- Verifique que se disponga de todos los componentes. Homogenice cada componente por separado previo a la mezcla.
- Use un agitador neumático o eléctrico a prueba de explosión.
- Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.

- Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
- Para facilitar la aplicación agregue disolvente Jet ecopoxy 90 y Jet ecopol, según corresponda.
- El porcentaje de dilución podrá variar para facilitar la aplicación.
- Filtre la mezcla usando una malla 30.
- Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil, según se detalla.

Tabla 2

Tiempo de vida útil después de la mezcla

Producto	Tiempo de vida útil después de la mezcla
JET POX 2000	1 hora a 21 °C
JETHANE 650 HS	2 horas a 25 °C

Fuente: JET PERU S.A., 2021

3.1.8.1 Plan del pintado.

Los consumos de pintura son aproximados y se ajustarán a los rendimientos reales durante el pintado, que están en función de la rugosidad de la superficie, método y técnica de aplicación.

Los tiempos de repintado y secado serán afectados por la temperatura ambiente propia del lugar de trabajo.

El tipo de boquillas, así como el porcentaje de dilución podrán variar según sean las condiciones de campo.

El tiempo de repintado máximo del Jet Pox 2000 consigo mismo es 30 días. El tiempo de repintado máximo del Jet Pox 2000 con la capa de acabado con el poliuretano Jethane 650 HS es de siete días.

Tabla 3*Tiempo de vida útil de la pintura*

Método de aplicación		Preparación de superficie															
Equipo airless o indicado en la hoja técnica		Limpieza con chorro abrasivo grado cercano al metal blanco															
Capa	Producto y color	Rend. (m ³ /gal ón)	Espesor (mils)		Repintado a 21 °C		Diámetro boquilla	% diluyente	Tiempo de vida útil								
			Húmedo	Seco	Mínimo	Máximo											
1era	Jet Pox 2000/gris niebla 1680	14,8	7,0	5,0	3 horas	30 días 7 días	0,023'' 0,021''	12,5 % Jet ecopox y 90	8 horas a 21 °C								
	Capa refuerzo									-	-	-	3 horas	30 días	0,017'' 0,023''	12,5 % Jet ecopox y 90	1 hora a 21 °C
	2da																
3era	Jet Pox 2000/mar rón BR-3 1317	28,2	4,0	2,0	6 horas	7 días	0,017'' 0,019''	12,5 % Jet ecopol	2 horas a 25 °C								
	Jethane 650 HS/gris RAL 7004																

Fuente: JET PERU S.A., 2021

3.1.9 Ejecución.**3.1.9.1 Primera etapa- aplicación de la primera capa general con Jet Pox 2000 a****5,0 Mils.**

Sobre la superficie preparada (superficie con una concentración menor a 50 ppm de iones cloruro) y si las condiciones ambientales son favorables (temperatura de superficie encima de los 3°C sobre el punto de rocío y la humedad relativa menor a

85 %), aplique con equipo airless o convencional según corresponda, una capa uniforme de Jet Pox 2000 a 5,0 mils seco (8,0 mils húmedo), en las zonas a resanar. Verificar que no existan zonas sin cubrir ni defectos de aplicación como descolgamientos, piel de naranja, poros.

A las 6 horas de secado mida los espesores de película seca según la norma SSPC-PA2, el espesor seco debe de ser 4,4 mils mínimo, 5,6 mils máximo y 5,0 mils promedio, en caso de no alcanzar el espesor especificado aplicar una capa adicional de Jet Pox 2000 hasta completar el espesor especificado (JET PERU S.A., 2021).

3.1.9.2 Segunda etapa - capa de refuerzo.

Cuando la superficie se encuentre adecuadamente imprimada, limpia (libre de suciedad, polvo, sales, aceite, combustible) y si las condiciones ambientales son favorables aplique con brocha una capa de Jet Pox 2000 en las zonas de difícil acceso, filos, depresiones y cordones de soldadura.

3.1.9.3 Tercera etapa - aplicación de la segunda capa general con Jet Pox 2000 a 5.0 Mils.

A un mínimo de seis horas de secado de la primera capa del sistema, la superficie aplicada debe ser limpiada con trapo humedecido en agua potable hasta obtener una superficie con una concentración menor a 50 ppm de iones cloruro.

Sobre la superficie preparada y si las condiciones ambientales son favorables, aplique con equipo airless una capa uniforme del recubrimiento epóxico Jet Pox 2000 a 5,0 mils seco (7,0 mils húmedo).

Verificar que no existan zonas sin cubrir ni defectos de aplicación como descolgamientos, piel de naranja, poros.

A las cinco horas de secado mida los espesores de película seca según la norma SSPC-PA2, el espesor seco debe de ser 8,2 mils mínimo, 11,8 mils máximo y 10,0 mils promedio, en caso de no alcanzar el espesor especificado aplicar una capa adicional de Jet Pox 2000 hasta completar el espesor especificado.

3.1.9.4 Cuarta etapa - aplicación de la tercera capa general con Jethane 650 HS a 2.0 Mils.

A un mínimo de cinco horas de secado de la primera capa del sistema, la superficie aplicada debe ser limpiada con trapo humedecido en agua potable hasta obtener una superficie con una concentración menor a 50 ppm de iones cloruro.

Sobre la superficie preparada y si las condiciones ambientales son favorables, aplique con equipo airless una capa uniforme del poliuretano Jethane 650 HS a 2,0 mils seco (4,0 mils húmedo), antes de los 7 días, tiempo de repintado máximo con la capa de Jet Pox 2000.

3.2 Desarrollo de la experiencia

Para determinar el costo de este proyecto, se evaluaron varios aspectos del proyecto los cuales se analizaron de forma global según formato que SPCC, a continuación, podremos ver cada uno de ellos.

3.2.6 Costos y evaluación económica.

El costo del servicio consta de la sumatoria de las siguientes ocho partes:

- Costo de mano de obra en días útiles.
- Sobre uniforme e implemento de seguridad.
- Relación de materiales a utilizar en el servicio.
- Relación de herramientas a utilizar en el servicio.
- Equipos que cuentan para realizar el servicio.

- Transporte en general.
- Pólizas y carta fianza (no aplica).
- Resumen y aspectos económicos.

Los costos se muestran en el anexo 01

3.2.7 Metrado general de materiales para el chute.

Tabla 4

Metrado de material para segmento 1

Descripción de material	Cantidad
Plancha de Acero ASTM A36 1/4" (2,4 m x 1,2 m)	5,29 m ²
Platina A36 - 3"x1/4"	9,60 m
Perno Gr.5 en A36 de Ø5/8" Inc. Tuerca y volanda	34 pz
Linner Cerámico 250 mm x 250 mm x 30 mm	21 pz

Tabla 5

Metrado de material para segmento 2

Descripción de material	Cantidad
Plancha de Acero ASTM A36 1/4" (2,4 m x 1,2 m)	6,85 m ²
Angulo A36 - 3"x3"x1/4"	1,54 m
Platina A36 - 3"x1/4"	8,5 m
Perno Gr.5 en A36 de Ø5/8" Inc. Tuerca y volanda	38 pz
Linner Cerámico 250 mm x 250 mm x 30 mm	13 pz

Tabla 6

Metrado de material para segmento 3

Descripción de material	Cantidad
Plancha de Acero ASTM A36 1/4" (2,4 m x 1,2 m)	8,16 m ²
Plancha acero bohler anti desgaste AISI T1-3/4" (2,4 m x 1,2 m)	2,37 m ²
Angulo A36 - 3"x3"x1/4"	5,6 m
Platina A36 - 3"x1/4"	8,34 m
Perno Gr.5 en A36 de Ø5/8" Inc. Tuerca y volanda	40 pz
Perno Avellanados de Ø3/4" Inc. Tuerca y volanda	120 m

Tabla 7*Metrado de material para segmento 4*

Descripción de material	Cantidad
Plancha de Acero ASTM A36 1/4" (2,4 m x 1,2 m)	5,24 m ²
Plancha acero bohler antidesgaste AISI T1-3/4" (2,4 m x 1,2 m)	2,35 m ²
Angulo A36 - 3"x3"x1/4"	3 m
Platina A36 - 3"x1/4"	1,52 m
Perno Avellanados de Ø3/4" Inc. Tuerca y volanda	55 pz

Tabla 8*Metrado de material para segmento 5*

Descripción de material	Cantidad
Plancha de Acero ASTM A36 1/4" (2,4 m x 1,2 m)	13,55 m ²
Plancha acero bohler antidesgaste AISI T1-3/4" (2,4 m x 1,2 m)	3,08 m ²
Angulo A36 - 3"x3"x1/4"	4,45 m
Canal C.3"x4.1	3,44 m
Platina A36 - 3"x1/4"	0,84 m
Perno Gr.5 en A36 de Ø5/8" Inc. Tuerca y volanda	50 pz
Perno Gr.5 en A36 de Ø3/4" Inc. Tuerca y volanda	20 pz
Perno Avellanados de Ø3/4" Inc. Tuerca y volanda	48 pz

Tabla 9*Metrado de material para los segmentos totales*

Descripción de material	Cantidad exacta	Unidades	Cantidad de material
Plancha de Acero ASTM A36 1/4" (2,4 m x 1,2 m)	39,09 m ²	Plancha	14
Plancha acero bohler antidesgaste AISI T1-3/4" (2,4 m x 1,2 m)	7,8 m ²	Plancha	3
Angulo A36 - 3"x3"x1/4"	14,6 m	Piezas	3
Canal C.3"x4.1	3,44 m	Piezas	1
Platina A36 - 3"x1/4"	28,8 m	Piezas	5
Perno Gr.5 en A36 de Ø5/8" Inc. Tuerca y volanda	162 pz	Piezas	162
Perno Gr.5 en A36 de Ø3/4" Inc. Tuerca y volanda	20 pz	Piezas	20

Perno Avellanados de Ø3/4" Inc.	223 pz	Piezas	223
Tuerca y volanda			
Linner Cerámico 250mm x 250mm x 30mm	50 pz	Piezas	50
Arena Certificada	2,82 m ³	m ³	3
Trapo Industrial	10 kg	Kg	10

3.2.8 Detalle de cálculo de la cantidad necesaria de material de aporte.

En la siguiente descripción se detallará el cálculo para la cantidad de material de aporte el cual será Supercito AWS 5.1 - E7018, el cual será utilizado en su totalidad para este proyecto gracias a sus propiedades mecánicas y a la facilidad y versatilidad de las varillas de soldadura.

Formula General para hallar la cantidad de soldadura a usar

$$C = [(A1 + A2) \times L \times G/E] \times \frac{1}{10} \dots \dots \dots [Ecuación 1]$$

Dónde :

- C : Consumo de insumos de soldadura (kg)
- A1 : Área del metal de soldadura de la sección A1 (mm²)
- A2 : Área del refuerzo de la sección A2 (mm²)
- L : Longitud de soldadura (m)
- G : Gravedad específica del metal de soldadura (7,85 g/cm³)
- E : Eficiencia de deposición (%)

Electrodos revestidos de SMAW: 55 %

Alambres con núcleo sólido/metálico de GMAW: 95 %

Hilos tubulares de FCAW: 90 %

Alambres sólidos de SAW: 100 %

3.2.8.1 Calculo de material de aporte para segmento 1 – cateto 1/4”.

$$C = [(A1 + A2) \times L \times G/E] \times 1/10$$

Longitud total = 29,2 m

$$A1 = (6,35 \text{ mm} * 6,35 \text{ mm}) / 2 = 20,16 \text{ mm}^2$$

$$A2 = (0,15 * 20,16 \text{ mm}) = 3,024 \text{ mm}^2$$

$$C = [(20,16 \text{ mm}^2 + 3,024 \text{ mm}^2) \times 29,2 \text{ m} \times (7,85 \text{ g/cm}^3 / 55)] \times 1/10$$

$$C = 9,68 \text{ Kg}$$

3.2.8.2 Calculo de material de aporte para segmento 2 – cateto ¼”.

$$C = [(A1 + A2) \times L \times G/E] \times 1/10$$

Longitud total = 39,98 m

$$A1 = (6,35 \text{ mm} * 6,35 \text{ mm}) / 2 = 20,16 \text{ mm}^2$$

$$A2 = (0,15 * 20,16 \text{ mm}) = 3,024 \text{ mm}^2$$

$$C = [(20,16 \text{ mm}^2 + 3,024 \text{ mm}^2) \times 39,98 \text{ m} \times (7,85 \text{ g/cm}^3 / 55)] \times 1/10$$

$$C = 13,25 \text{ Kg}$$

3.2.8.3 Calculo de material de aporte para segmento 3 – cateto ¼”.

$$C = [(A1 + A2) \times L \times G/E] \times 1/10$$

Longitud total = 49 m

$$A1 = (6,35 \text{ mm} * 6,35 \text{ mm}) / 2 = 20,16 \text{ mm}^2$$

$$A2 = (0,15 * 20,16 \text{ mm}) = 3,024 \text{ mm}^2$$

$$C = [(20,16 \text{ mm}^2 + 3,024 \text{ mm}^2) \times 49 \text{ m} \times (7,85 \text{ g/cm}^3 / 55)] \times 1/10$$

$$C = 16,25 \text{ Kg}$$

3.2.8.4 Calculo de material de aporte para segmento 4 – cateto ¼”.

$$C = [(A1 + A2) \times L \times G/E] \times 1/10$$

Longitud total = 39,2 m

$$A1 = (6,35 \text{ mm} * 6,35 \text{ mm}) / 2 = 20,16 \text{ mm}^2$$

$$A2 = (0,15 * 20,16 \text{ mm}) = 3,024 \text{ mm}^2$$

$$C = [(20,16 \text{ mm}^2 + 3,024 \text{ mm}^2) \times 39,2 \text{ m} \times (7,85 \text{ g/cm}^3 / 55)] \times 1/10$$

$$C = 12,996 \text{ Kg}$$

3.2.8.5 Calculo de material de aporte para segmento 5 – cateto ¼”.

$$C = [(A1 + A2) \times L \times G/E] \times 1/10$$

$$\text{Longitud total} = 30,56 \text{ m}$$

$$A1 = (6,35\text{mm} \times 6,35\text{mm}) / 2 = 20,16 \text{ mm}^2$$

$$A2 = (0,15 \times 20,16 \text{ mm}) = 3,024 \text{ mm}^2$$

$$C = [(20,16 \text{ mm}^2 + 3,024 \text{ mm}^2) \times 30,56 \text{ m} \times (7,85 \text{ g/cm}^3 / 0.55)] \times 1/10$$

$$C = 10,14 \text{ Kg}$$

3.2.8.6 Calculo de material de aporte para la totalidad de segmentos – cateto ¼”.

La sumatoria de todas las cantidades de soldadura de AWG 5.1 E 7018 de 1/8” es de 62,32 Kg

3.2.9 Gestión del tiempo del proyecto.

Nos permite definir, secuenciar, estimar recursos, estimar duración de las actividades para desarrollar y controlar el cronograma con lo cual conoceremos si la ejecución de las diferentes actividades se encuentra dentro de lo estimado y/o gestionar cambios, esto nos permitirá concluir la fabricación de chute a tiempo estimado.

3.2.10 Consideraciones para la elaboración del cronograma de trabajo.

3.2.10.1 Calendario laboral.

Para el proyecto, se estimó una duración de 84 días laborales; se programó las labores de lunes a sábado en un solo turno con jornadas de 08 horas diarias.

- Inicio: 25 de enero del 2021
- Término: 01 de mayo del 2021

- Horario de Trabajo: 07:00 a 18:00 horas.
- Refrigerio: 12:00 a 13:00 horas.

3.2.10.2 Suposiciones previas.

- Los equipos ya listos para montar se encontrarán en almacenes del cliente por lo menos 10 días antes de su montaje para la respectiva inspección y recepción por parte de nuestra área de calidad.
- La información, como planos de ensamble, catálogos, etc. estarán en obra por lo menos 15 días antes de su montaje para poder realizar las actividades previas a tiempo.
- Las zonas de trabajo estarán despejadas y liberadas de obstáculos de tal manera que no existan interferencias con otros subcontratistas en las zonas de maniobras, izaje e traslado de equipos.
- Se contará con supervisión por parte del cliente en los horarios establecidos (SOLDEXA, 2020).

3.2.10.3 Curva “S” e histogramas.

La curva “S” y el Histograma, nos permitió conocer las horas hombre utilizados y la cantidad de personal que se requería en el proyecto.

3.2.10.4 Definición de la línea base del cronograma.

Se realizó mediante los siguientes documentos:

- Cronograma del proyecto.
- Histograma del proyecto.
- La Curva “S” del proyecto.

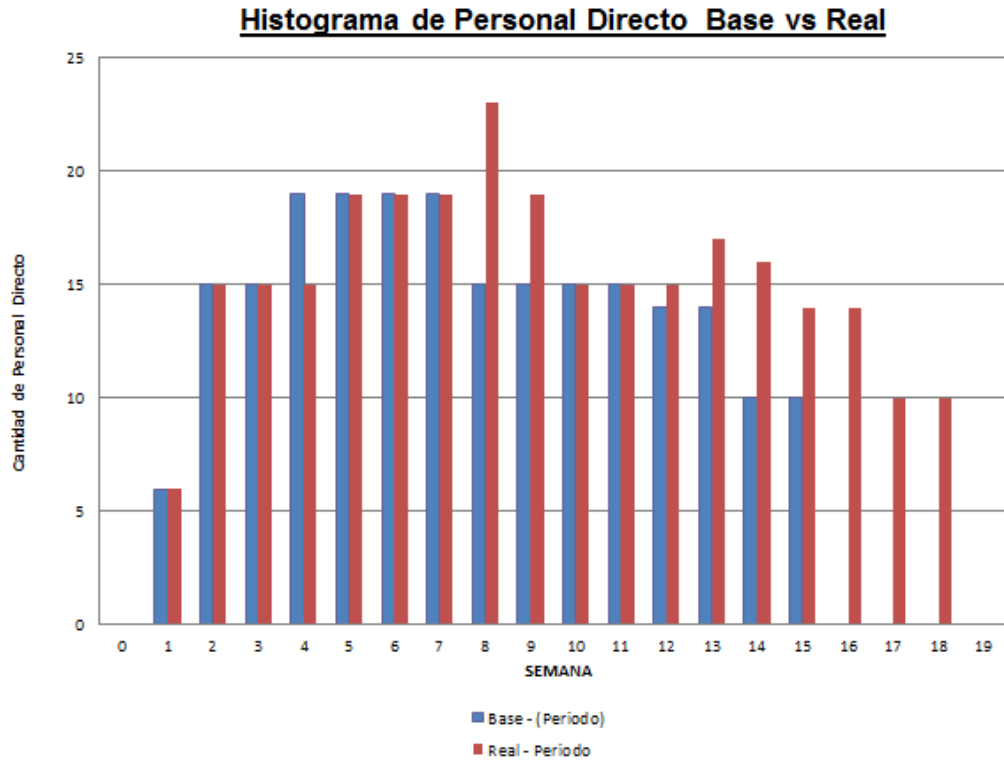


Figura 17. Histograma de personal directo base vs real

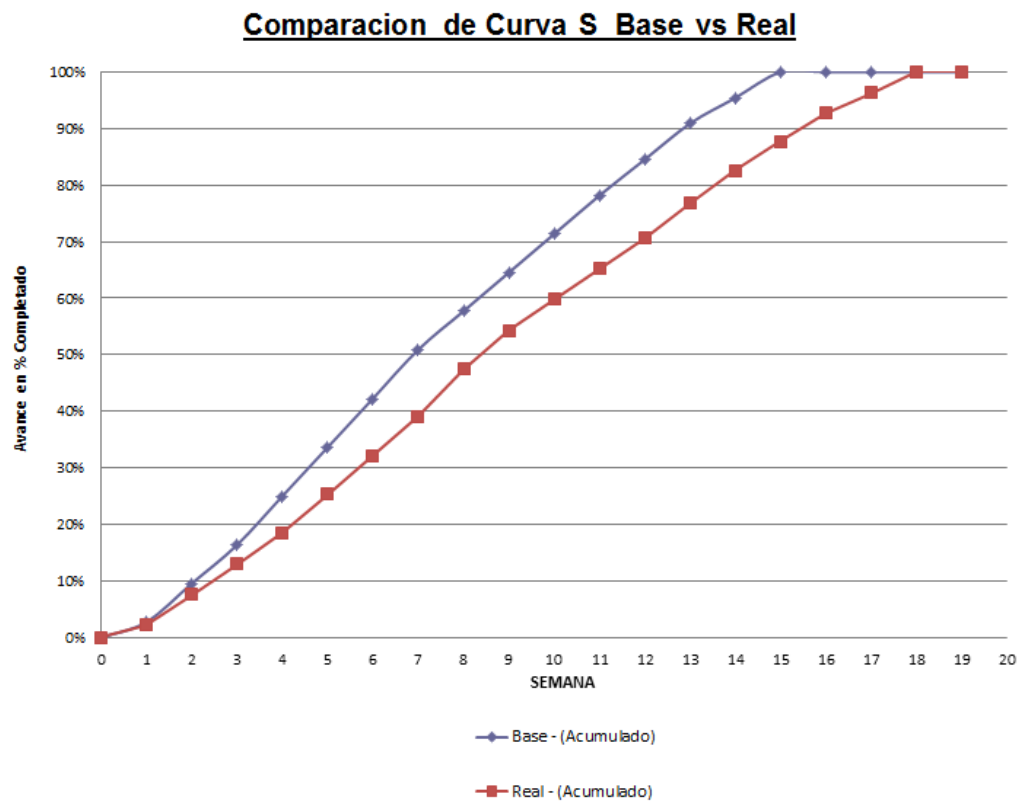


Figura 18. Comparación de curva S base vs real

3.2.10.5 Control del cronograma y monitoreo del avance.

Según SOLDEXA (2020), el control y seguimiento nos permitió conocer el estado del proyecto, para actualizar el avance del mismo y gestionar cambios a la línea base del cronograma si fuese necesario, el control consiste en:

- Determinar el avance de la ejecución de los entregables.
- Influir en los factores que generaban cambios en el cronograma.
- Gestionar los cambios conforme sucedían.

Para efectuar el monitoreo y control a la línea base del cronograma, a esta se le comparó con los avances reales vs los avances planificados, los avances reales se obtienen de los reportes de desempeño del trabajo (avance, horas reales y ganada), la comparación permitió realizar un análisis del estado del proyecto en un determinado momento y gestionar los respectivos cambios.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

Primera. Del presente informe se puede apreciar que la exactitud al hacer un requerimiento de materiales y/o cálculos para efectuarlos es de suma importancia ya que el tiempo de traslado y llegada toma demasiado tiempo y esto ocasionaría perdidas horas hombre.

Segunda. Las incidencias eventuales son por la mayoría en general por falta de permisos y por no verificar correctamente su llenado, un problema enorme puede reducirse a una simple corrección.

Tercera. Al participar en dicho proyecto me di cuenta que la seguridad ante todo es muy importante las cuales a veces limitan a las funciones que puedas realizar ya que debes cumplir con todos los permisos correspondientes para salvaguardar la vida de todos miembros.

Cuarta. Es un cliente muy complicado y a su vez la única que en lo que va no tiene ningún accidente e incidente grave por varios meses.

Quinta. Estar en el campo me ayudo a crecer y a abrir las expectativas que quiero para mi siguiente meta profesional la cual es la obtención del título.

CAPITULO V

RECOMENDACIONES

Primera. Previo al iniciar la ejecución del servicio y/o Proyecto se tiene que realizar un plan de gestión del proyecto, esto nos ayudará a generar líneas base de tiempo, costo al cual podremos medirnos durante el periodo de las etapas de operación y poder tomar decisiones en base información recogida en caso haya desviaciones.

Segunda. Definir claramente el alcance, realizar una curva S base de tiempo y costo para lo cual nos sirva de referencia durante el proyecto y poder tomar los cambios necesarios en caso haya desviaciones.

Tercera. Realizar la secuencia de fabricación, nos dará posteriormente un historial para los próximos montajes seguros libres de daños a la propiedad, medio ambiente y personal que estará directamente en el proceso, alcanzando el objetivo de toda empresa de cero accidentes durante el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. (2013). *Soldadura de oxiacetileno*. Recuperado de: http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/pro_ma/22.pdf
- Anónimo (2020). Inversiones mineras sumarían US\$12,800 millones entre 2020 y 2021. *Perú21*. Recuperado de: <https://peru21.pe/economia/inversiones-mineras-sumarian-us12800-millones-entre-2020-y-2021-noticia/>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2020). Crecimiento de inversiones en el Perú hasta el año 2019. *Gestión*. Recuperado de: <https://gestion.pe/economia/bcr-demanda-interna-crecio-impulsada-por-el-sector-privado-en-23-el-2019-nndc-noticia/>
- Bedoya, F. (2019). *Todo sobre la soldadura Smaw*. Recuperado de: <https://vsip.info/soldadura-smaw-pdf-free.html>
- De la Cruz, A. (2017). *Normas de preparación de superficie*. Recuperado de: <https://infocorrosion.com/index.php/infocorrosion-vip/infoespeciales/item/741-aun-tenemos-mucho-que-aprender-normas-de-preparacion-de-superficie-sspc-astm-iso>
- ESAB. (s.f.). *Normas de seguridad*. Recuperado de: <https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/normas-seguridad-1-lugar-de-trabajo.cfm>
- ESAB. (s.f.). *Proceso soldadura – SMAW*. Recuperado de: <https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso-soldadura-smaw.cfm>
- Flores, C. (s.f.). *Soldadura al arco eléctrico SMAW*. Recuperado de: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Ffgsalazar.net%2FLANDIVAR%2FING->

PRIMERO%2Fboletin08%2FURL_08_MEC01.pdf&clen=533741&chunk=true

Google Maps (2021). *Ubicación geográfica de la expansión de la mina Toromocho.*

Recuperado de: www.google.com.pe/maps/place/Ilo

JET PERU S.A. (2021), *Jet epoxxy.* Recuperado de: <https://www.pinturasjet.com/assets/uploads/productos/jet-primer-epoxi.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2017). *Marco macroeconómico multianual 2018-2021.* Recuperado de: https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/MMM_2018_2021.pdf

Ministerio de Energía y Minas. (2020). *La minería será uno de los sectores con mayor crecimiento el 2021.* Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/305011-la-mineria-sera-uno-de-los-sectores-con-mayor-crecimiento-el-2021>

OXGASA. (s.f.). *Manual del soldador.* Recuperado de: <https://www.infrasal.com/industria/phocadownloadpap/manual%20del%20soldador.pdf>

Perú21. (2020). *Inversiones mineras sumarían US\$12,800 millones entre 2020 y 2021.* Recuperado de: <https://peru21.pe/economia/inversiones-mineras-sumarian-us12800-millones-entre-2020-y-2021-noticia/?cv=1>

SOLDEXA. (s.f.). *Proceso de soldadura - corte por oxígeno.* Recuperado de: <https://www.esab.com.ar/soldexa/sp/education/blog/proceso-de-soldadura-corte-por-oxigenio.cfm>

SOLDEXA. (2020). *Conceptos generales de soldadura y procesos.* Recuperado de: <https://es.slideshare.net/RonPincu/manual-soldadura-soldexa-15139801>

Welding from Peru. (2020). *Procedimiento para soldaduras*. Recuperado de:
<https://weldingfromperu.com/blog/>

WESTARCO. (2015). *Manual de soldadura*. Recuperado de: <https://www.westarco.com/westarco/sp/support/documentation/upload/manual-de-soldadura-2015v2.pdf>