



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL
GASIFICADOR TIPO DOWNDRAFT DE LA FACULTAD DE
MECÁNICA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTORES:

DARWIN FABIÁN LEMA CHUQUI

DAIR RAMIRO RODRÍGUEZ QUEZADA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL
GASIFICADOR TIPO DOWNDRAFT DE LA FACULTAD DE
MECÁNICA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTORES: DARWIN FABIÁN LEMA CHUQUI

DAIR RAMIRO RODRÍGUEZ QUEZADA

DIRECTOR: Ing. FÉLIX ANTONIO GARCÍA MORA

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Darwin Fabián Lema Chuqui & Dair Ramiro Rodríguez Quezada

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

Nosotros, Darwin Fabián Lema Chuqui y Dair Ramiro Rodríguez Quezada, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 22 de diciembre de 2022



Darwin Fabián Lema Chuqui
CI: 050349494-0



Dair Ramiro Rodríguez Quezada
CI:160056265-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL GASIFICADOR TIPO DOWNDRAFT DE LA FACULTAD DE MECÁNICA**, realizado por los señores: **DARWIN FABIÁN LEMA CHUQUI Y DAIR RAMIRO RODRÍGUEZ QUEZADA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Marco Antonio Ordoñez Viñán PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2022-12-22
Ing. Félix Antonio García Mora DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2022-12-22
Ing. Eugenia Mercedes Naranjo Vargas MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 _____	2022-12-22

DEDICATORIA

Especial dedicación a mi Dios, contigo todo y sin ti nada, gracias por tu grandeza. A mis superhéroes papá y mamá los amo con todo mi corazón, Dios permita sean eternos. A mi hermano Nelson por los imposibles, por los siempre y por los más grandes sueños que siempre platicamos. A mis hermanas Silvia y Lizeth que sería de mi sin ustedes, tan solo sería una vida vacía. A mis ángeles hasta el cielo tías Amelia y Delia, abuelitas Mercedes y Mariana, quien lleno ese vacío de tener un abuelito, Carlitos; nos veremos en lo eterno familia. A mi torbellino y pequeño caracol Emi, gracias por encender nuestras vidas, al bebé Jazlyn un día llegarán a necesitar apoyo y siempre podrán contar con su Tío. Y a cada uno quienes han estado conmigo familia, amigos y socios, sin importar el tiempo y el espacio de este gran sueño.

Darwin

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por la vida, salud y guiarme hasta este momento tan importante dentro de mi carrera profesional. A mis padres, Julia e Iván quienes son el eje primordial de mi vida, por brindarme la confianza, sus consejos y recursos. A mis hermanas, Ivana e Aymar, familiares quienes son muy importante y han sabido motivarme les dedico todo mi esfuerzo en la elaboración de este trabajo.

Dair

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a la ciudad de Riobamba por convertirse en mi segundo hogar y permitirme pasear y vivir en su urbe como un Riobambeño más, anhelando un pronto regreso. Con el mismo sentimiento quiero agradecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a las autoridades y personal docente que conforman la Escuela de Mantenimiento Industrial, por confiar en mí y brindarme su apoyo para realizar todo el proceso académico. De igual manera al grupo de amigos seleccionados para vivir la experiencia única de tesis donde se compartió gratos momentos, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad sincera. También quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Marco Haro, principal colaborador de este anhelado sueño quien con su dirección y enseñanzas permitió el cumplimiento de esta etapa en mi vida. Para ti amigo y hermano Daniel Molina, mil gracias de corazón por todos los momentos felices y tristes que pasamos desde el día uno que nos conocimos, no fue donde iniciamos, pero un día prometimos que lo lograríamos.

Darwin

Agradezco infinitamente a la bella ciudad de Riobamba quien me acogió como un foráneo más con sueños y aspiraciones. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme las puertas a la Educación Superior, a la facultad de Mecánica y en especial a la escuela de Mantenimiento Industrial. Gracias a cada uno de los docentes quienes con mucha paciencia brindan su conocimiento y experiencia en cada una de las materias cursadas. Para ti padre que desde el día uno me dijiste tienes una misión a partir de hoy, lo hemos logrado misión cumplida.

Dair

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xvi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN.....	xix
SUMMARY.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Justificación y actualidad.....	3
1.3. Planteamiento del problema.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	5
2.1. Proyecto estructural.....	5
2.2. Acero estructural.....	5
2.2.1. <i>Clasificación de los aceros estructurales</i>	6
2.2.2. <i>Acero al carbono ASTM A36</i>	6
2.2.3. <i>Aceros de alta resistencia y baja aleación</i>	7
2.2.4. <i>Aceros estructurales de alta, baja aleación y resistentes a la corrosión atmosférica</i> ..	7
2.3. Normativa Ecuatoriana de la Construcción.....	8
2.3.1. <i>Especificaciones para los materiales</i>	8
2.4. Concepto de corrosión. Tipología.....	8
2.4.1. <i>Corrosión en superficie metálica</i>	8
2.4.2. <i>Morfología del ataque por corrosión</i>	9

2.4.2.1.	<i>Corrosión por picadura (pitting)</i>	9
2.4.2.2.	<i>Corrosión uniforme, homogénea o generalizada</i>	9
2.4.2.3.	<i>Corrosión galvánica</i>	9
2.4.2.4.	<i>Corrosión por aireación diferencial</i>	9
2.5.	Soldadura SMAW	9
2.5.1.	<i>Clasificación de los electrodos básicos</i>	10
2.5.2.	<i>Electrodo revestido para aceros al carbono (AWS)</i>	10
2.5.3.	<i>Posiciones de soldadura</i>	11
2.5.4.	<i>Soldadura 6011</i>	12
2.5.5.	<i>Soldadura 7018</i>	12
2.5.6.	<i>Cordón de soldadura</i>	13
2.5.7.	<i>Inicio del arco</i>	13
2.6.	Tipos de juntas para soldar	14
2.7.	Norma NACE/ SSPC- SP1. Limpieza con solvente	16
2.8.	Norma NACE/SSPC-SP2. Limpieza con herramientas manuales	16
2.9.	Norma SSPC-PA 1 pintado de acero para taller, campo y mantenimiento	16
2.10.	Norma Técnica Ecuatoriana para puertas NTE INEN 2309	16
2.10.1.	<i>Área de aproximación</i>	16
2.10.2.	<i>Accesorios</i>	17
2.11.	Norma Técnica Ecuatoriana para escaleras NTE INEN 2249	17
2.12.	Norma Técnica Ecuatoriana para pasamanos NTE INEN 2244	18
2.13.	Tubo rectangular estructural	18
2.14.	Correas	19
2.15.	Perfil estructural canal U	19
2.16.	Platina	19
2.17.	Malla electro-soldada	20
2.18.	Varilla corrugada	20
2.19.	Tubo redondo liviano	21
2.20.	Plancha antideslizante	21
2.21.	Dura techo	21
2.22.	Ensayo no destructivo de tintas penetrantes aplicando la norma ASTM E 165 ...22	
2.23.	Procedimiento del ensayo no destructivo de tintas penetrantes	22
2.23.1.	<i>Límites de temperatura</i>	22
2.23.2.	<i>Tratamiento de la superficie</i>	22
2.23.3.	<i>Limpieza previa</i>	23
2.23.4.	<i>Secado después de la limpieza</i>	23

2.23.5.	<i>Aplicación de penetrante</i>	23
2.23.6.	<i>Tiempo de permanencia del penetrante</i>	23
2.23.7.	<i>Eliminación de penetrantes por remoción por limpieza (método c)</i>	24
2.23.8.	<i>Secado</i>	24
2.23.9.	<i>Parámetros de secado</i>	24
2.23.10.	<i>Aplicación del revelador de película líquida</i>	25
2.23.11.	<i>Tiempo de revelado</i>	25
2.23.12.	<i>Inspección</i>	25
2.23.13.	<i>Examen con luz visible</i>	25
2.23.14.	<i>Limpieza</i>	25
2.23.15.	<i>Evaluación</i>	25

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	26
3.1.	Ubicación del gasificador	26
3.2.	Diseño propuesto para la construcción de la estructura metálica del gasificador	26
3.3.	Materiales utilizados para la estructura metálica del gasificador	30
3.3.1.	<i>Tubería estructural rectangular</i>	31
3.3.2.	<i>Perfiles estructurales correas</i>	31
3.3.3.	<i>Perfil estructural canal U</i>	32
3.3.4.	<i>Tubería mecánica redonda</i>	33
3.3.5.	<i>Perfiles estructurales ángulos</i>	34
3.3.6.	<i>Plancha Antideslizante</i>	34
3.3.7.	<i>Plancha</i>	35
3.3.8.	<i>Malla electro-soldada</i>	36
3.3.9.	<i>Varilla corrugada</i>	36
3.3.10.	<i>Dura techo</i>	37
3.3.11.	<i>Pernos auto perforantes</i>	37
3.3.12.	<i>Disco de corte</i>	38
3.3.13.	<i>Disco de desbaste</i>	39
3.3.14.	<i>Pintura anticorrosiva</i>	39
3.4.	Herramientas y máquinas para la construcción de la estructura metálica	40
3.4.1.	<i>Soldadora (SMAW) para electrodo revestido</i>	40
3.4.2.	<i>Compresor de aire</i>	41
3.4.3.	<i>Taladro</i>	42

3.4.4.	<i>Amoladora</i>	42
3.5.	Planificación de tareas a realizarse en área de trabajo del gasificador	43
3.5.1.	<i>Situación inicial del gasificador tipo downdraft</i>	43
3.5.2.	<i>Mantenimiento del área de trabajo del gasificador</i>	44
3.6.	Planificación de construcción de la estructura metálica	45
3.6.1.	<i>Planificación de construcción de la cubierta</i>	45
3.6.2.	<i>Planificación de construcción del piso y pasamanos en el gasificador</i>	48
3.6.3.	<i>Planificación de construcción de escaleras y pasamanos</i>	49
3.6.4.	<i>Planificación para la comprobación estructural en base a ensayos no destructivos aplicando tintas penetrantes bajo la norma ASTM E 165</i>	50
3.6.5.	<i>Planificación de acabados de la cimentación</i>	52

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	53
4.1.	Comparación del estado actual vs la construcción de la estructura metálica	53
4.2.	Construcción de la estructura metálica para gasificador tipo downdraft	53
4.2.1.	<i>Limpieza del área de trabajo</i>	53
4.2.2.	<i>Análisis de costos del material utilizado</i>	55
4.2.2.1.	<i>Costos directos</i>	55
4.2.2.2.	<i>Costos indirectos</i>	56
4.2.3.	<i>Limpieza y recubrimiento de pintura anticorrosiva del material estructural</i>	57
4.3.	Interpretación de diseño, tareas de construcción y ensamble	58

CONCLUSIONES	87
--------------	-------	----

RECOMENDACIONES	88
-----------------	-------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Clasificación de los electrodos según su espesor.	10
Tabla 2-2:	Posiciones de la soldadura.....	11
Tabla 3-2:	Composición química del electrodo 6011	12
Tabla 4-2:	Composición química del electrodo 7018	13
Tabla 5-2:	Tipos de juntas para soldar.	15
Tabla 6-2:	Tiempos mínimos de permanencia recomendados.	24
Tabla 1-3:	Dimensiones de tubería estructural rectangular.....	31
Tabla 2-3:	Medidas de perfiles tipo correas.....	32
Tabla 3-3:	Medidas de perfiles tipo canal U	33
Tabla 4-3:	Medidas de tubería redonda.....	33
Tabla 5-3:	Medidas de perfiles ángulos	34
Tabla 6-3:	Medidas de planchas antideslizantes	35
Tabla 7-3:	Medidas de planchas.....	35
Tabla 8-3:	Medidas de malla electro-soldada.	36
Tabla 9-3:	Medidas de varilla corrugada	37
Tabla 10-3:	Característica técnica de dura techo.	37
Tabla 11-3:	Catálogo de dimensiones de auto perforantes.	38
Tabla 12-3:	Dimensiones de disco de corte.	38
Tabla 13-3:	Dimensiones de disco de desbaste.....	39
Tabla 14-3:	Características de la pintura anticorrosiva.....	40
Tabla 15-3:	Características técnicas de la soldadora.....	40
Tabla 16-3:	Características técnicas del compresor de aire.	41
Tabla 17-3:	Características técnicas del taladro.....	42
Tabla 18-3:	Características técnicas de la amoladora.	43
Tabla 19-3:	Planificación de mantenimiento del área de trabajo del gasificador.	44
Tabla 20-3:	Planificación de construcción de la cubierta.	45
Tabla 21-3:	Planificación de construcción del piso y pasamanos.....	48
Tabla 22-3:	Planificación de construcción de escaleras y pasamanos.	49
Tabla 23-3:	Planificación para la comprobación por NDT bajo la norma ASTM E 165.....	50
Tabla 24-3:	Planificación de acabados de la cimentación.	52
Tabla 1-4:	Costos directos	55
Tabla 2-4:	Costos indirectos	56
Tabla 3-4:	Costos totales.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Estructura metálica.....	5
Figura 2-2:	Acero estructural.....	7
Figura 3-2:	Norma de electrodo.....	11
Figura 4-2:	Cordón de soldadura.....	13
Figura 5-2:	Encendido del arco, método vertical.....	14
Figura 6-2:	Encendido del arco, método del raspado.....	14
Figura 7-2:	Área de aproximación referencial en puertas.....	17
Figura 8-2:	Ejemplo de manijas tipo palanca.....	17
Figura 9-2:	Representación de huella y contra huella en escaleras.....	18
Figura 10-2:	Tubo rectangular.....	18
Figura 11-2:	Correa.....	19
Figura 12-2:	Perfil estructural canal U.....	19
Figura 13-2:	Platina.....	20
Figura 14-2:	Malla electro-soldada.....	20
Figura 15-2:	Varilla corrugada.....	20
Figura 16-2:	Tubo redondo liviano.....	21
Figura 17-2:	Plancha antideslizante.....	21
Figura 18-2:	Dura techo.....	22
Figura 1-3:	Ubicación del gasificador de la Facultad de Mecánica.....	26
Figura 2-3:	Diseño de la estructura metálica.....	26
Figura 3-3:	Montaje de acero estructural.....	27
Figura 4-3:	Diseño tubería rectangular.....	27
Figura 5-3:	Tejido del piso para el gasificador.....	28
Figura 6-3:	Montaje de plancha antideslizante en el diseño.....	28
Figura 7-3:	Pasamanos NTE INEN 2244.....	29
Figura 8-3:	Diseño montaje de malla electro soldada.....	29
Figura 9-3:	Diseño perfil tipo correa.....	30
Figura 10-3:	Diseño propuesto de estructura metálica.....	30
Figura 11-3:	Tubería estructural rectangular.....	31
Figura 12-3:	Perfil estructural tipo correa.....	32
Figura 13-3:	Perfil estructural canal U.....	32
Figura 14-3:	Tubería mecánica redonda.....	33
Figura 15-3:	Perfiles estructural ángulo.....	34

Figura 16-3: Plancha antideslizante.....	35
Figura 17-3: Planchas	35
Figura 18-3: Malla electro soldada	36
Figura 19-3: Varilla corrugada	36
Figura 20-3: Dura techo.....	37
Figura 21-3: Perno auto perforante.....	38
Figura 22-3: Disco de corte	38
Figura 23-3: Disco de desbaste.....	39
Figura 24-3: Pintura anticorrosiva.....	39
Figura 25-3: Soldadora eléctrica.....	40
Figura 26-3: Compresor de aire	41
Figura 27-3: Taladro	42
Figura 28-3: Amoladora	43
Figura 29-3: Situación inicial del gasificador.....	43
Figura 1-4: Estado de situación inicial vs la implementación de la estructura metálica.....	53
Figura 2-4: Limpieza del área de trabajo	54
Figura 3-4: Retiro de muro de concreto.....	54
Figura 4-4: Limpieza total del gasificador.....	55
Figura 5-4: Limpieza bajo la norma SSPSC-SP1, SSPSC SP2	57
Figura 6-4: Aplicación de pintura anticorrosiva norma SSPC PA1.....	57
Figura 7-4: Perforaciones.....	58
Figura 8-4: Plancha base.....	58
Figura 9-4: Medidas en la base de la cimentación.....	59
Figura 10-4: Trazado y corte de tubería.....	59
Figura 11-4: Soldadura de la tubería rectangular.....	60
Figura 12-4: Andamios para montaje de tubería rectangular.....	60
Figura 13-4: Ensamble con perfil canal U	61
Figura 14-4: Tejido con perfil tipo correa.....	61
Figura 15-4: Colocación de dura techo.....	62
Figura 16-4: Marco para el piso con tubería rectangular.....	62
Figura 17-4: Armado del piso para el gasificador.	63
Figura 18-4: Corte de perfil canal U.....	63
Figura 19-4: Ensamble de perfil canal U.....	64
Figura 20-4: Ensamble de perfiles para el piso.....	64
Figura 21-4: Base de piso para el gasificador.....	65
Figura 22-4: Colocación de plancha antideslizante.	65

Figura 23-4: Montaje de pasamanos.....	66
Figura 24-4: Pasamanos del gasificador.....	66
Figura 25-4: Desoldado de toma del sistema de alimentación.....	67
Figura 26-4: Diámetro.....	67
Figura 27-4: Colocación del sistema de alimentación.....	68
Figura 28-4: Recubrimiento anticorrosivo de puerta.....	68
Figura 29-4: Instalación de puerta.....	69
Figura 30-4: Canal.....	69
Figura 31-4: Tejido de perfil tipo ángulo.....	70
Figura 32-4: Puerta para el mantenimiento del horno.....	70
Figura 33-4: Puerta termocuplas.....	71
Figura 34-4: Puerta de ingreso a la planta alta del gasificador.....	71
Figura 35-4: Colocación de malla electro soldada.....	72
Figura 36-4: Zanja para escalera grande.....	72
Figura 37-4: Medidas y nivel del descanso.....	73
Figura 38-4: Mezcla de concreto, bases de acero.....	73
Figura 39-4: Cimentación para la escalera grande.....	74
Figura 40-4: Zanjas para cimentación.....	74
Figura 41-4: Mezcla de concreto.....	75
Figura 42-4: Cimentación para escalera pequeña.....	75
Figura 43-4: Descanso para la escalera.....	76
Figura 44-4: Escalera grande.....	76
Figura 45-4: Escaleras pequeñas.....	77
Figura 46-4: Pasamanos de la escalera grande.....	77
Figura 47-4: Pasamanos para escalera pequeña.....	78
Figura 48-4: Comprobación de medidas de las puertas.....	78
Figura 49-4: Comprobación de medidas de las escaleras.....	79
Figura 50-4: Comprobación de medidas de pasamanos.....	79
Figura 51-4: Tintas penetrantes.....	80
Figura 52-4: Limpieza de cordones de soldadura.....	80
Figura 53-4: Limpieza total de los cordones.....	81
Figura 54-4: Aplicación de removedor.....	81
Figura 55-4: Aplicación de penetrante.....	82
Figura 56-4: Tiempo de permanencia del penetrante.....	82
Figura 57-4: Retiro de exceso de penetrante.....	83
Figura 58-4: Aplicación de revelador.....	83

Figura 59-4: Tiempo de secado del revelador.....	84
Figura 60-4: Mezcla de cemento	84
Figura 61-4: Enlucido del piso.....	85
Figura 62-4: Enlucida de las caras de la cimentación.....	85
Figura 63-4: Acabados de la cimentación.....	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Distribución por sectores de los costes de corrosión.....	6
---	---

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

SMAW	Soldadura manual por arco metálico
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
SRCS	Sistema Resistente a Cargas Sísmicas
SDC	Soldaduras de la demanda crítica
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
AISC	Instituto Americano de la Construcción en Acero
ISO	Organización Internacional de Normalización
INEN	Instituto Ecuatoriano de la Normalización
AWS	Sociedad Americana de Soldadura
SSPC	Preparación de superficies para aplicación de recubrimientos.
NACE	Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión
Lx	Lux
Fc	Pie-candela/ foot-candle

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FICHA TÉCNICA DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A 36
- ANEXO B:** FICHA TÉCNICA DE ELECTRODO 6011
- ANEXO C:** FICHA TÉCNICA DE ELECTRODO 7018
- ANEXO D:** FICHA TÉCNICA DE NDT REMOVEDOR.
- ANEXO E:** FICHA TÉCNICA DE NDT PENETRANTE
- ANEXO F:** FICHA TÉCNICA DE NDT REVELADOR.
- ANEXO G:** COMPRA DEL ACERO ESTRUCTURAL
- ANEXO H:** FACTURA DE LA ADQUISICIÓN DEL ACERO
- ANEXO I:** COSTOS DEL MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN
- ANEXO J:** COSTOS DE ADQUISICIÓN DEL ACERO ESTRUCTURAL
- ANEXO K:** FACTURA DE PINTURA ANTICORROSIVA Y DISCO DE CORTE
- ANEXO L:** COMPRA DEL MATERIAL ESTRUCTURAL
- ANEXO M:** FACTURA DE THINER Y WAIPE PARA LIMPIEZA DEL ACERO
- ANEXO N:** COMPRA DE PINTURA Y DISCOS DE CORTE / DESBASTE.
- ANEXO O:** ADQUISICIÓN DE BISAGRAS PARA PUERTAS.
- ANEXO P:** FACTURA POR LA COMPRA DE DISCO DE CORTE.
- ANEXO Q:** COMPRA DE ELECTRODO 7018 Y DISCO DE CORTE/ DESBASTE
- ANEXO R:** FACTURA POR LA COMPRA DE CEMENTO
- ANEXO S:** ADQUISICIÓN DEL ACERO ESTRUCTURAL
- ANEXO T:** FACTURA POR LA COMPRA DE PERFILES ESTRCUTURALES
- ANEXO U:** COMPRA DE PERFIL ESTRUCTURAL.

RESUMEN

En el presente Trabajo de Integración Curricular se efectuó el proceso de construcción de la estructura metálica para el gasificador tipo *downdraft* de la Facultad de Mecánica. Se llevó a cabo un análisis técnico de situación inicial del entorno, conociendo el estado de la cimentación, la indisponibilidad del sistema debido a factores climáticos, el tiempo de abandono y la necesidad de una estructura metálica segura empleando normativa. Se inició con un diseño propuesto por los compañeros Daniel Molina y David Moreta, en donde proporcionaron información del acero a ocuparse, medidas de altura, ancho, espesores y tolerancias para la construcción. Para lo cual se realizó un plan de construcción indicando las fechas y actividades. Se optó por adquirir el acero estructural ASTM A36 por las recomendaciones indicadas bajo normativa NEC y diseño, donde se empleó diferentes tipos de materiales como son: tubería rectangular, malla electro soldada, varilla corrugada, planchas antideslizantes, perfil tipo correa, ángulo, entre otros. Por consiguiente enfocado en la protección de la superficie del material se ocupó la norma SSPC SP1, SSPC SP2, SSPC PA1, en todo el material. Se utilizó la soldadura SMAW para la unión de la estructura metálica, aplicando electrodo revestido 6011 y 7018. Para la construcción de las puertas se recurrió a la normativa NTE INEN 2209, en la fabricación de las escaleras fue necesario la norma NTE INEN 2249, también la norma NTE INEN 2244 para la elaboración de pasamanos. Se comprobó el cumplimiento de la normativa empleada, además se realizó el NDT por tintas penetrantes en base a la norma ASTM E 165. Mediante la normativa NEC, se logró construir una estructura metálica con estándares de seguridad y calidad. Se recomienda realizar constantemente un mantenimiento preventivo con pintura anticorrosiva para prevenir la oxidación por factores climáticos.

Palabras clave: <ESTRUCTURA METÁLICA>, <GASIFICADOR>, <NORMATIVA ECUATORIA DE LA CONSTRUCCIÓN>, <OXIDACIÓN>, <DISEÑO>, <ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS>

0149-DBRA-UPT-2023

ESPOCH - DBRAI
PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS
BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

19 ENE 2023
REVISIÓN DE RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA
Por: Konzi Hora: 10:20

SUMMARY

In this curricular Integration Work, the construction process of the metallic structure for the downdraft type gasifier of the Mechanics Faculty, was carried out. A technical analysis of the initial situation of the environment was made, knowing the state of the foundation, the unavailability of the system due to climatic factors, the abandonment time and the need for a safe metal structure using regulations. It began with a design proposed by colleagues Daniel Molina and David Moreta who provided steel information to be used, height measurements, width, thickness and tolerances for the construction. For which a construction plan was made indicating the dates and activities. It was decided to acquire the ASTM A36 structural steel due to the recommendations indicated under the NEC and design regulations. Different types of materials were used, such as: rectangular pipe, electro-welded mesh, corrugated rod, non-slip plates, belt-type profile, angle, among others. . Therefore, focused on the protection of the surface of the material, the standard SSPC SP1, SSPC SP2, SSPC PA1 was used, in all the material. SMAW welding was used to join the metallic structure, applying coated electrode 6011 and 7018. For the doors construction, the NTE INEN 2209 standard was used, in the manufacture of the stairs the NTE INEN 2249 standard was necessary, also the NTE INEN 2244 standard for the manufacture of handrails. Compliance with the regulations used was verified, in addition the NDT was carried out by penetrating inks based on the ASTM E 165 standard. Through the NEC regulations, it was possible to build a metal structure with safety and quality standards. It is recommended to constantly carry out preventive maintenance with anticorrosive paint to prevent oxidation due to climatic factors.

Keywords: < GASIFIER>< METALLIC STRUCTURE>< ECUADORIAN CONSTRUCTION REGULATIONS>< OXIDATION>< DESIGNE>< NON DESTRUCTIVE TESTING



Lic. Sandra Paulina Porras Pumalema

C.I. 0603357062

INTRODUCCIÓN

El acero al carbono ASTM A 36, es considerado como un material estructural debido a que cuenta con una alta demanda dentro de las empresas industriales de la construcción. Son fabricadas bajo la norma ASTM (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales). Además por su contenido de carbono que es bajo oscilando entre (0,25 -0,26%), tiende a tener una excelente soldabilidad, es laminado en caliente y se fabrican aceros tales como: acero rectangular, tubería redonda, ángulo, malla electro soldada, varilla corrugada, plancha antideslizante, perfiles tipo correa, platina, entre otros.

En la actualidad existen algunos tipos de materiales como el acero al carbono que muestra un aspecto mate y tiene una pobre resistencia a la corrosión por tal motivo estos aceros necesitan de un recubrimiento con pintura anticorrosiva para proteger sus propiedades de problemas como la oxidación y corrosión. El acero aleado, básicamente es una mezcla de diferentes metales, el cobre, níquel y aluminio. Tienden a ser más económicos, mayor resistencia a la corrosión y se enfoca a la fabricación de piezas de automóviles, además se puede encontrar aceros para herramientas son conocidos por ser duros y resistentes al calor estos son fabricados con elementos como el cobalto, molibdeno y el tungsteno. Los aceros inoxidable cuentan con una resistencia a la humedad ya que contienen un 10-20% de cromo y es fácilmente moldeable.

El acero al carbono al tener una pobre resistencia al factor de humedad, tiende a sufrir reacciones químicas como la oxidación que se presenta en la superficie como pequeños puntos de color café, donde el material pierde sus propiedades, y posteriormente existe desprendimientos del acero cuando esta problemática avanza dando como resultado la corrosión. Por tal motivo es necesario aplicar un mantenimiento preventivo sobre la superficie del material con pintura anticorrosiva.

La Facultad de Mecánica cuenta con un gasificador tipo *Downdraft* que no cumple con la función requerida debido al tiempo de abandono y se encuentra expuesta a la intemperie. Es por ello que en base a un diseño propuesta, se parte inicialmente para la construcción de una estructura metálica, bajo normativa empleada y estándares de calidad y seguridad.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Según (Trogia 2018, p.20), el proyecto estructural no es más que una mezcla equilibrada entre ciencia y arte. El proyectista de estructuras fundamentalmente debe contar con un conocimiento completo (científico e intuitivo) de la dinámica, estática y mecánica. También tiene que hacer un análisis estructural, las propiedades de los materiales, tener una respuesta frente a las necesidades y solicitaciones; la relación entre la función, distribución para la estructura en su conjunto, contar con una apreciación clara de los valores estéticos que deben ser destacados o satisfechos para el mismo. Finalmente, un conocimiento de técnica, tecnología del medio y costos alternativos.

En base a (Morcillo Linares 2018, p.19), indica que el acero estructural es considerado como una proporción importante de los aceros elaborados en las plantas siderúrgicas. Históricamente, tiene un porcentaje de un 90% de la producción global, en los aceros al carbono contiene el 10% y un restante en aceros aleados. Basándonos en su composición química, sin tomar en cuenta el hierro y carbono, ya que por lo general el 1%. Sin embargo, el aumento del contenido de carbono comúnmente tiende en el acero a elevar su resistencia a la tracción, incrementa el índice de fragilidad en frío y esto a su vez hace que disminuyan la ductilidad y la tenacidad. Hoy por hoy, el acero es el material metálico, más necesitado en las estructuras que trabajan al aire libre. Es usado en la fabricación de gran cantidad de equipos y grandes estructuras metálicas, ya que es un material económico y por su notable resistencia mecánica. Por lo general una gran parte del acero queda a la intemperie a atmósferas fuertemente contaminadas. La corrosión atmosférica es la problemática más grande de la destrucción de metales y aleaciones debido a que los metales pierden sus propiedades y tienen a oxidarse. La gran mayoría de las construcciones trabajan bajo la acción de este entorno, habiéndose calculado que un 80% del metal producido queda expuesto.

De acuerdo con (Troya 2021, p.2), por desconocimiento teórico y práctico tienden a realizar estructuras deficientes que no son óptimas para el correcto funcionamiento de construcciones y maquinaria en la vida cotidiana, soldadura mal hecha cuyos materiales son de baja calidad, o tienen precios demasiado altos y su vida útil es demasiado corta. Comprender cómo podemos encontrar un punto equilibrado entre calidad y precio para así poder entregar un servicio completamente optimizado con garantía. A través de la experimentación en talleres mecánicos

probando diferentes tipos de perfiles, equipos máquinas de soldar, electrodos y materiales que se va a unir, los resultados arrojados fueron que, al utilizar soldadoras convencionales, es decir de arco eléctrico se tiene cierta dificultad al estabilizar, trabajo poco pulido pero tiene una calidad excelente, por el contrario, la máquina que tiene como función soldar tipo inversores, es muy fácil de transportar, tiene muchas posibilidades de soldadura.

1.2. Justificación y actualidad

El desconocimiento de información de los métodos de construcción estructural conlleva a que las personas tiendan a no darle la suficiente importancia de preservar los elementos metálicos a sabiendas de los cambios climáticos que existe en la ciudad y como esto repercute en problemas de deterioro del metal.

Por tal motivo, se debe tener conocimiento en bases técnicas tales como dimensiones, materiales, cargas colocadas a la estructura, métodos de diseño de vigas y columnas. Conocimientos que dentro de la carrera se ha adquirido en las diferentes materias estudiadas. Por tanto, hoy en día se realiza diferentes construcciones ya que resulta óptimo por la rapidez del diseño y ejecución de la construcción estructural, dado que este también no ocupa mucho espacio.

Es por ello, que una buena implementación de una cubierta para el gasificador, evitará el desgaste por corrosión en gran parte, y dando un mantenimiento preventivo con pintura anticorrosiva se protegerá los elementos que se encuentren expuestos a la intemperie. Con el fin de que este proyecto sirva de beneficio para las prácticas de los compañeros que se encuentren estudiando nuestra carrera de Mantenimiento Industrial

1.3. Planteamiento del problema

El diseño y construcción de un dosificador de biomasa forestal para gasificador tipo *downdraft* situado en los talleres de la Facultad de Mecánica fue un trabajo de titulación realizado en el año 2017, el cual puso en funcionamiento dicho mecanismo. Al transcurrir el tiempo se pudo evidenciar como el factor climático afectó en su totalidad al gasificador, hicieron que todo el mecanismo se deteriore rápidamente. Los entornos corrosivos pueden ser fluidos, suelen ser conductores electrolíticos y contener diversidad de constituyentes secundarios, siendo este el ataque resultante donde puede llevar a productos que tengan distinta solubilidad en el medio o, a la inversa, en el caso de productos insolubles, a depósitos sobre el metal sustrato, esto con lleva a que los casos de corrosión pueden dividirse en dos clases: los que forman una película sólida

consistente y los que no la forman. Es evidente que, la velocidad de corrosión está sometida a un factor de regulación diferente en estos casos, si se trata del ataque atmosférico el factor de regulación principal es la humedad y en condiciones de inmersión total es el oxígeno (Evans y Company, 2018, p.2).

Sin embargo, la falta de un diseño y la construcción de una estructura metálica trajeron consigo consecuencias que en primer lugar se evidenció como la oxidación, producto de ello al transcurrir los días la pintura anticorrosiva pierde sus propiedades y se condujo a la corrosión debido a que el proyecto estuvo a la intemperie por mucho tiempo, a la vez no se le dio un mantenimiento preventivo para preservar cada uno de los equipos, accesorios, dispositivos, tuberías, cables. Hoy en día es evidente que existe un deterioro ya que el proyecto pasó alrededor de 5 años por tal motivo se requiere implementar la construcción de una estructura metálica bajo normativa para preservar el sistema operativo del gasificador.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Construir la estructura metálica para el gasificador tipo *downdraft* de la Facultad de Mecánica.

1.4.2. Objetivos específicos

Verificar e interpretar el diseño estructural propuesto basado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.

Realizar la planificación para la construcción de la estructura metálica propuesta.

Construir y armar los componentes de la estructura metálica de acuerdo con las especificaciones de diseño.

Comprobar el cumplimiento de las especificaciones de las normas NEC.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Proyecto estructural

El objetivo del proyectista estructural es obtener una estructura económica, segura y factible, que cumpla con los requisitos funcionales y estéticos fijados en el programa del proyecto. Es por ello una mezcla equilibrada de ciencia, arte, debe tener un conocimiento completo (científico e intuitivo) de la estática, la mecánica, la dinámica, el análisis estructural; de las propiedades de los materiales, de su respuesta frente a las solicitaciones; de la relación entre la función, distribución y forma de los elementos. Finalmente un conocimiento de las técnicas constructivas, de la tecnología del medio como de los costos relativos (Troglia, 2018, p.19).



Figura 1-2: Estructura metálica

Fuente: (DIPAC, 2020, p.1)

2.2. Acero estructural

Es la consecuencia al combinar carbono, hierro y otros elementos en pequeñas cantidades, como es el caso del silicio, azufre, fósforo y oxígeno, aportando propiedades determinadas. Es muy utilizado en la construcción de estructuras; como edificios industriales, comerciales y puentes. Cuenta con una amplia gama de formas y grados que son necesarios para la construcción. El acero no es del todo puro, sino más bien surge de una aleación que está compuesta casi por completo

de hierro en un porcentaje del 98%. El carbono tiene mayor influencia en las propiedades del acero. La resistencia y la dureza del acero aumentan dependiendo del porcentaje de carbono. Un incremento del 0.01% del contenido de carbono causará que la resistencia del acero se eleve un aproximado de 0.5 ksi (Izquierdo y Merma, 2021, p.8).



Gráfico 1-2: Distribución por sectores de los costes de corrosión

Fuente: (Morcillo , 2018, p.29)

2.2.1. Clasificación de los aceros estructurales

Según (Zambrano y Peñafiel, 2022, p.10), se puede considerar que la agrupación de los aceros estructurales principales de la ASTM es:

- Aceros al carbono A36, A53, A500, A501 y A529.
- Aceros de baja aleación y de alta resistencia A572, A618, A913 y A992.
- Aceros de alta resistencia, baja aleación y resistentes a la corrosión atmosférica A242, A588 y A847.

2.2.2. Acero al carbono ASTM A36

Es un acero al carbono estructural, fabricado bajo la norma ASTM A36, tiene alta demanda en la industria de la construcción. Es utilizado como parte de hojas laminadas de acero, así como elementos de gran tamaño en donde se emplean los aceros conformados. Están conformados con porcentajes de elementos tales como: $\geq 0,20\%$ de cobre, 0,25-0,29 % carbono, 0,15-0,40% de silicio, 0,60-1,20% de manganeso, 0,04% fosforo, 0,05% azufre (Odebiyi et al., 2019, p.4).

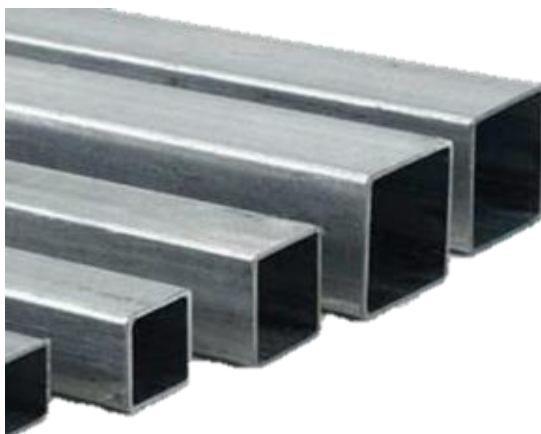


Figura 2-2: Acero estructural

Fuente: (DIPAC, 2020, p.25)

2.2.3. Aceros de alta resistencia y baja aleación

Los aceros constituyen una categoría importante, se estima que la producción mundial es de un 11%. Es un micro-aleación que está compuesto por pequeñas cantidades de vanadio, niobio o titanio. Estos elementos independientes en general oscilan en menos de 0.10% y en total de elementos micro-aleantes se encuentran en menos de 0.15%. El requerimiento era la alta resistencia en comparación con el acero al carbono templado, fusionado con una buena soldabilidad y tenacidad. Normalmente tienen un contenido de 0.07 a un 0.12% de carbono, hasta un 2% de manganeso, pequeñas adiciones de titanio, niobio y vanadio. Su función principal de estos micro-aleantes es el endurecimiento de la ferrita, por el afino del grano, se realiza el endurecimiento por precipitación y por formación de solución sólida (Guilcaso, 2020, p.12).

2.2.4. Aceros estructurales de alta, baja aleación y resistentes a la corrosión atmosférica.

Son aceros altamente resistentes a la corrosión, ya que, son empleados en su gran mayoría en procesos de construcción industrial en los cuales la estructura se encuentra expuesta a la intemperie, debido al paso del tiempo, el acero pierde sus propiedades, su superficie se oxida, formando una capa adhesiva comprimida denominada como “patina bien adherida” o “capa oxido” producto de los ciclos de humedad y sequedad, esto a su vez genera un mayor grado de oxidación al ya obtenido, al pasar un periodo de 18 meses a 3 años el acero adquiere un color que comúnmente varía entre el rojo oscuro, café y al negro. Es de vital importancia señalar que estos aceros no son recomendables para la construcción de estructuras que se encuentran expuestas a la atmosfera de niebla, brisas marinas, o que estén sumergidos en agua (Zambrano y Peñafiel, 2022, p.11)

2.3. Normativa Ecuatoriana de la Construcción

Según (NTE INEN 2309, 2018, p.1), el objetivo fue determinar normas de construcción actuales de acuerdo con los avances tecnológicos con el fin de mejorar los mecanismos de control enfocados en los procesos constructivos, determinar los principios mínimos de diseño y montaje en obra, velar por el cumplimiento de los principios básicos de habitualidad, y asegurar responsabilidades, derechos y obligaciones de los actores involucrados en los procesos de edificación.

Los aceros estructurales, que tienen como objetivo usarse en aplicaciones sísmicas han sido seleccionados en base a sus propiedades de soldabilidad e inelásticas.

2.3.1. Especificaciones para los materiales

El acero estructural que es usado en los sistemas resistentes a cargas sísmicas (SRCS) debe cumplir con algunas especificaciones.

El menor esfuerzo de fluencia especificado, que debe tener el acero usado en miembros en los cuales se suele esperar un comportamiento inelástico no debe exceder de 345 MPa (50ksi) para pórticos arriostrados a menos que la idoneidad del material sea comprobada mediante ensayos (NEC-SE.AC, 2014, p.24).

2.4. Concepto de corrosión. Tipología

La corrosión no es más que una reacción irreversible de un material expuesto al medio ambiente, comúnmente trae asociado una degradación del material o de las propiedades. Por lo tanto, el objetivo de estudio sobre la corrosión son los metales. En los metales la corrosión puede darse de distintas formas, ya que los mejores métodos de prevención depende de la forma (Sánchez y Lucas, 2018, P.1).

2.4.1. Corrosión en superficie metálica

Según (Serrato y Ruiz 2020, p.50), se refiere principalmente a la disolución anódica de un metal, por tanto, otros materiales como el concreto, plásticos, la madera, cerámica y materiales compuestos pueden sufrir deterioro en ambientes determinados; para aquellos materiales, se emplea el término “degradación”.

2.4.2. Morfología del ataque por corrosión

Según (Sánchez y Lucas, 2018, P.2), la corrosión puede ser:

2.4.2.1. Corrosión por picadura (pitting).

La corrosión por picadura se identifica por la aparición de agujeros o picaduras en la superficie del metal, es muy complicado de detectar y es peligrosos ya que puede tener iones agresivos como son los haluros. Es el primer grado de deterioro del material sino se lo rectifica a tiempo puede ser dañino ya que en un ambiente húmedo su proceso se apresura.

2.4.2.2. Corrosión uniforme, homogénea o generalizada.

Este ataque por corrosión uniforme se presenta por igual a lo largo del metal y se pierde la superficie de la misma manera.

2.4.2.3. Corrosión galvánica.

Se presenta cuando dos o más metales diferentes se ponen en contacto eléctrico en el mismo electrolito. El metal con un potencial de corrosión más noble tiende a polarizarse catódicamente, eliminando su velocidad de corrosión, pasa lo contrario con el miembro más negativo o expresado de otra manera más activo, este a su vez se polariza anódicamente, incrementando su velocidad de corrosión.

2.4.2.4. Corrosión por aireación diferencial

Se produce cuando una pieza metálica se encuentra sometida a una diferencia de concentración de oxígeno. Actuará como ánodo la parte menos oxigenada mientras que el cátodo será cuando se encuentre mayor oxigenada, produciendo un flujo electrónico unidireccional que es provocado por la diferencia de potencial electroquímico existente entre la zona catódica y anódica, con la consecuente corrosión en la zona anódica.

2.5. Soldadura SMAW

El proceso de soldadura por arco eléctrico (SMAW) es uno de los más utilizados, se usa electrodo metálico revestido. Es una técnica en la cual el calor de soldadura es producido por el arco

eléctrico entre la pieza de trabajo (metal base) y un electrodo consumible (metal de aporte) recubierto con materiales químicos con diferentes composiciones adecuadas conocidas como fundente. Tiene una gran versatilidad, especialmente en soldaduras de trabajo cortas, reparación, mantenimiento y sobre todo en construcciones de estructuras metálicas.

Los sectores en donde hay mayor aplicación son estructuras, de máquinas, construcción naval, tanques y esferas de almacenamiento, recipientes a presión, calderas, puentes, refinería de petróleo, gasoductos, oleoductos. Puede existir ocasiones en donde se puede emplear dos procesos diferentes por ejemplo en el soldeo de tubería, la raíz se realiza con la soldadura TIG completándose la unión con electrodos revertidos (Lema, 2021, p.4).

2.5.1. Clasificación de los electrodos básicos

Su clasificación depende según las normas del tipo de recubrimiento y su rendimiento gravimétrico. Para el rendimiento gravimétrico, se plantea la relación entre el metal depositado y el peso de la varilla sin el recubrimiento esto debe ser expresado en % (Cueto, 2017, p.9).

Para la clasificación de los electrodos básicos se realiza según el espesor del recubrimiento:

Tabla 1-2: Clasificación de los electrodos según su espesor.

Designación según ASME	Tipo de recubrimiento
15	Básico
16	Rutilo-básico
18	Básico GR

Fuente: (Cueto, 2017, p.9)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

2.5.2. Electrodo revestido para aceros al carbono (AWS)

En todos los electrodos tenemos grabado en el extremo por donde se inserta el electrodo un código formado por una letra, seguido de cuatro o cinco números y que va en función de la carga de rotura, por ejemplo: (60ksi y 70ksi) cuatro dígitos, o (100ksi) cinco dígitos. Recordar que se deben utilizar con cargas de rotura iguales a la del metal base a soldar. La letra representa el tipo de consumible, si es un electrodo se representa por la letra E. Si tiene cuatro números, los dos primeros representan la resistencia a la tracción o carga de rotura (fuerza que soporta la soldadura expresada en ksi). El tercer número nos indica la posición ideal para soldar con ese tipo de electrodo, y el cuarto número el tipo de revestimiento (Vargas, 2022, p.82).



Figura 3-2: Norma de electrodo

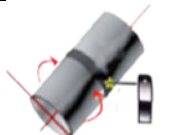

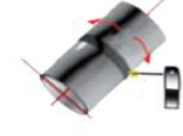



Fuente: (Vargas, 2022, p.44)

2.5.3. Posiciones de soldadura

En la soldadura existe un parámetro de gran importancia es la posición de soldadura, ya que de eso depende su grado de dificultad de la junta a soldar, influye en una buena precisión para realizar una buena soldadura en los diferentes tipos de estructuras, un amperaje adecuado (Armas, 2022, p.8).

Tabla 2-2: Posiciones de la soldadura

Junta de soldadura de producción y posición calificada			
Posición EN ISO	Posición ASME	Denominación	Gráfico
PA	1G	Plana	
PB	2F	Horizontal vertical	
PC	2G	Horizontal	
PD	4F	Horizontal bajo techo	
PE	4G	Bajo techo	
PF/PG	3F/3G 5G	Vertical ascendente, descendente	

PH	6G	Ascendente		
PJ	6G	Descendente		
PK	-	Orbital		

Fuente: (Armas, 2022, p. 16)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

2.5.4. Soldadura 6011

En la soldadura con electrodo 6011 se puede describir que es una corriente que se puede dar por una forma continua o discontinua, por otro lado, en el arco eléctrico se caracteriza por la generación muy densa donde no permite que el metal se oxide. Gracias a que mantienen un material latamente fundente permite crear una capa protectora que excluye cualquier tipo de óxido para realizar una operación de soldeo nítida y limpia (Vargas, 2022, p.166). El electrodo 6011 en su estructura posee un revestimiento tipo celulósico para corriente alterna, no es tan frecuente pero también se usa para corriente continua con electrodo positivo. El arco puede ser utilizado en cualquier posición, es bueno para soldar aceros dulces o al carbono (INDURA, 2020, p.1).

Tabla 3-2: Composición química del electrodo 6011

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DEPOSITADO		CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO	
C	0,11%	Límite de fluencia	424 Mpa
Mn	0,41%	Resistencia a la tracción	495 Mpa
Si	0,23%	Agrietamiento en 50 mm	27%
P	0,010%	Energía Absorbida	34 J a 30 °C
S	0,017%	-	-

Fuente: (INDURA, 2020, p.1)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

2.5.5. Soldadura 7018

Es un tipo de electrodo básico de gran rendimiento, con contenido en polvo de hierro y de bajo hidrógeno, de tal forma que es más eficiente debido a su tasa de deposición, que proporciona un arco tranquilo con penetración mediana y pocas salpicaduras. Los cordones depositados con este tipo de electrodo son de gran calidad y viscosidad, con propiedades mecánicas excelentes.

De todos los tipos de electrodos que existen, es el que tiene más aceptación por parte de los profesionales del sector. Sus aplicaciones comúnmente son en la fabricación de maquinaria pesada, unión de tuberías, recipientes a presión, soldadura de puentes, construcción naval, entre otros (Vargas, 2022, p.89).

Tabla 4-2: Composición química del electrodo 7018

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL METAL DEPOSITADO		CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO	
C	0,05%	Límite de fluencia	505 N/mm2 (72ksi)
Mn	1,06%	Resistencia a la tracción	597 N/mm2 (85ksi)
Si	0,35%	Alargamiento	24%
S	0,010%	Impacto	73 J a 30 °C
PROCEDIMIENTOS TÍPICOS DE OPERACIÓN (Amps)			
Polaridad	2,50 mm	3,25 mm	4,00 mm
CA / C.C (+)	60-100	90-140	120-190

Fuente: (LINCOLN, 2020)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

2.5.6. Cordón de soldadura

El cordón de soldadura no es más que el depósito de metal fundido procedente de un resultado del avance longitudinal de un proceso de soldadura aplicado a un tipo de junta (Fiallos, 2020, p.14).

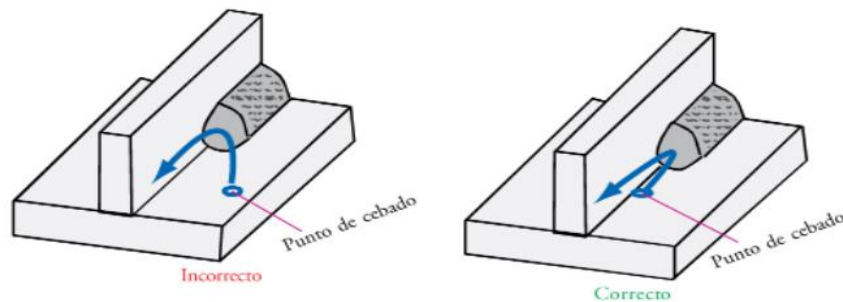


Figura 4-2: Cordón de soldadura

Fuente: (Cueto, 2017, p.15)

2.5.7. Inicio del arco

El cebado o inicio del arco, se puede realizar de dos maneras, la primera se realiza golpeando ligeramente con la punta del electrodo sobre la pieza en un punto donde se va a dar inicio al cordón, cuando comienza el arco se le dirige instantáneamente hacia el punto de inicio y este finalmente llega a ese punto ya con la distancia necesaria de arco (Cueto, 2017, p.14).



Figura 5-2: Encendido del arco, método vertical

Fuente: (Cueto, 2017, p.14)

El segundo método es mediante el movimiento de raspado podemos poner como ejemplo el encendido de una cerilla. Se realizará el raspado en la pieza próximo al punto de inicio del cordón y manteniendo un movimiento rápido y constante hasta llegar a dicho punto con la separación del arco adecuada al diámetro del electrodo (Cueto, 2017, p.15).

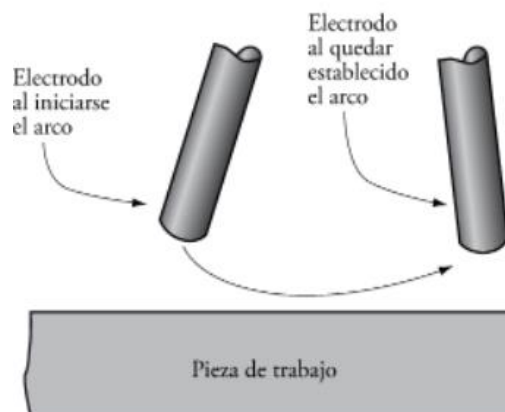


Figura 6-2: Encendido del arco, método del raspado.

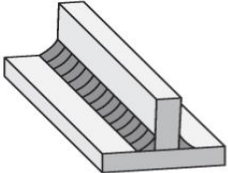
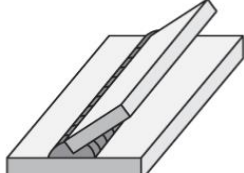
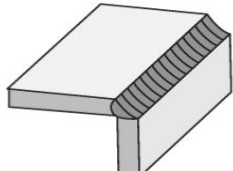
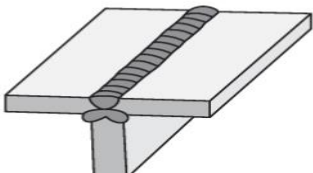
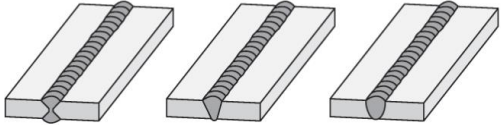
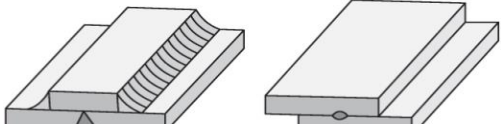
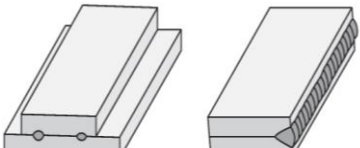
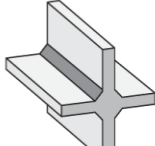
Fuente: (Cueto, 2017, p.15)

Al finalizar el proceso de soldadura, se eliminará por amoladora cualquier residuo de la zona donde se ha realizado el cebado de arco. Existe casos en los que el recubrimiento no permite establecer contacto eléctrico, por tal motivo es necesario romper el recubrimiento de la punta (Cueto, 2017, p.15).

2.6. Tipos de juntas para soldar.

Para la soldadura se deberá tener una elección de la junta que se va a emplear en la unión de dos piezas metálicas, el espesor de la unión, los esfuerzos que deban soportar las piezas, la posición de la pistola de soldeo, el coste de la soldadura (Entrena, 2019, p.108).

Tabla 5-2: Tipos de juntas para soldar.

Tipos de juntas	Gráfico
Junta en T	<p data-bbox="1066 275 1166 297">Junta en T</p> 
Junta oblicua	<p data-bbox="1054 504 1177 526">Junta oblicua</p> 
Junta angular	<p data-bbox="1046 732 1185 754">Junta angular</p> 
Junta múltiple	<p data-bbox="1042 960 1206 983">Junta múltiple</p> 
Junta a tope	<p data-bbox="1066 1189 1150 1211">Junta a tope</p> 
Junta a solape	<p data-bbox="1062 1357 1185 1379">Junta a solape</p> 
Junta paralela	<p data-bbox="1082 1529 1166 1552">Junta paralela</p> 
Junta en cruz	<p data-bbox="1074 1747 1158 1769">Junta en cruz</p> 

Fuente: (Entrena, 2019, p.115)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

2.7. Norma NACE/ SSPC- SP1. Limpieza con solvente

Estas normas enfocadas a la corrosión como la NACE y la Sociedad de Recubrimientos Protectores (SSPC) especializadas en la preparación del material mediante solventes orgánicos, xileno, acetona, tinner entre otros, antes de aplicar un recubrimiento superficial para tener una limpieza más óptima libre de grasas, polvo y otras partículas para prevenir fallas prematuras.

2.8. Norma NACE/SSPC-SP2. Limpieza con herramientas manuales

Se especializa en la preparación del metal realizando una limpieza con herramientas manuales no accionadas mecánicamente como la utilización de lijas, cepillos de alambre, etc. Antes de aplicar recubrimientos anticorrosivos en los mismos. La norma no permite el desprendimiento total de incrustaciones adheridas fuertemente sobre la superficie.

2.9. Norma SSPC-PA 1 pintado de acero para taller, campo y mantenimiento.

La norma como tal cubre los procedimientos para el pintado de superficies de acero. El alcance es bastante amplio, cubriendo los requisitos tanto específicos como generales para la aplicación de la pintura. Esta especificación no proporciona descripciones detalladas de la preparación de la superficie, los pretratamientos o la selección de los imprimantes y capas de acabado. Esta especificación para el pintado de acero para taller, campo y mantenimiento tiene como fin ser utilizada para el acero que, debido a su condición de exposición, estará sometido al ataque corrosivo (SSPC, 2004, p.1).

2.10. Norma Técnica Ecuatoriana para puertas NTE INEN 2309

La norma técnica Ecuatoriana para puertas exteriores principales, deben contar con un ancho libre mínimo de paso debe ser de 1 000 mm y el alto libre mínimo de paso debe ser de 2 050 mm. Para puertas interiores, el ancho libre mínimo de paso debe ser de 900 mm y el alto libre mínimo de paso debe ser de 2 050 mm (NTE INEN 2309, 2018, p.3).

2.10.1. Área de aproximación

El área de aproximación se realiza mediante la proyección a los dos lados de la puerta, cuya dimensión mínima debe ser de 1 500 mm de ancho x 1 500 mm de profundidad, libre de todo obstáculo; esta área incluye el barrido de la puerta.

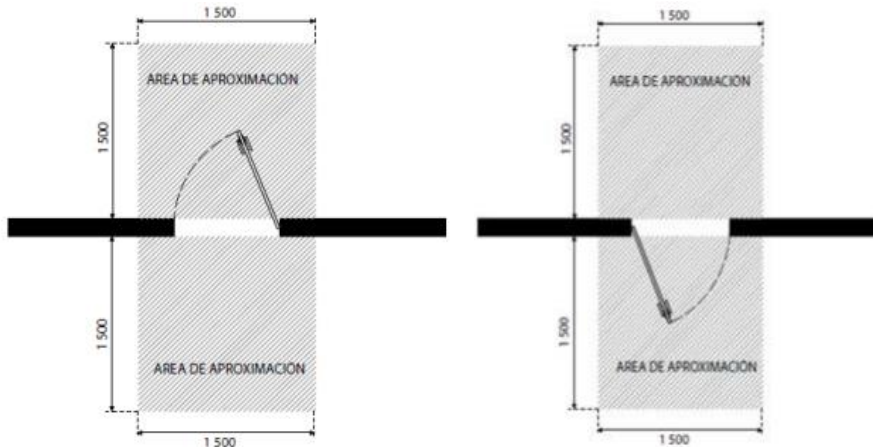


Figura 7-2: Área de aproximación referencial en puertas

Fuente: (NTE INEN 2309, 2018, p.4)

2.10.2. Accesorios

El conjunto de accesorios como por ejemplo las cerraduras, los timbres y otros dispositivos para entrar a un lugar deben ser fáciles de localizar, alcanzar y utilizar. Se deben accionar con una sola mano. Los accesorios de las puertas se deben situar a una altura comprendida entre 800 mm y 1 000 mm medidos desde el nivel de piso terminado.

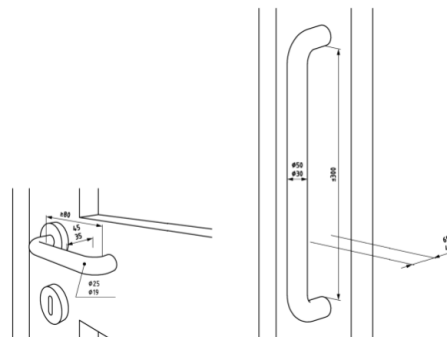


Figura 8-2: Ejemplo de manijas tipo palanca

Fuente: (NTE INEN 2309, 2018, p.9)

2.11. Norma Técnica Ecuatoriana para escaleras NTE INEN 2249

Para la construcción de una escalera se debe contemplar el espacio de circulación constituido el ancho de paso, y la altura de paso. El ancho mínimo libre de paso para escaleras debe ser de 1 200 mm, comprendido entre pasamanos (NTE INEN 2249, 2016, p.2).

La dimensión mínima de la huella (b) debe ser de 280 mm; la dimensión máxima de la contrahuella (a) debe ser de 180 mm en escaleras con acceso al público.

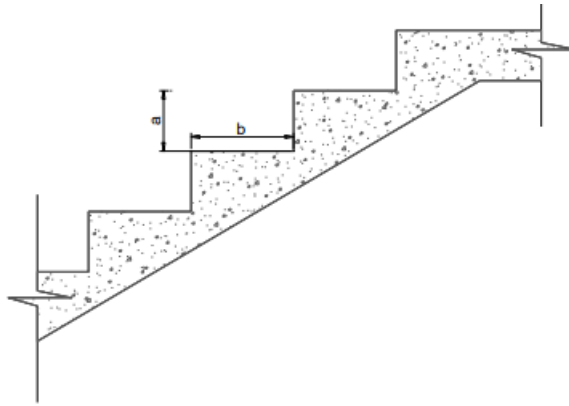


Figura 9-2: Representación de huella y contra huella en escaleras

Fuente: (NTE INEN 2249, 2016, p.3)

2.12. Norma Técnica Ecuatoriana para pasamanos NTE INEN 2244

Según la norma indica que los pasamanos deben ser colocados a una altura comprendida entre 850 mm y 950 mm medidos verticalmente en su proyección sobre el nivel del piso terminado. Cuando exista rampas se debe colocar otro a una altura comprendida entre 600 mm y 750 mm de altura sin perjuicio de su uso en escaleras u otras circulaciones. Las alturas de los pasamanos serán iguales en el inicio, descansos y final (NTE INEN 2244, 2016, p.2).

2.13. Tubo rectangular estructural

Bajo la norma NTE INEN 2415 con acabado de acero negro de calidad SAE J 403 1008 se utiliza el acero estructural para la construcción de la estructura metálica con las siguientes dimensiones: con un largo normal de 6 metros, sus dimensiones de 50 milímetros x 100 milímetros y un espesor de 3 milímetros (DIPAC, 2022, p.23).



Figura 10-2: Tubo rectangular

Fuente: (DIPAC, 2022, p.23)

2.14. Correas

Las especificaciones generales de las correas están basadas dentro de la norma NTE INEN 1623 con una calidad ASTM A36- SAE J403 1008, con acabados de acero negro, lo cual se adquirió el material con las siguientes dimensiones: largo nominal de 6 metros, con dimensiones de 60 milímetros x 30 milímetros x 10 milímetros con un espesor de 2 milímetros (NOVACERO, 2022, p.15).

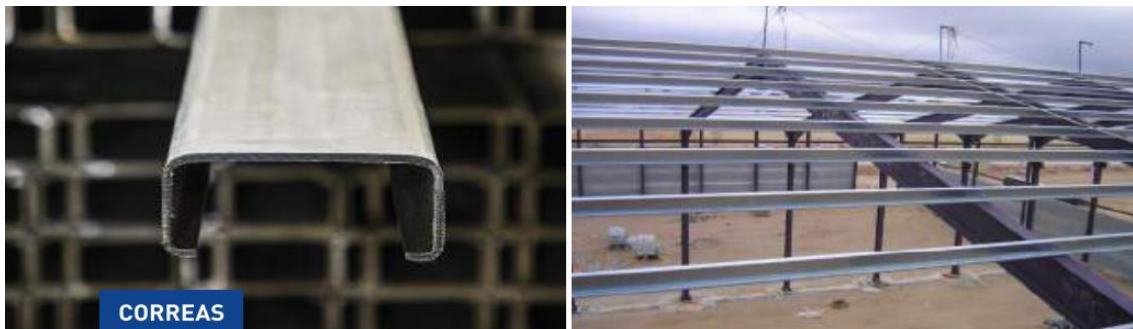


Figura 11-2: Correa

Fuente: (NOVACERO, 2022, p.15)

2.15. Perfil estructural canal U

Para perfiles estructurales dentro de las especificaciones técnicas se encuentra fabricado bajo la norma NTE INEN 1623 con una calidad de ASTM A 36- SAE J 403 1008, sus dimensiones son: 6 metros de largo, 100 x 50 milímetros y un espesor de 2 milímetros (NOVACERO, 2022, p.15).



Figura 12-2: Perfil estructural canal U

Fuente: (NOVACERO, 2022, p.15)

2.16. Platina

Como perfil laminado se utiliza una platina bajo la norma NTE INEN 115, como factor de calidad ASTM A 36 – SAE J 403 1008, acabado acero negro con las siguientes medidas: largo de 40 x 30 centímetros con un espesor de 10 milímetros (DIPAC, 2022, p.11).



Figura 13-2: Platina

Fuente: (DIPAC, 2022, p.11)

2.17. Malla electro-soldada

Son paneles conformados por varillas corrugadas trefiladas, como su nombre lo indica son electro-soldadas perpendicularmente entre sí. Para efectuar el proyecto se ocupa dimensiones tales como: 6.25 x 2.40 metros, abertura de 15 centímetros y un espesor de 3.5 milímetros (NOVACERO, 2022, p.6).

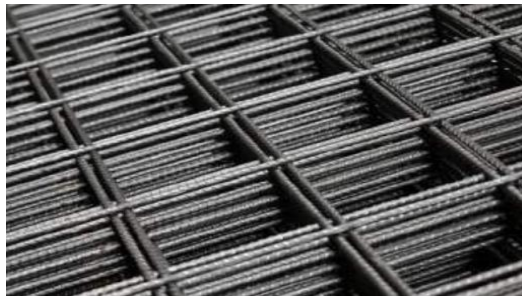


Figura 14-2: Malla electro-soldada

Fuente: (NOVACERO, 2022, p.6)

2.18. Varilla corrugada

La varilla micro aleada es una barra laminada de acero en caliente, de sección circular, con corrugaciones inclinadas de forma alternada en sus lados de sus longitudinales. Para este proyecto se ocupa varilla de diámetro de 12.5 milímetros y su longitud de 12 metros (NOVACERO, 2022, p.5).



Figura 15-2: Varilla corrugada

Fuente: (DIPAC, 2022, P.12)

2.19. Tubo redondo liviano

Para el armado del pasamanos se ocupará tubo redondo liviano, este material en sus especificaciones generales es fabricado bajo la norma NTE INEN 2415 con calidad JIS 3141 SPCC SD con acabado de acero negro, sus dimensiones de largo normal son de 6 metros, diámetro de 1 pulgada ½ (DIPAC, 2022, p.24).



Figura 16-2: Tubo redondo liviano

Fuente: (DIPAC, 2022, p.24)

2.20. Plancha antideslizante

Las planchas antideslizantes son fabricadas con la norma NTE INEN 115 con una calidad ASTM A36, se ocupará para la construcción del piso del gasificador con las respectivas dimensiones de fábrica: espesores que van desde 2 a 8 milímetros, rollos de 1219 milímetros y planchas de 4 por 8 pie (DIPAC, 2022, p.18).

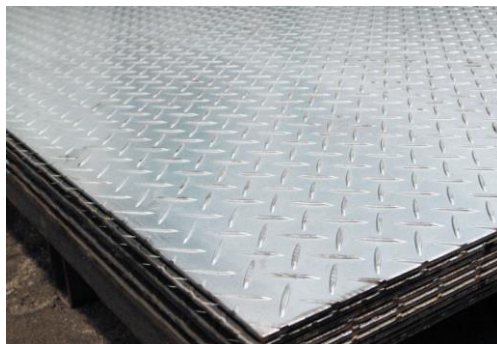


Figura 17-2: Plancha antideslizante

Fuente: (DIPAC, 2022, p.18)

2.21. Dura techo

Dipanel DP5 galvalume es el techo actual para uso comercial- industrial, cumple con los siguientes estándares de calidad con un ancho útil de 1000 milímetro, largo de 4.20 metros y un

espesor de 0.30 milímetros (NOVACERO, 2022, p.13).



Figura 18-2: Dura techo

Fuente: (NOVACERO, 2022, p.13)

2.22. Ensayo no destructivo de tintas penetrantes aplicando la norma ASTM E 165

Es un tipo de ensayo no destructivo que se utiliza para detectar e identificar discontinuidades presentes en la superficie como grietas, costuras, cierres fríos, encogimiento, laminaciones, a través de fugas o falta de fusión y es aplicable a procesos, pruebas finales y de mantenimiento. Generalmente se emplea en aleaciones no ferrosas, aunque también se puede utilizar para la inspección de materiales ferrosos cuando la inspección por partículas magnéticas es difícil de aplicar. Consiste en aplicar un líquido coloreado o fluorescente a la superficie en estudio, el cual penetra en cualquier discontinuidad que pudiera existir. Después de un determinado tiempo se remueve el exceso de líquido y se aplica un revelador, el cual absorbe el líquido que ha penetrado en las discontinuidades y sobre la capa del revelador se delinea el contorno de éstas (ASTM E 165, 2016, p.1).

2.23. Procedimiento del ensayo no destructivo de tintas penetrantes.

Los siguientes parámetros de procesamiento se aplican a ambos métodos de prueba de penetrantes fluorescentes y visibles. Pero en este caso se efectuará un ensayo no destructivo de tintas penetrantes por el método visible.

2.23.1. Límites de temperatura.

La temperatura de los materiales penetrantes y la superficie de la pieza deben encontrarse entre 40 °F y 125 °F (4 °C y 52 °C).

2.23.2. Tratamiento de la superficie.

El examen final por penetración puede realizarse antes de los tratamientos que pueden manchar

la superficie pero que por sí mismos no causan discontinuidades en la superficie. Dichos tratamientos incluyen, entre otros, desbardado, lijado, pulido, chorreado con arena, chorreado con vapor, para eliminar el metal manchado de la superficie antes de la prueba.

2.23.3. Limpieza previa

Para tener un examen exitoso la superficie debe estar libre de cualquier contaminante este sea líquido o sólido que podría interferir con el proceso de penetración. Todas las áreas de las piezas a examinar deben estar limpias y secas antes de ser aplicado el penetrante.

Si sólo una sección de una parte, como una soldadura, incluyendo la zona afectada por el calor se va a examinar, todos los contaminantes deben ser removidos, esto significa que debe encontrarse libre de óxido, escamas, fundente de soldadura, salpicadura de soldadura, grasa, pintura, películas aceitosas, suciedad, entre otros.

2.23.4. Secado después de la limpieza

Es de vital importancia que la superficie de las piezas esté completamente seca después de la limpieza, ya que cualquier líquido dificultará la entrada del penetrante.

El secado se lo puede realizar por medio de hornos de secado, lámparas infrarrojas, aire caliente forzado o exposición a la temperatura ambiente.

2.23.5. Aplicación de penetrante

Luego de limpiar la pieza, realizar el secado y encontrarse dentro del rango de temperatura especificado, el penetrante se aplica a la superficie por medio de cestas adecuadas, brocha o pulverización cubriendo completamente toda el área a examinar.

2.23.6. Tiempo de permanencia del penetrante

Después de la aplicación permita que el exceso de penetrante se drene de la pieza, evitando que se formen charcos de penetrante en la pieza.

El tiempo de permanencia del penetrante es de 5 minutos como lo indica en la norma para soldaduras.

Tabla 6-2: Tiempos mínimos de permanencia recomendados.

Material	Forma	Tipo de discontinuidad	Tiempos de permanencia (minutos)	
			Penetrante	Desarrollador
Aluminio, magnesio, acero, latón y bronce, titanio y aleaciones de alta temperatura.	Fundiciones y soldaduras	Cierres fríos, porosidad, falta de fusión, grietas (todas las formas)	5	10
	Materiales forjados-extrusiones, forjas, placas.	Vueltas, grietas (todas las formas)	10	10
Herramientas con punta de carburo		Falta de fusión, porosidad, grietas, grietas, porosidad.	5	10
Plástico	Todas las formas		5	10
Vidrio	Todas las formas		5	10
Cerámica	Todas las formas		5	10

Fuente: (ASTM E 165, 2016, p.4)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

2.23.7. *Eliminación de penetrantes por remoción por limpieza (método c)*

Al transcurrir el tiempo requerido de permanencia del penetrante, el exceso de penetrante se elimina. Esto puede ser con un paño, toalla, que estén limpio y sin pelusa. Luego debe humedecer con agua o solvente para eliminar los rastros restantes del penetrante de la superficie según lo determine la luz visible.

2.23.8. *Secado*

Es necesario secar la superficie de las piezas antes de aplicar los reveladores secos o no acuoso. El tiempo variará según el tipo de secado utilizado y el tamaño, la naturaleza, la geometría, la cantidad de piezas que se procesan.

2.23.9. *Parámetros de secado*

Los componentes deben secarse a temperatura ambiente o en un horno de secado. El secado a temperatura ambiente se lo puede hacer con la ayuda de ventiladores, en el horno no debe exceder los 71 °C (160 °F).

2.23.10. Aplicación del revelador de película líquida

Aplique por aspersión según lo recomendado por el fabricante. Rocíe las piezas de tal manera que se asegure una cobertura completa del área que se está examinando con una película fina y uniforme de revelador.

2.23.11. Tiempo de revelado

El tiempo que el revelado debe permanecer en la pieza antes de una inspección no debe ser inferior a diez minutos según la Tabla 5-2. El tiempo de revelado empieza después de la aplicación del revelador, como máximo permitido serán de cuatro horas. Dos horas para el revelador acuoso.

2.23.12. Inspección

Después del tiempo de desarrollo aplicable, se realiza una inspección de las piezas bajo luz visible o ultravioleta, según corresponda.

2.23.13. Examen con luz visible

Inspeccionar las piezas probadas con penetrante visible bajo luz natural o artificial. Se requiere una iluminación adecuada para garantizar la sensibilidad adecuada del examen. Es necesario una intensidad de luz mínima en la superficie de 100 fc (1076lx).

2.23.14. Limpieza

Se debe mantener el área de examen libre de desechos que interfieran, incluidos residuos y objetos fluorescentes.

2.23.15. Evaluación

Todas las indicaciones encontradas durante la inspección deben evaluarse de acuerdo con los criterios de aceptación especificados.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación del gasificador

El gasificador se encuentra ubicado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la Facultad de Mecánica frente al taller de Fundición, donde se efectuará la construcción de la estructura metálica.



Figura 1-3: Ubicación del gasificador de la Facultad de Mecánica

Fuente: (Google maps, 2022)

3.2. Diseño propuesto para la construcción de la estructura metálica del gasificador

En base a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-AC), se partirá con un diseño propuesto que se implementará en el sistema, además se verificará los aceros a emplearse, herramientas, maquinas. En la Figura 2-3, se aprecia el resultado final del diseño.

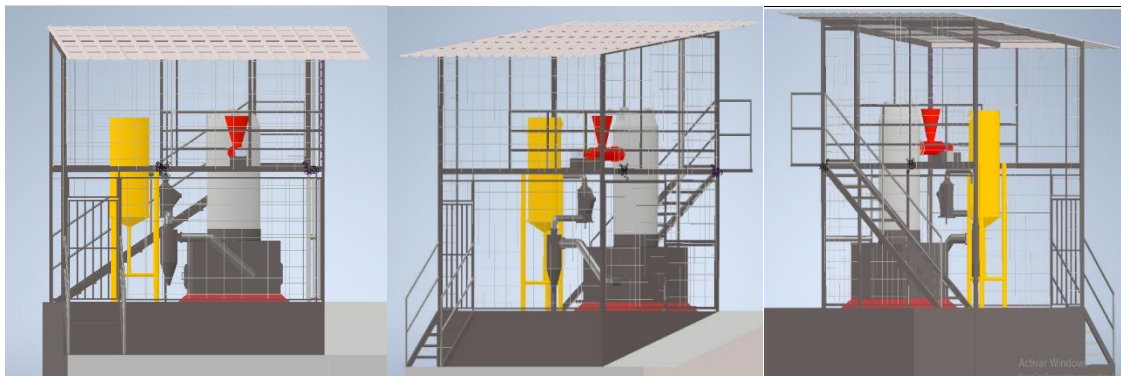


Figura 2-3: Diseño de la estructura metálica

Realizado por: Molina, D.; Moreta, F. 2022

Para la construcción de la estructura metálica, como lo indica en el croquis se utilizará acero estructural ASTM A36. Se comenzará colocando 4 placas base de 40 x 30 cm y 10 cm de espesor como se muestra en la Figura 3-3. Posterior a ello se montará 4 tuberías rectangulares de 100 mm de largo x 50 mm de ancho x 3 mm de espesor; 2 aceros de 500cm de alto y 2 tuberías de 460cm de largo.

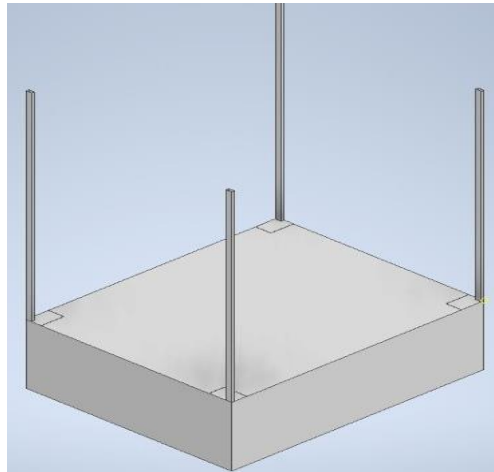


Figura 3-3: Montaje de acero estructural

Realizado por: Molina, D.; Moreta, F. 2022

En la Figura 4-3, se muestra cómo elaborar el piso del gasificador para lo cual se ubicará a una altura de 2,50m; se necesitará 2 aceros rectangulares cortados a una longitud de 4,45m y 2 tuberías de 3,63m.

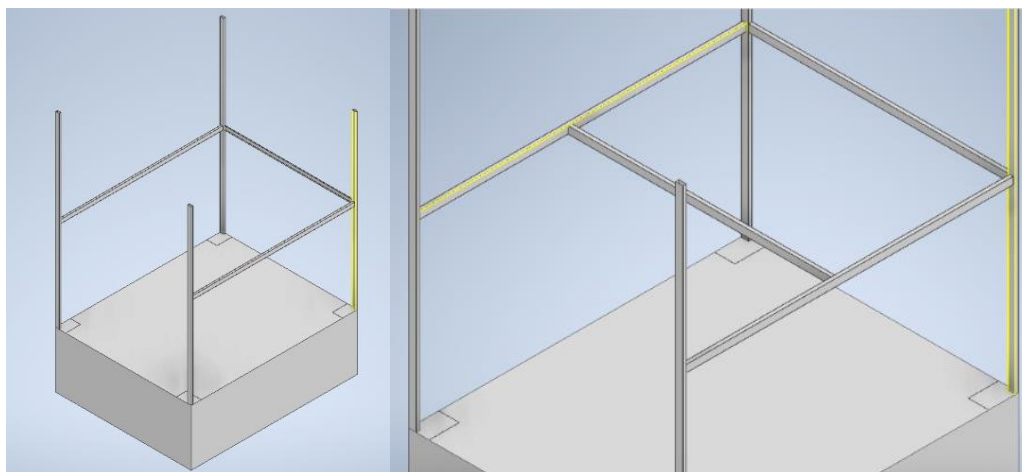


Figura 4-3: Diseño tubería rectangular

Realizado por: Molina, D.; Moreta, F. 2022

Como lo indica en el diseño de la Figura 5-3, para el tejido será necesario perfil canal U de 80 mm ancho x 40 mm de largo x 2 mm de espesor, estos aceros fabricados bajo la norma ASTM.

Para lo cual se deberá cortar 6 perfiles a una longitud de 45,5 cm y 6 perfiles de 110 cm ambos colocados a una distancia de 33 cm de separación.

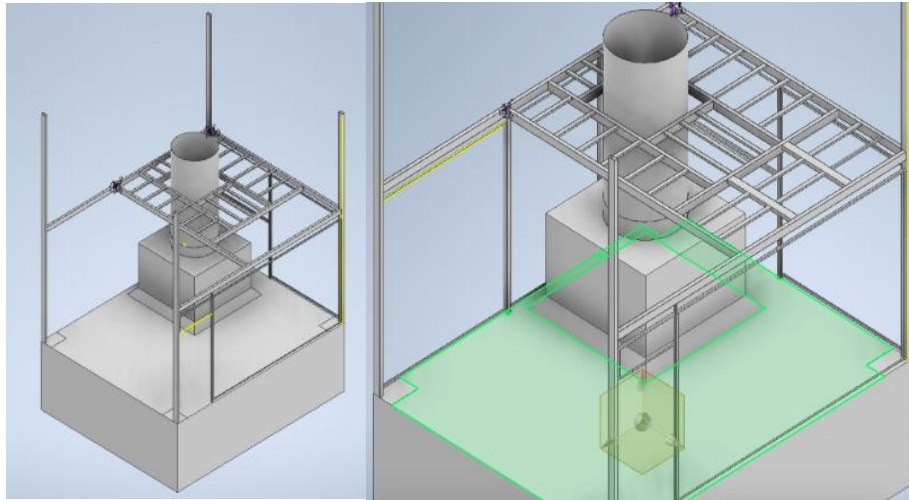


Figura 5-3: Tejido del piso para el gasificador

Realizado por: Molina, D.; Moreta, F. 2022

Luego se deberá utilizar 4 planchas antideslizantes de 1230 mm largo x 2440 mm de ancho x 2 mm de espesor. Este acero será montado sobre el tejido del piso cubriendo una dimensión de 4,45 m de ancho x 3,63 m de largo, como se muestra en la Figura 6-3.

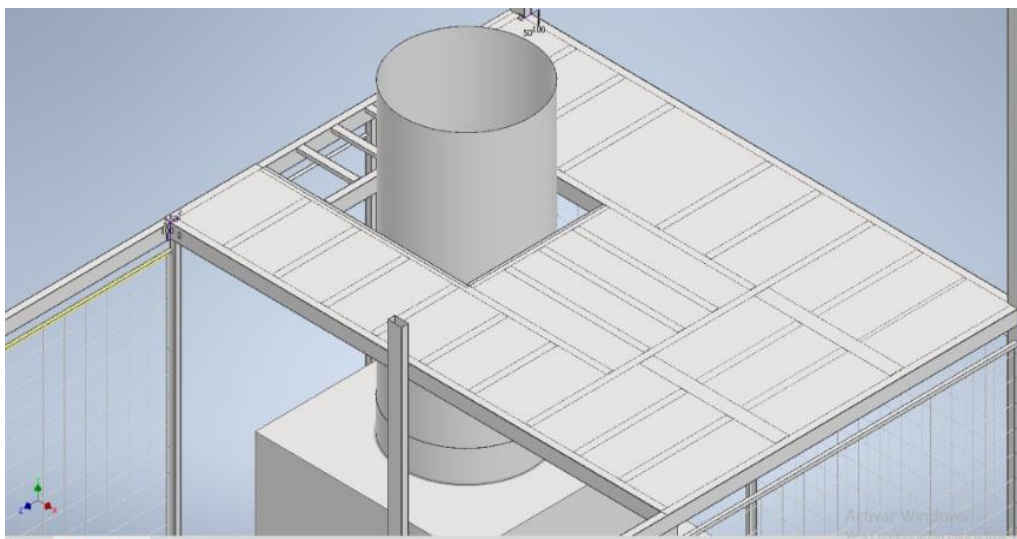


Figura 6-3: Montaje de plancha antideslizante en el diseño

Realizado por: Molina, D.; Moreta, F. 2022

Por consiguiente para la construcción de los pasamanos se necesitará tubería rectangular de 80 mm x 40 mm x 2 mm de espesor, basándose en la normativa NTE INEN 2244. Por lo tanto se realizará a una altura de 900 mm, como se muestra en la Figura 7-3.

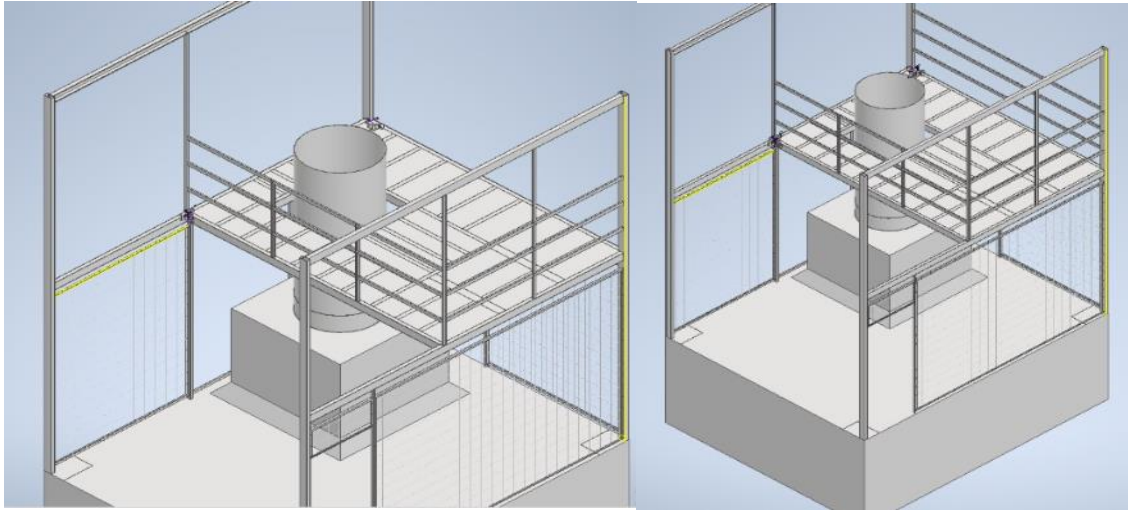


Figura 7-3: Pasamanos NTE INEN 2244

Realizado por: Molina, D.; Moreta, F. 2022

Para el cercado de la estructura metálica se necesitará malla electro soldada de 240 cm x 625 cm, con el fin de asegurar todos los sistemas mecánicos, eléctricos que se encuentran dentro del gasificador. Como se puede ver en la Figura 8-3.

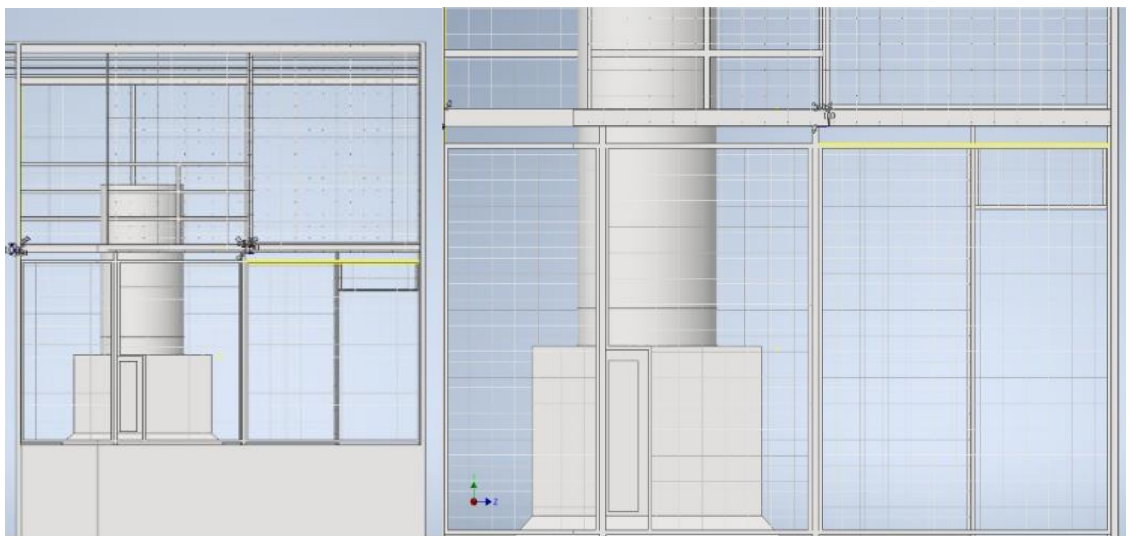


Figura 8-3: Diseño montaje de malla electro soldada

Realizado por: Molina, D.; Moreta, F. 2022

Se empleará perfil tipo correa de 60 mm largo x 30 mm ancho x 10 mm en c x 2mm de espesor para el tejido de la cubierta material que contará con una longitud de 500 cm de largo, y se ocupará 5 aceros que se soldarán a una distancia de 90 cm de distancia. Para el ensamble del material será necesario la utilización de andamios y arnés para evitar accidentes por caídas debido a la altura que se va a presentar.

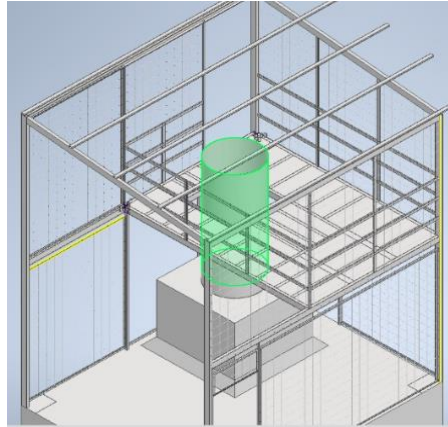


Figura 9-3: Diseño perfil tipo correa

Realizado por: Molina, D.; Moreta, F. 2022

A continuación se construirá dos escaleras aplicando la normativa NTE INEN 2249 con una huella de 28 cm y una contra huella de 18 cm. Para lo cual se utilizará 2 vigas de 367 cm de largo para la escalera grande y contará con 12 gradas. Para la escalera pequeña se ocupará 2 vigas de 141 cm de largo y se colocará 4 gradas. Para los pasamanos guiará en la norma NTE INEN 2244 para lo cual se elaborará con tubería redonda a una altura de 900 mm.

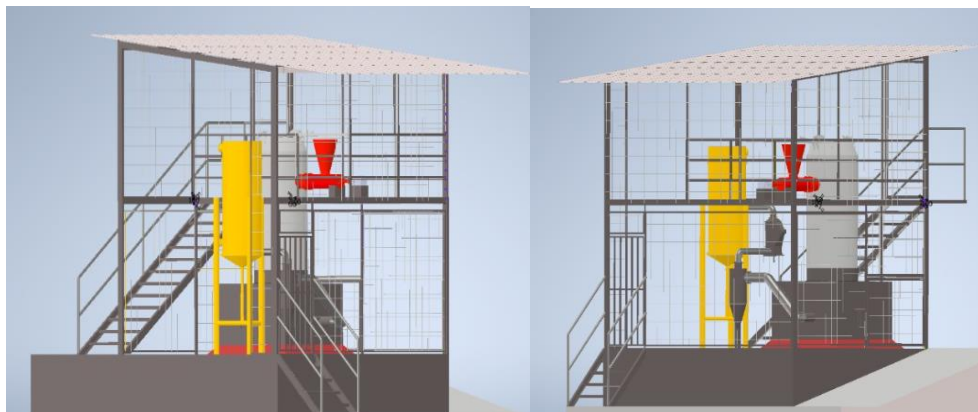


Figura 10-3: Diseño propuesto de estructura metálica

Realizado por: Molina, D.; Moreta, F. 2022

3.3. Materiales utilizados para la estructura metálica del gasificador.

Para adquirir los materiales de acero estructural se deberá en primer lugar guiar en la Norma Ecuatoriana de la Construcción en Acero Estructural (NEC-SE-AC), donde establece que existe tres etapas: el diseño, construcción y montaje. También se utilizará la norma ASTM A36, donde indica que es uno de los aceros más versátiles, económicos y cuentan con una pobre resistencia a la corrosión. Bajo estos requerimientos es necesario conocer sus requerimientos mecánicos.

3.3.1. Tubería estructural rectangular

Se deberá utilizar aceros estructurales de largo nominal de 6 metros, calidad de ASTM A36, fabricados con la norma NTE INEN 2415 con aplicaciones sísmicas, propiedades inelásticas y de soldabilidad, por tal motivo se guiará en un diseño elaborado, en donde sus dimensiones se seleccionarán del catálogo en base a la altura, área y perímetro de la cimentación del gasificado.

Tabla 1-3: Dimensiones de tubería estructural rectangular

Designaciones			Área	Peso	Propiedades Estáticas					
					Eje x-x			Eje y-y		
					Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro
B	H	e	A	P	I	W	i	I	W	i
mm	mm	mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
50	100	2,00	5,74	4,50	74,99	15,00	3,62	25,48	10,27	2,12

Fuente: (IPAC, 2019, p.10)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

La tubería estructural rectangular será utilizada para la construcción de las vigas y posterior a ello realizar la cubierta.



Figura 11-3: Tubería estructural rectangular

Fuente: (IPAC, 2019, p.10)

3.3.2. Perfiles estructurales correas

Para la construcción de la cubierta se necesitará tejer con perfiles estructurales denominados correas, tiene un largo nominal de 6 metros, con una calidad ASTM A36, norma de fabricación NTE INEN 1623, en base a los parámetros establecidos tanto en la norma (NEC-SE-AC) y seleccionados en el diseño se optará por las siguientes medidas de correas.

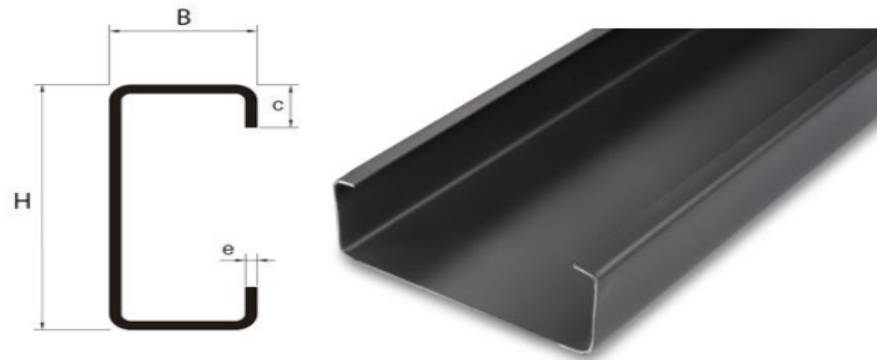


Figura 12-3: Perfil estructural tipo correa

Fuente: (IPAC, 2019, p.32)

Tabla 2-3: Medidas de perfiles tipo correas.

Designaciones			Espesor	Área	Peso	Propiedades Estáticas						Distancia de eje menor y superficie
						Eje x-x			Eje y-y			
						Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	
B	H	c	e	A	P	I	W	i	I	W	i	X
m	m	m	mm	cm ²	Kg/6m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
60	30	10	2,00	2,5	11,9	13,96	4,65	2,35	3,00	1,55	1,09	1,06

Fuente: (IPAC, 2019, p.32)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.3. Perfil estructural canal U

Se necesitará perfiles estructurales canal U, para tejer las bases para soporte del piso, tiene un largo nominal de 6 metros, calidad de acero de ASTM A36, norma de fabricación NTE INEN 1623.

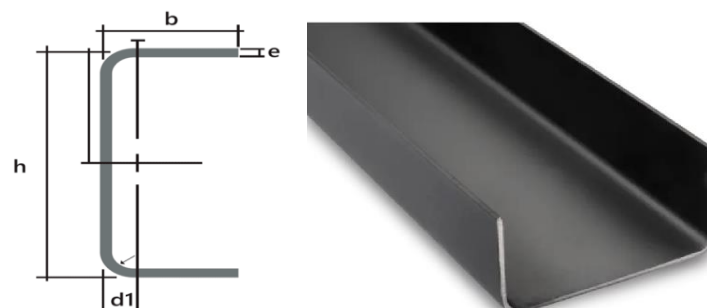


Figura 13-3: Perfil estructural canal U

Fuente: (IPAC, 2019, p.34)

Tabla 3-3: Medidas de perfiles tipo canal U

Designaciones			Área	Peso	Propiedades Estáticas					
					Eje x-x			Eje y-y		
					Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro
H	B	e	A	P	I	W	i	I	W	i
mm	mm	mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
50	100	2,00	3,87	18,22	61,50	12,30	3,99	9,72	2,66	1,58

Fuente: (IPAC, 2019, p.34)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.4. Tubería mecánica redonda

Para construir el pasa manos de las gradas, se realizará con tubería redonda para mayor comodidad, la tubería redonda tiene un largo nominal de 6 metros, calidad de acero de JIS G 3132, cuenta con una norma de fabricación INEN 2415.

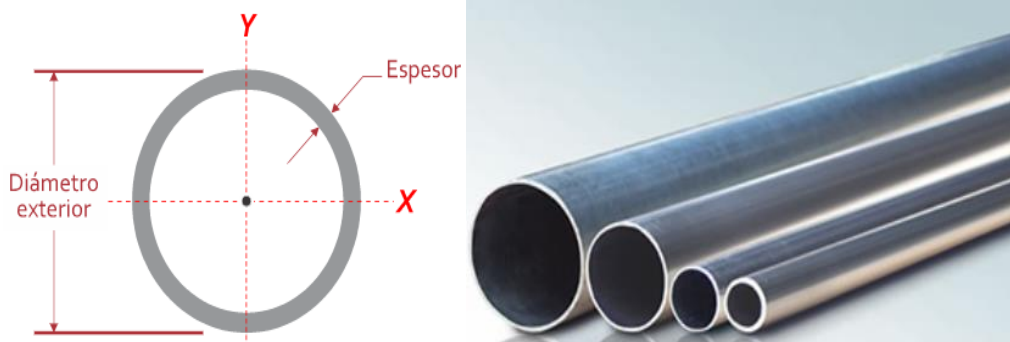


Figura 14-3: Tubería mecánica redonda

Fuente: (IPAC, 2019, p.13)

Tabla 4-3: Medidas de tubería redonda

Designaciones			Área	Peso	Propiedades Estáticas		
					Flexión		
Diámetro Exterior		Espesor			Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro
D		E	A	P	I	W	i
Pulg.	mm	Mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
1 ½	38,10	1,50	1,72	1,35	2,89	1,52	1,30

Fuente: (IPAC, 2019, p.13)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.5. Perfiles estructurales ángulos

Se ocupará perfil tipo ángulo para realizar el soporte de la malla electro soldada, a su vez también para realizar el marco de puertas, debido a que surgirá la necesidad de limpiar los residuos de leña o carbón colocados en el gasificador. El acero cuenta con un largo nominal de 6 metros, calidad de acero ASTM A36, norma de fabricación NTE INEN 1623.

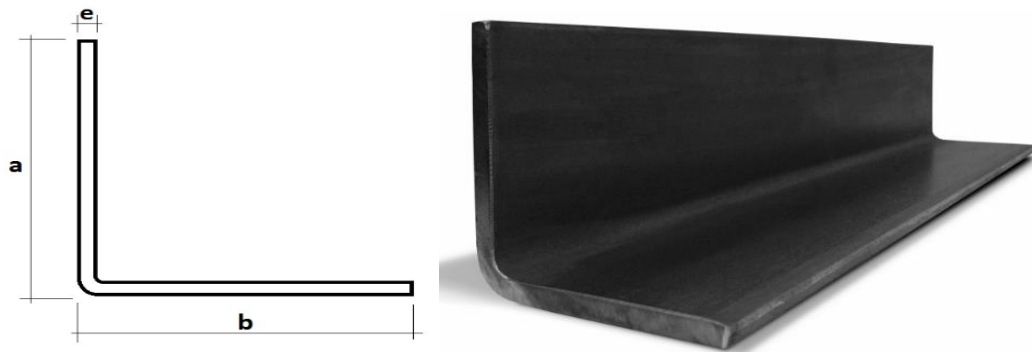


Figura 15-3: Perfiles estructural ángulo

Fuente: (IPAC, 2019, p.35)

Tabla 5-3: Medidas de perfiles ángulos

Desig.		Esp	Peso		Propiedades Estáticas						
					Eje x-x			Eje y-y			Distancia a eje x-y superficie
					Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	
A	B	e	P	P	I	W	i	I	W	i	X=Y
m	m	mm	Kg/m	Kg/6m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
25	25	3,0	1,06	6,36	0,79	0,45	0,76	0,79	0,45	0,76	0,77

Fuente: (IPAC, 2019, p.35)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.6. Plancha Antideslizante

Se necesitará planchas antideslizantes para la construcción del piso y gradas, que permitirá subir a la parte superior del gasificador. Este material es elaborado con calidad de acero ASTM A 36. Este material será necesario para evitar tropiezos al momento de subir y bajar de la estructura metálica. Será necesario aplicar un recubrimiento con pintura anticorrosiva al acero para proteger las propiedades químicas evitando de tal forma la presencia de oxidación.



Figura 16-3: Plancha antideslizante

Fuente: (IPAC, 2019, p.63)

Tabla 6-3: Medidas de planchas antideslizantes

Espesor	Ancho	Largo	Peso Aprox.
mm	Mm	mm	kg
2,00	2440	1230	53,66

Fuente: (IPAC, 2019, p.63)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.7. Plancha

Se partirá inspeccionando las bases de cimentación del lugar de trabajo, es por ello que dentro del diseño se optará por usar planchas para posterior a ello soldar la tubería rectangular. Esta plancha es fabricada bajo la norma ASTM A 6, calidad ASTM A 36.

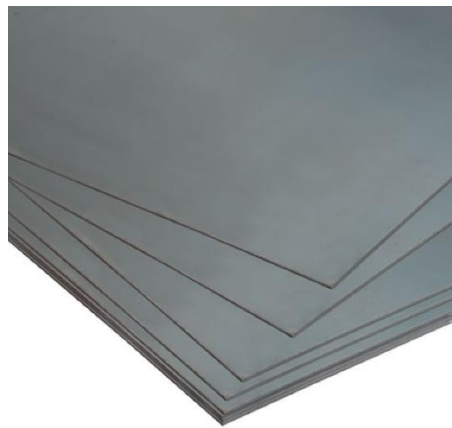


Figura 17-3: Planchas

Fuente: (IPAC, 2019, p.61)

Tabla 7-3: Medidas de planchas.

Espesor	Ancho	Largo	Peso Aprox.
mm	mm	mm	kg
4,00-25,00	2440	6000	460-2873

Fuente: (IPAC, 2019, p.61)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.8. Malla electro-soldada

Dentro del diseño propuesto se ocupará malla electro-soldada, para cerrar toda la estructura metálica. Cumple con las normas técnicas como NTE INEN 2209, ASTM A-185, Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), un límite de resistencia mínima de 5000 kgf/cm² (490 Mpa).

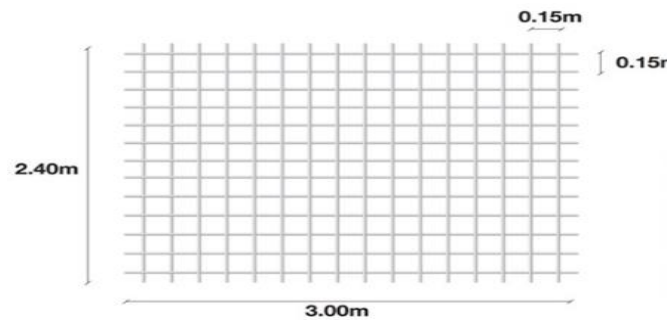


Figura 18-3: Malla electro soldada

Fuente: (NOVACERO, 2022, p.6)

Tabla 8-3: Medidas de malla electro-soldada.

Tipo de Malla	Diámetro (mm)		Separación (cm)		Secc. de Acero (mm ² /m)		Peso	
	Alambre L	Alambre T	Alambre L	Alambre T	As L	As T	Kg/m ²	Kg/plancha
R-64	3,5	3,5	15	15	64	64	1,01	15,17

Fuente: (NOVACERO, 2022, p.6)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.9. Varilla corrugada

La varilla corrugada se utilizará para asegurar las planchas de base donde se colocarán las vigas. Es una varilla de acero circular, con resaltes transversales que asegura una alta adherencia con el concreto, es laminada en caliente que garantiza mayor flexibilidad y seguridad. Soldable, cumple con la norma AWS D14.



Figura 19-3: Varilla corrugada

Fuente: (DIPAC, 2022, P.12)

Tabla 9-3: Medidas de varilla corrugada

Diámetro mm	Kg/m	12 m		Tolerancia en Longitud
		Kg	Var x qq	
12	0,888	10,656	4,256	± 50mm

Fuente: (DIPAC, 2022, P.12)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.10. Dura techo

Para la cubierta de la estructura metálica se ocupará dura techo de policarbonato, para reducir en gran por ciento el deterioro por factores climáticos en el gasificador.



Figura 20-3: Dura techo

Fuente: (NOVACERO, 2022, p.13)

Tabla 10-3: Característica técnica de dura techo.

Requisitos	Valor nominal	Rango permitido	Tolerancia	
			Nominal (mm) ±	
Ancho (mm)	1120	1170	Nominal (mm) ±	+20
		1130		-20
Altura de onda o canal (mm)	37	57	Nominal (mm) ±	2
		48		
Longitud de onda o canal (mm)	350	200	Nominal (mm) ±	20
		160		
Espesor (mm)	1,10	1,25	Nominal (mm) ±	+0,14
		0,96		-0,11
Peso (kg pie)	0,50	0,52	Nominal (kg) ±	0,02
		0,48		

Fuente: (NOVACERO, 2022, p.13)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.11. Pernos auto perforantes

Dentro de los materiales que se ocupará son pernos auto perforantes los cuales son tornillos de cabeza hexagonal zincado con golilla neopreno incorporado y punta broca. Se usará para la cubierta de la estructura metálica.

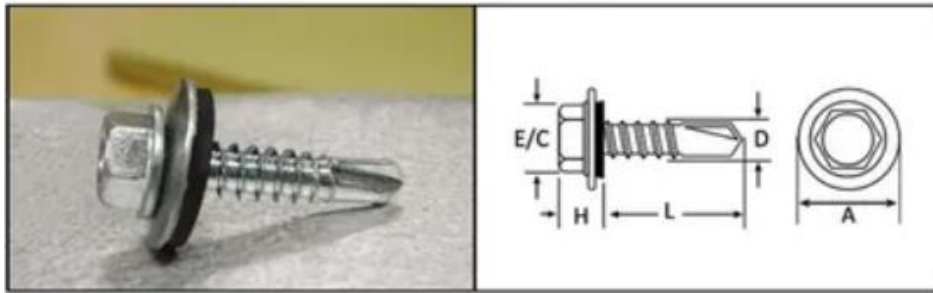


Figura 21-3: Perno auto perforante

Fuente: (PRODALAM, 2019, p.7)

Tabla 11-3: Catálogo de dimensiones de auto perforantes.

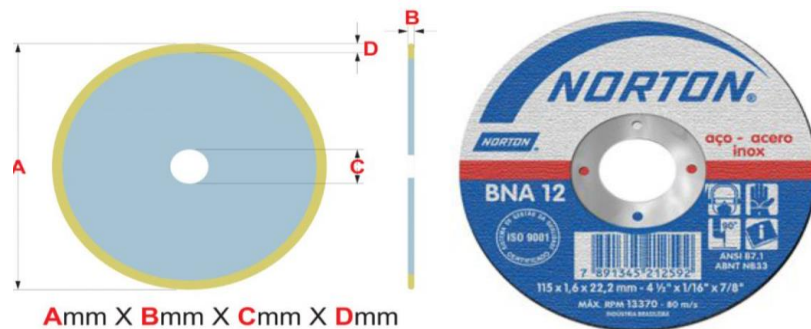
Accesorio requerido	Medidas	Diámetro (mm)	Largo (mm)	Punta	Perforación en metal (mm)	Unidades por envase
Dado 5/16"	12 x 3/4	5,49	19,05	PB #3	2,7 a 5,3	1,000

Fuente: (PRODALAM, 2019, p.7)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.12. Disco de corte

El disco de corte se usará para separar los diferentes tipos de aceros estructurales, en base a las medidas indicadas en el diseño planteado y ángulos de inclinación. Permiten un corte rápido, sin rebabas, sin quema de la pieza, con menor fatiga del operario.



Amm X Bmm X Cmm X Dmm

Figura 22-3: Disco de corte

Fuente: (NORTON, 2020, p.17)

Tabla 12-3: Dimensiones de disco de corte.

Descripción	Dimensiones		Emp.
	Pulgadas	Milímetros	
DC BNA 12 EXTRA	4 1/2" x 3/64" x 7/8"	115 x 1,0 x 22,2	25

Fuente: (NORTON, 2020, p.18)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.13. Disco de desbaste

Para mejorar los acabados, eliminar limallas, rebabas, y excesos de cordones de la soldadura se usará disco de desbaste en los aceros estructurales, gracias a sus propiedades de óxido de aluminio con aglutinante de resina proporciona una dureza apta para estos trabajos.

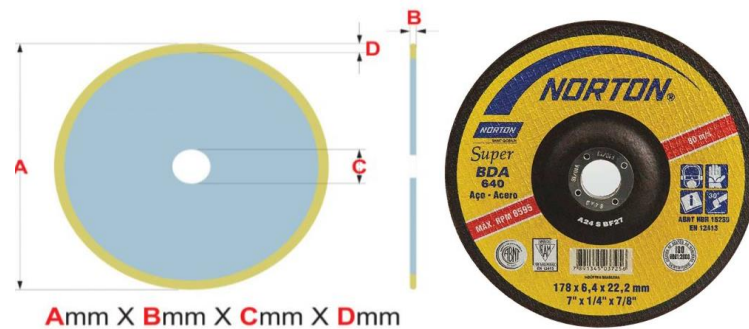


Figura 23-3: Disco de desbaste

Fuente: (NORTON, 2020, p.20)

Tabla 13-3: Dimensiones de disco de desbaste.

Descripción	Dimensiones		Emp.
	Pulgadas	Milímetros	
115 BDA 640	4 1/2" x 1/4" x 7/8"	115 x 0,8 x 22,2	10

Fuente: (NORTON, 2020, p.20)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.3.14. Pintura anticorrosiva

Para la protección de las superficies de los metales para evitar la degradación ambiental, oxidación, corrosión, se utilizará pintura anticorrosiva color negro mate, la dilución recomendada es de máximo 1/8 de galón de solvente mineral por galón de anticorrosivo.



Figura 24-3: Pintura anticorrosiva

Fuente: (CORONA, 2020, p.2)

Tabla 14-3: Características de la pintura anticorrosiva.

Pintura Anticorrosiva	
Color:	Negro
Brillo:	Mate
Sólidos por peso:	57%
Sólidos por volumen:	37%
Rendimiento teórico:	55,8 m ² /gal a 1 mil de película seca.
Viscosidad:	90-95KU
Peso por galón:	10,91 libras
Tiempo de secado:	25°C, 50% H.R.
Solvente de limpieza:	Solvente mineral
Solvente de dilución:	Solvente mineral
Tipo de curado:	Oxidación

Fuente: (CORONA, 2020, p.2)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.4. Herramientas y máquinas para la construcción de la estructura metálica

3.4.1. Soldadora (SMAW) para electrodo revestido

La máquina principal que se usará para el ensamble de todos los componentes de la estructura metálica será la soldadora, cuenta con un ajuste de máquina de acuerdo con el diámetro del electrodo, además con ventilación eficiente, compacta y fácil de transportar eficaz para estructuras ligeras.



Figura 25-3: Soldadora eléctrica

Fuente: (ESAB, 2020, p.4)

Tabla 15-3: Características técnicas de la soldadora.

Especificaciones Técnicas	Descripción
Rango de Corriente	50-250A
Tensión de Alimentación	1Ø-127/227 V
Frecuencia de Alimentación	50/60 Hz

Tensión de vacío	52 V
Dimensiones (An x L x Al)	240 x 325 x 220 mm
Peso	24,5 kg
Protección recomendada	50 A (127 V -1 Ø)
Clase de Protección	25 A (220 V -1 Ø)

Fuente: (ESAB, 2020, p.4)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.4.2. *Compresor de aire*

Se utilizará el compresor de aire para pintar todos los tipos de perfiles, tuberías, planchas, ángulos, mallas electro soldada, con el fin de reducir la oxidación y corrosión con aportación de pintura anticorrosiva. Es un compresor coaxial lubricado de 2 hp, robusto y compacto. Cilindro de hierro fundido y gran resistencia al desgaste.



Figura 26-3: Compresor de aire

Fuente: (STTASA, 2020, p.4)

Tabla 16-3: Características técnicas del compresor de aire.

Especificaciones Técnicas	Descripción
Potencia (hp/kw)	2/1,5
Caldera (litros)	50
Aire aspirado (lts/min)	220
Volt/hz	230/MONO/50
Lubricado	SI
Cilindros	1
Presión max. (bar)	8
Dimensiones (lxhxa)	790x310x670
Peso (kg)	35

Fuente: (STTASA, 2020, p.4)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.4.3. Taladro

Se ocupará un taladro para penetrar el concreto, como comprobación de que la cimentación se encuentre en buen estado y si por tal motivo lo esté se introducirá varillas como soportes para la plancha, a su vez se usará para colocar el dura techo con auto perforantes quienes sujetarán las hojas de la cubierta.



Figura 27-3: Taladro

Fuente: (DEWALT, 2021, p.7)

Tabla 17-3: Características técnicas del taladro.

Especificaciones	DWDO 14-B3
Potencia	600W
Porta brocas sin llave	No
Tamaño del porta brocas	3/8"
Velocidad sin carga	0-2,800rpm
Reducción de engranajes	Simple
Capacidad en madera (Broca espada)	1"
Capacidad en madera (Broca Auger)	N/A
Capacidad en madera (Sierra Copa)	1-1/8"
Capacidad en acero (Sierra Helicoidal)	3/8"
Peso de la herramienta	3lbs

Fuente: (DEWALT, 2021, p.7)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.4.4. Amoladora

La máquina amoladora se utilizará para realizar cortes planos, inclinados de los diferentes tipos de aceros estructurales. Cuenta con una traba del eje ubicado en la parte superior, caja de engranajes superior compacta. Posee un motor de 800W de 1200 RPM.



Figura 28-3: Amoladora

Fuente: (DEWALT, 2021, p.30)

Tabla 18-3: Características técnicas de la amoladora.

Especificaciones	DWE4020-B3
Amperio	-
Máxima potencia	800W
Velocidad sin carga	12,000/min (rpm)
Traba de eje	Si
Rosca de eje	5/8"-11 UNC
Bloqueo de gatillo	No
Sistema de extracción de polvo	No
Tamaño del disco	4-1/2" /115mm)
Largo de la herramienta	-
Peso (kg)	1,7

Fuente: (DEWALT, 2021, p.30)

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.5. Planificación de tareas a realizarse en área de trabajo del gasificador.

En este punto se indicará los procesos de construcción de la estructura metálica estableciendo fechas de inicio y fin.

3.5.1. Situación inicial del gasificador tipo downdraft.



Figura 29-3: Situación inicial del gasificador

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

El gasificador tipo downdraft disponible dentro de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se encontró en un estado de indisponibilidad para realizar su función requerida debido al descuido al no realizarse un mantenimiento tanto del lugar como del sistema. Por tal motivo se efectuará la limpieza del área de trabajo y construcción de la estructura metálica.

3.5.2. *Mantenimiento del área de trabajo del gasificador*

Tabla 19-3: Planificación de mantenimiento del área de trabajo del gasificador.

GRÁFICO	ACTIVIDAD	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA FINAL
	<p>Limpieza del lugar</p> <p>Se realizará un barrido total tanto de las plantas, escombros, acumulación de tierra, que se encuentre en el lugar con el fin de tener espacio para trabajar. Se necesitará de maquinaria como retroexcavadora y volqueta para una limpieza óptima.</p>	2022/04/04	2022/04/04
	<p>Extracción de la estructura de madera</p> <p>El gasificador contaba con una estructura de madera que producto de la intemperie se encontraba frágil y peligrosa por tal motivo, se retirará en su totalidad. Para posterior realizarlo en acero estructural.</p>	2022/04/04	2022/04/04
	<p>Retiro del muro de concreto</p> <p>En el área del gasificador se encontró un muro de concreto que prácticamente limitaba el espacio, por consiguiente se retirará con el fin de obtener facilidad al momento de construir la estructura metálica.</p>	2022/04/04	2022/04/04



Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.6. Planificación de construcción de la estructura metálica

En base a las consideraciones de la norma NEC-SE-AC en donde especifica que los aceros estructurales serán elegidas por sus propiedades inelásticas y de soldabilidad. Excelente capacidad de deformación inelástica (elongación del 20% o más en una longitud de 50 mm). También se ocupará normas como NACE/ SSPC- SP1. Limpieza con solvente, NACE/SSPC-SP2. Limpieza con herramientas manuales, SSPC-PA 1 pintado de acero para taller, campo y mantenimiento, NTE INEN 2309 para puertas, norma para escaleras NTE INEN 2249, NTE INEN 2244 enfocada en pasamanos, ensayo no destructivo de tintas penetrantes aplicando la norma ASTM E 165.

3.6.1. Planificación de construcción de la cubierta

Tabla 20-3: Planificación de construcción de la cubierta.

GRÁFICO	ACTIVIDAD	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA FINAL
	<p>Inspección de los cimientos del gasificador</p> <p>En base a la normativa NEC se efectuará una inspección visual con el fin de determinar en qué estado se encuentra las bases de la cimentación, por los años de abandono. A su vez se utilizará un taladro percutor para comprobar la resistencia interna de la base, esperando que exista una gran resistencia del material en su área interna.</p>	2022/04/05	2022/04/05
	<p>Adquisición del acero estructural</p> <p>Como lo indica en la norma NEC para adquisición del material se utilizará aceros al carbono ASTM A36, se realizará una proforma de todo el material a ocupar para realizar la cubierta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tubería rectangular • Perfil canal U • Perfil correas • Dura techo 	2022/04/05	2022/04/05

	<ul style="list-style-type: none"> • Auto perforantes • Planchas • Varilla corrugada 		
	<p>Limpieza y pintado del acero estructural</p> <p>Al adquirir el material se realizará la limpieza en base a la norma SSPC-SP1, se realizará limpieza con herramienta manual en base a la norma SSPC-SP2 y el recubrimiento con pintura anticorrosiva color mate.</p>	2022/04/06	2022/04/06
	<p>Planchas base para colocar vigas</p> <p>Se realizará con la ayuda de un taladro percutor y una broca guía de 8 mm se realizará la perforación de la cimentación, luego se introducirá la broca de ½ pulg x 35 cm de largo hasta llegar al hierro de la cimentación, para introducir la varilla corrugada ½ pulg que ayude como soporte y fijación de las planchas de 40 cm x 30 cm x 1 cm de espesor, las cuales serán soldadas con electrodo revestido 6011.</p>	2022/04/07	2022/04/07
	<p>Suelda de vigas estructurales</p> <p>Para las vigas quienes serán soporte de la cubierta, se utilizará tubería rectangular de 100 mm x 50 mm x 3 mm de espesor, soldándose a las planchas base que se obtendrá una excelente fijación, acogiéndose a lo indica el diseño y la normativa NEC.</p>	2022/04/08	2022/04/12
	<p>Ensamble de vigas con perfil tipo canal U</p> <p>También se realizará un ensamble en la parte superior entre la tubería rectangular y el tipo perfil canal U, será necesario por su dimensionamiento colocar un perfil U en el centro del ensamble para evitar sobre esfuerzos estructurales.</p>	2022/04/13	2022/04/17

	<p>Ensamble y suelda de perfil tipo correas</p> <p>Se efectuará el ensamble de los perfiles tipo correas de 60 mm x 30 mm x 10 mm en c x 2 mm de espesor, sobre el acero estructural canal U aplicando electrodo 6011. Este material será contado con un largo de 500 cm y colocados a una distancia de 90 cm.</p>	<p>2022/04/18</p>	<p>2022/04/24</p>
	<p>Colocación de dura techo con auto perforantes</p> <p>Al contar con el acero estructural ensamblado se colocará 5 hojas de dura techo, se asegurará con la ayuda de un taladro y auto perforantes.</p>	<p>2022/04/25</p>	<p>2022/05/11</p>
	<p>Cercado con malla electro soldada.</p> <p>Se realizará el cierre total de la estructura metálica, usando ángulo de 1 pulg x 1/8, para mayor facilidad al momento de colocar la malla electro soldada de 240cm x 625 cm, con el fin de asegurar todos los sistemas eléctricos, motor, accesorios que forman parte del mecanismo.</p>	<p>2022/05/12</p>	<p>2022/05/23</p>
	<p>Puertas</p> <p>Es necesario la construcción de 4 puertas para lo cual se hará énfasis como en lo indica en la normativa NTE INEN 2309:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 puertas que son para poder ingresar al gasificador tipo downdraft. • 1 puerta que será para realizar mantenimiento al sistema eléctrico. • 1 puerta que se utilizará para limpiar la leña del sistema de encendido. 	<p>2022/05/24</p>	<p>2022/05/24</p>

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.6.2. *Planificación de construcción del piso y pasamanos en el gasificador.*

Tabla 21-3: Planificación de construcción del piso y pasamanos.

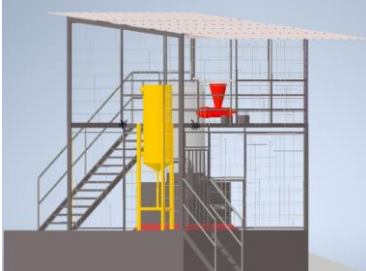
GRÁFICO	ACTIVIDAD	FECHA DE EJECUCIÓN	OBS.
	<p>Vigas base para el piso del gasificador.</p> <p>Se usará tubería rectangular de 100 mm x 50 mm x 2 de espesor, 2 tuberías de 4,45 m colocadas a lo ancho y soldadas a una altura de 2,50 m, también se cortará 2 aceros de largo de 3,63 m montadas a una altura de 2,50, esto servirá para tener un piso estable y fijo.</p>	2022/05/25	2022/05/26
	<p>Tejido con perfil estructural canal U</p> <p>Al contar con un las vigas base se procederá a realizar el tejido con perfil canal U de 80 mm x 40 mm x 2 mm de espesor, para reforzar el piso y evitar sobre esfuerzos al momento de caminar sobre la estructura.</p>	2022/05/27	2022/05/27
	<p>Piso con plancha antideslizante.</p> <p>Se tendrá tejido toda la estructura para el piso, entonces se efectuará la colocación de las planchas antideslizantes de 1230 mm x 2440 mm x 2 mm de espesor, se fijará con puntos de soldadura.</p>	2022/05/30	2022/05/30
	<p>Pasamanos para el piso.</p> <p>El pasamano se realizará con tubo rectangular de 80 mm x 40 mm x 2 mm de espesor, se procederá a realizar los cortes y cordones de soldadura necesarios para armarlo.</p>	2022/05/30	2022/05/31

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.6.3. Planificación de construcción de escaleras y pasamanos.

Tabla 22-3: Planificación de construcción de escaleras y pasamanos.

GRÁFICO	ACTIVIDAD	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA FINAL
	<p>Cimentación del descanso</p> <p>Se procederá a realizar dos cimentaciones para la escalera grande y pequeña de 50 cm de ancho x 1,10 m de largo x 60 cm de profundidad. También se colocará piedras entre grandes y pequeñas, cemento, arena, ripio. A la mezcla se le colocará una plancha base para el soporte de las vigas de la escalera. El tiempo de fraguado será de 24 h en base a lo que indica la norma NEC SE HM.</p>	2022/05/31	2022/05/31
	<p>Tubería rectangular para soporte de las gradas</p> <p>Para la construcción de las escaleras se tomará en cuenta los parámetros que indican la norma NTE INEN 2249. Se realizará el corte y la soldadura de las 4 tuberías rectangulares de 100 mm x 50 mm x 2 mm de espesor.</p> <p>Luego se cortará 2 tuberías para las escaleras grandes de 2,60 m y 2 tuberías para escaleras pequeñas de 1m.</p>	2022/06/02	2022/06/04
	<p>Perfil canal U para grada</p> <p>Por consiguiente se construirá las gradas utilizando perfil canal U.</p> <p>Para las escaleras grandes contará con 12 gradas soldadas a una contra huella de 18 cm.</p> <p>En la escalera pequeña se utilizará 4 gradas, fijadas a una contrahuella de 18 cm.</p>	2022/06/04	2022/06/10

	<p>Tubería redonda para pasamanos</p> <p>Basándose en la norma NTE INEN 2244 se elaborará con tubería redonda de 1 ½ pulg, para ello se utilizará de una dobladora para dar el moldeado adecuado al tubo, se cortará y se soldará en las vigas de la tubería rectangular a una altura de 900 mm, esto con el fin de evitar accidentes al momento de subir a descargar los desechos orgánicos u otros.</p>	2022/06/10	2022/07/07
---	--	------------	------------

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.6.4. Planificación para la comprobación estructural en base a ensayos no destructivos aplicando tintas penetrantes bajo la norma ASTM E 165.

Tabla 23-3: Planificación para la comprobación por NDT bajo la norma ASTM E 165.

GRÁFICO	ACTIVIDAD	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA FINAL
	<p>Limpieza previa</p> <p>En los cordones de soldadura se limpiará los cordones dejándolos libre de óxido, escamas, fundente de soldadura, salpicadura de soldadura, grasa, pintura, películas aceitosas, suciedad, entre otros.</p>	2022/07/07	2022/07/07
	<p>Secado después de la limpieza</p> <p>Luego de la limpieza del área a examinar se hará el secado en la superficie, se ejecutará con exposición a la temperatura ambiente.</p>	2022/07/07	2022/07/07
	<p>Aplicación de penetrante y tiempo de permanencia del penetrante</p> <p>El penetrante se aplicará a la superficie por medio de brocha o pulverización cubriendo completamente toda el área a examinar. El tiempo de permanencia</p>	2022/07/07	2022/07/07

	del penetrante será de 5 minutos como lo indica en la norma para soldaduras.		
	<p>Parámetros de secado</p> <p>Los componentes deberán secarse a temperatura ambiente, con la ayuda de ventiladores.</p>	2022/07/07	2022/07/07
	<p>Aplicación del revelador de película líquida</p> <p>Se aplicará el revelador por aspersión según lo recomendado por el fabricante. Su aplicación se rociará a todas las piezas de tal manera que se asegure una cobertura completa del área que se está examinando con una película fina y uniforme de revelador.</p>	2022/07/07	2022/07/07
	<p>Tiempo de revelado</p> <p>El tiempo que el revelado deberá permanecer en la pieza antes de una inspección no será inferior a diez minutos.</p>	2022/07/07	2022/07/07
	<p>Limpieza</p> <p>La limpieza se realizará manteniendo el área de examen libre de desechos que interfieran, incluidos residuos y objetos fluorescentes.</p>	2022/07/07	2022/07/07
	<p>Evaluación</p> <p>Todas las indicaciones encontradas durante la inspección deberán evaluarse de acuerdo con los criterios de aceptación especificados.</p>	2022/07/07	2022/07/07

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

3.6.5. Planificación de acabados de la cimentación.

Tabla 24-3: Planificación de acabados de la cimentación.

GRÁFICO	ACTIVIDAD	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA FINAL
	<p>Encofrado de la cimentación</p> <p>Para el encofrado de la cimentación se basará en la norma NEC SE HM donde indica que se debe curar o humedecer la superficie a cementar, se usará madera, la cual se colocará alrededor del piso para corregir las fisuras, agrietamientos, rupturas de concreto y posteriormente nivelar el suelo.</p>	2022/07/14	2022/07/14
	<p>Preparación de la mezcla de concreto</p> <p>Luego se dosificará la mezcla en base a la experiencia en obras similares como lo manifiesta en la norma NEC SE HM, se empezará a tamizar la arena, a continuación se mezclará con el cemento y agua.</p>	2022/07/14	2022/07/14
	<p>Enlucida del piso</p> <p>Contando con la mezcla idónea, se procederá a esparcir entre todo el piso de tal manera que con la ayuda de una regla de madera se nivele la dosificación uniformemente. Para el fraguado se dejará alrededor de 12 horas y posteriormente para el retiro del encofrado en 24 horas, en base a lo estipulado en la norma NEC SE HM</p>	2022/07/14	2022/07/14
	<p>Enlucida de las caras de la cimentación</p> <p>Para enlucir los lados de la cimentación, se procederá a utilizar una paleta de madera quien tendrá la función de nivelar la capa superior y corregir las caras deterioradas del piso.</p>	2022/07/15	2022/07/15

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

En el presente capítulo se va a realizar un análisis comparativo de la situación actual vs la construcción de la estructura metálica del gasificador tipo downdraft.

4.1. Comparación del estado actual vs la construcción de la estructura metálica

En la Figura 1-4, se expone el estado actual frente a la implementación de la estructura metálica para el gasificador tipo downdraft.



Figura 1-4: Estado de situación inicial vs la implementación de la estructura metálica

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

En el estado actual se pudo evidenciar que alrededor de la cimentación del gasificador existía alta vegetación, contaba con una infraestructura como piso construida de madera, una escalera sin parámetros normativos de construcción, una puerta con pigmentos de oxidación y un muro que limitaba el espacio de trabajo.

4.2. Construcción de la estructura metálica para gasificador tipo downdraft.

4.2.1. Limpieza del área de trabajo

En los alrededores del área del gasificador se evidenció la presencia de vegetación debido al tiempo de abandono. Se realizó la debida limpieza utilizando maquinaria pesada como retroexcavadora y volqueta. Se retiró la estructura del piso elaborado con madera.



Figura 2-4: Limpieza del área de trabajo

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Además se extrajo el muro de concreto, ya que limitaba el espacio del gasificador, no cumplía ninguna función por tal motivo fue factible retirarlo con la ayuda de una retroexcavadora. Obteniendo así un mejor espacio para la construcción.



Figura 3-4: Retiro de muro de concreto

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Debido al tiempo de abandono que el mecanismo presentaba, se optó por limpiar los alrededores, ya que se encontraba con alta vegetación, basura y en partes exceso de tierra. Para lo cual fue necesario emplear la ayuda de una retroexcavadora que nos facilite el trabajo de limpieza, y una volqueta para que todo este material se ha retirado del lugar. Finalmente se contó con un área de trabajo limpio para luego proceder a tomar medidas y cotizar costos de adquisición de material.



Figura 4-4: Limpieza total del gasificador.

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

4.2.2. Análisis de costos del material utilizado.

4.2.2.1. Costos directos

En la siguiente Tabla 1-4, se detalla el valor y la cantidad de material ocupado en la construcción de la estructura metálica para el gasificador.

Tabla 1-4: Costos directos

COSTOS DIRECTOS			
Cantidad	Descripción	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
3	DISCO DE DESBASTE ACERO	\$ 1,79	\$ 5,37
33	DISCO DE CORTE METAL 4 1/2"	\$ 0,78	\$ 25,74
1	ELECTRODO 7018	\$ 2,46	\$ 2,46
6	Q. DE CEMENTO	\$ 7,90	\$ 47,40
5	TC C 1 X 2 MM	\$ 12,82	\$ 64,10
38	DES PLANCHA PESO	\$ 0,58	\$ 22,06
12	THINER 200 LT	\$ 1,79	\$ 21,48
2	HILO WAIPE	\$ 0,89	\$ 1,79
17	AL 1 X 2 MM	\$ 6,02	\$ 102,34
2	TREC 40*80*2	\$ 33,50	\$ 67,00
4	CANAL 50 X 2 MM	\$ 12,56	\$ 50,25
6	TREC 1 ½*3/4*1,5	\$ 12,60	\$ 75,59
3	PLN ANT 2 MM	\$ 75,02	\$ 225,06
4	ARM 4 X 15 X 15	\$ 27,77	\$ 111,08
3	TREC 1 ½*3/4*2	\$ 16,57	\$ 49,71

3	TC C 1 1/2 X 2 MM	\$ 22,10	\$ 66,3
22	SUE SOLDEX LB	\$ 1,38	\$ 30,36
7	TREC 100*50*2	\$ 42,35	\$ 296,44
5	DURAMIL DE 4,20	\$ 20,82	\$ 104,11
5	COR 60 X 2 MM	\$ 17,00	\$ 85,00
100	TORN AUTOPERF 3/4 MET	\$ 0,02	\$ 2,20
1	PUN ANT NEGRO MAT GL (1015 A)	\$ 13,21	\$ 13,21
16	DES L	\$ 0,40	\$ 6,43
3	COR 200 X 2 MM	\$ 40,45	\$ 121,37
2	COR 150 X 2 MM	\$ 34,07	\$ 68,14
4	TR C 1 1/2 X 2 MM	\$ 15,89	\$ 63,57
2	TRC 1 1/4 X 2 MM	\$ 13,10	\$ 26,20
1	TR C 1 X 2 MM	\$ 10,30	\$ 10,30
1	PL 2 X 1/8	\$ 9,94	\$ 9,94
3	COR 100 X 2 MM	\$ 29,10	\$ 87,29
1	UNIDAS_ANTIC.IND. NEGRO MATE GL	\$ 14,42	\$ 14,42
3,50	BISAGRA TORNEADA A 5/8 X 2"	\$ 1,43	\$ 5,00
1	ABRO_GRASA LITIO SINTETICA PASTA	\$ 1,00	\$ 1,00
6	MADERA TABLAS ANDAMIO	\$ 1,00	\$ 6,00
1	VOLQUETA DE MATERIAL (RIPIO)	\$ 50,00	\$ 50,00
1	ACELERANTE DE CONCRETO	\$ 5,00	\$ 5,00
VALOR TOTAL			\$ 2 176,95

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

4.2.2.2. Costos indirectos

A continuación se detallan todo los gastos que se ocuparon tangencialmente para la construcción de la estructura.

Tabla 2-4: Costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS			
Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
5	Transporte del material	\$ 5,00	\$ 25,00
9	Transporte vehicular	\$ 10,00	\$ 90,00
	Otros	\$ 28,05	\$ 28,05
VALOR TOTAL (\$)			\$ 143,05

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Tabla 3-4: Costos totales

Costos directos	\$	2 176,95
Costos indirectos	\$	143,05
VALOR TOTAL (\$)	\$	2 320,00

Realizado por: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

4.2.3. *Limpieza y recubrimiento de pintura anticorrosiva del material estructural.*

Luego de realizar la compra de los materiales de acero estructural ASTM A36 para ejecutar la construcción se procedió a limpiar como lo indica en la norma NACE/ SSPC- SP1 limpieza con solvente, se ocupó guaípe y tinner para retirar grasas, polvo que se encuentre en el mismo. También aplicamos la norma NACE/SSPC-SP2 limpieza con herramientas manuales, se utilizó lija, cepillo de alambre para remover superficialmente los pigmentos de óxido que se encontraban.



Figura 5-4: Limpieza bajo la norma SSPSC-SP1, SSPSC SP2

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Aplicando la norma SSPC-PA 1 pintado de acero para taller, campo y mantenimiento. Se efectuó el recubrimiento con pintura anticorrosiva color negro mate, la cual se diluyó con tinner laca, por consiguiente utilizando un filtro de pintura automotriz se cernió eliminando así cualquier suciedad del mismo. Finalmente se lo colocó dentro de la pistola para rociarlo en el acero con la ayuda de un compresor de aire.



Figura 6-4: Aplicación de pintura anticorrosiva norma SSPC PA1

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

4.3. Interpretación de diseño, tareas de construcción y ensamble.

En primer lugar se realizó perforaciones en la cimentación hasta encontrar el hierro para poder soldar las planchas base. Por tal motivo con la ayuda de un taladro percutor y una broca se hizo 3 perforaciones, las 3 primeras se ejecutó con una broca guía de 8 mm, y las 3 perforaciones siguientes con un diámetro de ½ pulg x 35cm de largo. Con el fin de introducir varillas ½ pulg a golpe, se picó el concreto con cincel y martillo para poder soldarlo con electrodo revestido 6011 formando una silueta de pata de gallo. Esto sirvió como soporte de la plancha que a continuación se colocó.



Figura 7-4: Perforaciones

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Por consiguiente teniendo un soporte fijo de varilla corrugada se montó 4 planchas de largo 40cm x 30 cm de ancho con un espesor de 10 milímetros. Este material fue soldado con electrodo 6011 junto con las varillas, obteniendo así nuestra base para las vigas. Cabe recalcar que debido a que la cimentación se encontraba mucho tiempo expuesta a la intemperie, una esquina se hallaba muy frágil por lo que se procedió a colocar refuerzos para obtener mayor resistencia a cargas de esfuerzos.



Figura 8-4: Plancha base

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

En este punto se tomó las medidas en la base de la cimentación con la ayuda de un flexómetro y una escuadra, además con la ayuda de un timbrador, se trazó el suelo mostrando la posición donde se colocaron los 4 pilares.



Figura 9-4: Medidas en la base de la cimentación

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se utilizó 4 tuberías rectangulares de 100 mm x 50 mm x 3 mm de espesor, que son las vigas de la cubierta, las medidas de altura que se cortaron de las 2 tuberías son de 460 cm y las otras 2 tuberías son de 500 cm. Para el trazado se empleó instrumentos como el flexómetro, escuadra, rayador y para su corte amoladora y disco.



Figura 10-4: Trazado y corte de tubería

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Al contar con los 4 parantes se procedió a su montaje sobre las placas base, debido a su altura de 460 cm, fue necesario utilizar andamios. Utilizando herramientas como el nivel y escuadra, se pudo garantizar que las vigas queden totalmente rectas, luego se realizó una limpieza de las áreas para soldar. Para realizar los cordones de soldadura por método SMAW se ocupó electrodos 6011 para fundir los aceros.



Figura 11-4: Soldadura de la tubería rectangular

Fuente: Lema, D.; Rodríguez, D. 2022

Para la colocación de las 2 tuberías rectangulares cortadas a una altura de 500 cm, también fue necesaria emplear para su montaje andamios, ya que por la altura del material era imposible su manipulación y precisión con las herramientas de medición. Para su soldeo se empleó soldadura SMAW y electrodo 6011.



Figura 12-4: Andamios para montaje de tubería rectangular

Fuente: Lema, D.; Rodríguez, D. 2022

Se utilizó perfil canal U para ensamblar las 5 vigas. Para lo cual se realizó la medición y trazado de 3 canal U de 345 cm que fueron colocados para la caída del techo, y 2 perfiles de 435 cm que se colocó en el ancho de los parantes. Debido a la altura de 500 cm, fue necesario la colocación de andamios y arnés de seguridad para evitar accidentes.



Figura 13-4: Ensamble con perfil canal U

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Para el tejido del techo se utilizó 5 perfiles estructurales tipo correas los cuales se cortaron a una dimensión de 500 cm de largo, este acero fue montado sobre el canal U a una distancia de 90 cm de separación.

Con electrodo revestido se efectuó el soldeo de cada uno de los perfiles, limpiando la zona a trabajar, eliminando de tal manera la suciedad, pintura, grasa.



Figura 14-4: Tejido con perfil tipo correa

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Debido a la longitud de los perfiles tipo correa de 500 cm, fue necesario ocupar 5 hojas de dura techo las cuales tienen una anchura de 112cm x 4,20 m de ancho x 0,30 mm de espesor, y se ensambló con pernos auto perforantes con la ayuda de un taladro.



Figura 15-4: Colocación de dura techo

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Para la construcción del piso del gasificador, en base a lo que indica el diseño propuesto se realizó a una altura de 260cm de alto desde el piso de la cimentación. Para lo cual se ocupó tubería rectangular de 100 mm x 50 mm x 2 mm destinado para el marco del piso, luego se cortaron 2 tuberías de 435 cm y 2 aceros de 343cm y finalmente para su ensamble se soldó con electrodo 6011.



Figura 16-4: Marco para el piso con tubería rectangular

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

También se colocó 7 tuberías rectangulares de 100 mm x 50 mm x 2 mm de espesor, para el armado del piso, 2 tuberías de 251 cm, 2 tuberías de 98 cm, 2 tuberías de 86 cm y próximamente 1 tubería de 240 cm. En su trazado se utilizó una escuadra y un rayador, para el corte un disco abrasivo con ayuda de la amoladora. Finalmente en el montaje se ocupó andamios.



Figura 17-4: Armado del piso para el gasificador

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Para el tejido del piso se lo realizó con acero canal U, con la ayuda de una máquina herramienta amoladora y un disco de corte de 4 ½ pulg se efectuó 6 cortes de 110 cm, 6 cortes de perfiles canal U de 45,5 cm, 3 cortes de acero de 70,5 cm, 3 perfiles de 84 cm, finalmente 2 canal U de 67 cm.



Figura 18-4: Corte de perfil canal U

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Para el montaje del acero canal U, los primeros 6 perfiles de 110cm fueron soldados a una distancia de 33 cm. Los siguientes 6 canales de 45,5 cm, se colocaron a la misma distancia y soldados con electrodo 6011. Para la protección personal se utilizó delantal, mandil, guantes de cuero, zapatos punta de acero, mascara de soldar y mascarilla.



Figura 19-4: Ensamble de perfil canal U

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Luego se colocó los 3 perfiles de 84 cm, 3 canales U de 70,5 fueron ensamblados a una distancia de 24,2 cm. Posterior a ello se soldó los 2 canales restantes a una distancia de 33 cm. La distancia empleada es en base al diseño propuesto debido a que el piso está calculado que soportará 15 personas.



Figura 20-4: Ensamble de perfiles para el piso

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Finalmente ensamblando todos los perfiles y las tuberías rectangulares, obtuvimos como resultado una base de 250 cm x 363 cm para luego colocar la plancha antideslizante, también se verificó que todos los perfiles se encuentren correctamente soldados para soportar las cargas presentes en el gasificador.



Figura 21-4: Base de piso para el gasificador

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Después se montó 4 planchas antideslizante de 1230 mm x 2440 mm x 2 mm de espesor, para su fijación se optó por realizar puntos de soldadura ya que al colocar pernos auto perforantes se corría el riesgo de tropezarse al momento de caminar sobre el piso.



Figura 22-4: Colocación de plancha antideslizante

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se construyó el pasamano del piso basándose en lo que indica la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2244 que deben ser colocados a una altura comprendida entre 850 mm y 950 mm medidos verticalmente en su proyección sobre el nivel del piso terminado. Por tal motivo se elaboró a una altura de 900 mm con tubería rectangular de 80 mm de largo x 40 mm de ancho x 2 mm de espesor. Se realizó el trazado y corte de 3 tuberías rectangulares de 900 mm, 2 perfiles de 2100 mm, 2 tuberías de 2500 mm, 1 tubería de 2135 mm, 1 perfil de 2160 mm. Para luego montarlo de manera horizontal y fijarlo con electrodo revestido 6011.



Figura 23-4: Montaje de pasamanos

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Por consiguiente se cortó las perfiles para el montaje del pasamanos en sentido vertical con las siguientes medidas; 6 perfiles de 123 cm, 18 tuberías de 113 cm y 6 perfiles rectangulares de 75 cm.



Figura 24-4: Pasamanos del gasificador

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Luego se realizó la adaptación del sistema de alimentación del gasificador, se presentó un inconveniente ya que en el sentido que estaba colocado este sistema chocaba con el pasamanos, por tal motivo se consideró en cambiarlo y adecuarlo con dirección al taller de fundición.

Utilizando una máquina herramienta como la amoladora y un disco de corte de 4 ½ pul se desoldó la toma del gasificador.



Figura 25-4: Desoldado de toma del sistema de alimentación

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

A continuación se realizó un corte con el mismo diámetro de la toma del sistema de alimentación en sentido recto al taller de fundición. Evitando así el choque del sistema de alimentación con el pasamanos elaborado en el piso.



Figura 26-4: Diámetro

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Para el soldeo de la toma del mecanismo este se lo realizó con electrodo revestido 7018, ya que el material empleado en la construcción del gasificador contaba con un espesor de 5 mm aproximado. Para la ejecución de los cordones de soldadura primero se limpió la zona con cepillo de alambre, luego se realizó la primera pasada, una vez terminada se volvió a limpiar con herramienta manual y finalmente se efectuó la segunda pasada, asegurando un cordón de soldadura eficaz.



Figura 27-4: Colocación del sistema de alimentación

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Posteriormente se llevó a cabo el recubrimiento con pintura anticorrosiva de la puerta bajo la norma SSPC-PA 1 pintado de acero para taller, campo y mantenimiento.

Cabe recalcar que la puerta se encontraba ya elaborada en el gasificador con medidas de 205 cm de alto x 100 cm de ancho.



Figura 28-4: Recubrimiento anticorrosivo de puerta

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

En la Figura 29-4, se muestra la colocación de la puerta metálica una vez aplicada el recubrimiento anticorrosivo en la estructura metálica mediante el proceso de soldadura, puerta que servirá de acceso por la parte frontal al gasificador.



Figura 29-4: Instalación de puerta

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Además se realizó un canal en el muro de concreto, utilizando herramientas como el martillo y cincel. Con el fin de que el ángulo a colocar ingrese con total rectitud y no pandeado como se estaba ubicando.



Figura 30-4: Canal

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se tejió el material estructural tipo ángulo de 1 pulg x 1/8 a una altura de 240 cm, esta medida se mantuvo alrededor de toda la estructura metálica.

El objetivo de colocar a la altura de 240 cm es facilitar el montaje de la malla electro soldada, ya que este material cuenta con unas dimensiones de 240 cm x 625 cm.



Figura 31-4: Tejido de perfil tipo ángulo

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se elaboró una puerta basándose en la norma NTE INEN 2309, utilizando ángulo de 1 pulg x 1/8 y bisagras.

Cuenta con una dimensión de 153 cm x 117 cm, su función es dar mantenimiento al horno del gasificador, retirar las cenizas del carbón, madera, desechos orgánicos de una manera cómoda y segura.



Figura 32-4: Puerta para el mantenimiento del horno.

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

La siguiente puerta se construyó con ángulo de 1 pulg x 1/8, malla electro soldada de 15 x 15 cm con el fin de dar mantenimiento a las termocuplas, cuenta con las medidas de 28 cm x 120 cm. A su vez también es para la seguridad de los accesorios.



Figura 33-4: Puerta termocuplas

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se construyó una puerta estructural con las dimensiones de 102 cm x 250 cm, para el ingreso de la planta alta del gasificador, basado en la norma NTE INEN 2309.



Figura 34-4: Puerta de ingreso a la planta alta del gasificador

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se ensambló la malla electro soldada de 240 cm x 625 cm, adecuando a la medida de los marcos del ángulo colocados. Por el método de soldadura con electrodo 6011 se realizó puntos de suelda para su fijación, asegurando así el entorno del gasificador, sus componentes y accesorios.



Figura 35-4: Colocación de malla electro soldada

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se realizó una zanja en la parte trasera del gasificador para el descanso de la escalera grande de 50 cm de ancho x 110cm de largo x 60 cm de profundidad. Utilizando herramientas como pala, azadón y una barra.



Figura 36-4: Zanja para escalera grande

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se tomó medidas del largo de la escalera las cuales se realizó a 367 cm de largo, estas medidas nos sirvieron para conocer a que distancia se empotrará las placas base en el concreto.

Proyección detallada en el diseño propuesto y realizado en base a lo que indica la norma NEC y NTE INEN.



Figura 37-4: Medidas y nivel del descanso

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se incorporó uniformemente la arena, piedra triturada, cemento, y agua. Con la ayuda de una pala se agregó en la zanja junto con piedras grandes para obtener una cimentación compacta.

Luego se empotró dos bases de acero de 50 cm en la cimentación para que se solidifique y nos permita soldar las vigas de la escalera.



Figura 38-4: Mezcla de concreto, bases de acero

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Obteniendo como resultado una cimentación compacta junto con la base metálica, para posterior a ello fijar las vigas de la escalera sobre el material empotrado el material de aporte utilizado fue electrodo revestido 6011. Para el secado del descanso en base a la experiencia en obras similares como lo indica en la normativa NEC SE HM, se esperó 24 horas por sus dimensiones y profundidad.



Figura 39-4: Cimentación para la escalera grande

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

En la parte frontal del gasificador se realizó dos hoyos de 30 cm x 20 cm y profundidad de 50 cm, para proceder a realizar el descanso para la escalera pequeña.

Para colocar dos placas base de 50 cm que serán empotradas en la cimentación. De igual forma se utilizó una pala, azadón y una barra.



Figura 40-4: Zanjas para cimentación

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se preparó la mezcla de arena, piedra triturada, cemento y agua. Para colocar en las zanjas de 30 cm x 20 cm. La dosificación de material se realizó de manera uniforme para una cimentación óptima y compacta.



Figura 41-4: Mezcla de concreto

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Finalmente se elaboró un encofrado con madera de 100 cm x 40 cm para obtener una mejor estética, a su vez se incorporó la mezcla y las bases metálicas. Para cuando se encuentre seco el concreto proceder a soldar las vigas.



Figura 42-4: Cimentación para escalera pequeña

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Seguidamente se construyó el descanso para la escalera grande del gasificador, cuenta con las medidas de 120 cm x 94 cm. Se utilizó tubería rectangular, canal U para el tejido y una plancha antideslizante, finalmente se soldó el material estructural.



Figura 43-4: Descanso para la escalera

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Una vez que la cimentación se secó por completo, se procedió a construir la escalera grande bajo la norma técnica ecuatoriana para escaleras NTE INEN 2249. Para ello se ocupó 2 vigas de 367 cm de largo con un ángulo de inclinación de 45° , este material se soldó tanto en el descanso como en las placas base con un ancho de 120 cm como indica la norma. Posterior a ello se elaboró las 12 gradas con una distancia de huella de 28 cm y contra huella de 18 cm.

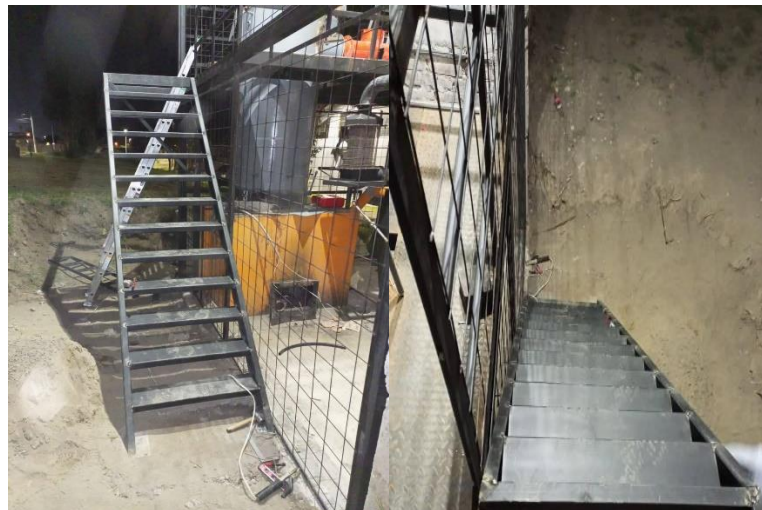


Figura 44-4: Escalera grande

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Así también, se fabricó la escalera pequeña de ingreso al gasificador por la parte delantera. Para lo cual se cortó 2 vigas de 141 cm con un ángulo de inclinación de 45° , este material se fundió en las placas de la cimentación y en la estructura metálica con una dimensión de 120 cm de ancho. Posterior a ello, se efectuó la soldadura de las 4 gradas con una huella de 28 cm y una contra huella de 18 cm.



Figura 45-4: Escaleras pequeñas

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Para el pasamano de la escalera grande se basó en la norma NTE INEN 2244. Verticalmente cuenta con una altura de 90 cm desde el inicio hasta el final, para ello se ocupó tubo redondo de 1 ½ pulgada, y se soldó con electrodo 6011. Para precautelar y prevenir accidentes por caídas o tropiezos.



Figura 46-4: Pasamanos de la escalera grande

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

También se fabricó el pasamanos para la escalera pequeña de igual forma bajo la norma NTE INEN 2244 a una altura de 90 cm, ocupando tubería redonda de 1 ½ pulgada.



Figura 47-4: Pasamanos para escalera pequeña

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Luego se comprobó la especificación de la normativa NEC, utilizando instrumentos como el flexómetro, escuadra, nivel.

Por tal motivo se efectuó la verificación del ancho, largo y medidas de los accesorios de las puertas. Cumpliendo con lo estipulado en la normativa de la construcción.



Figura 48-4: Comprobación de medidas de las puertas

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

En la Figura 49-4, se muestra la verificación de las medidas de las gradas ancho, huella y contra huella. Verificando lo que indica la normativa NTE INEN 2249.



Figura 49-4: Comprobación de medidas de las escaleras

Fuente: Lema, D.; Rodríguez, D. 2022

En la Figura 50-4, se evidencia la inspección de la altura de 900 mm tanto al comienzo como al final de los pasamanos. Se comprobó que cumple con la normativa empleada. Evitando caídas, resbalones y accidentes al momento de recorrer el mecanismo del gasificador.

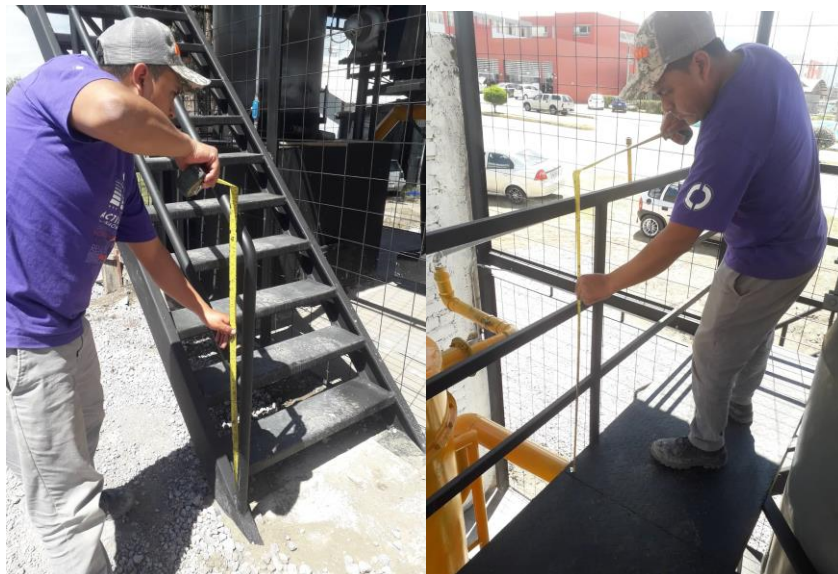


Figura 50-4: Comprobación de medidas de pasamanos

Fuente: Lema, D.; Rodríguez, D. 2022

Posterior a la verificación de medidas, también se realizó el ensayo no destructivo (NDT) de tintas penetrantes en base a la norma ASTM E 165, aplicada a los cordones de soldadura en las cuales se considera un mayor índice de esfuerzo.



Figura 51-4: Tintas penetrantes

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

En primer lugar se inspeccionó los cordones de soldadura que tienden a tener mayor esfuerzo de carga.

Luego se verificó los límites de temperatura, se limpió el cordón de soldadura con herramienta manual como el cepillo de alambre, eliminando la pintura, óxido, salpicadura y cascarilla de la soldadura.



Figura 52-4: Limpieza de cordones de soldadura

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Dándonos como resultado un cordón de soldadura limpio libre de cualquier suciedad que interfiera en el proceso de realizar el ensayo no destructivo de tintas penetrantes



Figura 53-4: Limpieza total de los cordones

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

A continuación se aplicó el removedor sobre el cordón de soldadura para eliminar el polvo, pintura, grasa, entre otros. Y se esperó al secado a temperatura ambiente.



Figura 54-4: Aplicación de removedor

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Posterior se añadió el penetrante que es de color rojo sobre el cordón de soldadura a examinar como se muestra en la Figura 55-4.

Este tinte es el indicador de las fisuras o desperfectos que se pueda encontrar en los cordones de soldadura.



Figura 55-4: Aplicación de penetrante

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Por consiguiente, se tiende a esperar el tiempo de permanencia del penetrante en nuestro caso se esperó 10 minutos según lo indica la norma. El secado es fundamental para que el penetrante nos indique que problemas puede tener el cordón de soldadura.



Figura 56-4: Tiempo de permanencia del penetrante

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Luego que transcurrió el tiempo se retira el exceso de penetrante utilizando un trapo sin pelusa y aplicando el removedor.

El removedor ayuda a limpiar de tal manera que en las fisuras de los cordones sea visible todos los problemas que se deban corregir.



Figura 57-4: Retiro de exceso de penetrante

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Después se colocó el revelador que es color blanco quien nos indica donde existe presencia de desperfectos sobre los cordones de soldadura. Es por ello que el tinte penetrante resalta y muestra los errores cometidos al momento de efectuar el cordón de soldadura.



Figura 58-4: Aplicación de revelador

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

En base a lo que indica la norma ASTM E 165, el tiempo de revelado debe permanecer en la pieza antes de una inspección y no puede ser inferior a 10 minutos. Por tal motivo se esperó un estimado de 15 minutos para que el revelador muestre los imperfectos en el cordón de soldadura. Dándonos como resultado como se muestra en la siguiente Figura 59-4.



Figura 59-4: Tiempo de secado del revelador

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Para enlucir el piso de la cimentación del gasificador, en primer lugar se tamizó el material pétreo con el fin de separar la arena de las piedras.

Luego se elaboró la dosificación de arena, cemento y agua, mezclando uniformemente todo el material. Posteriormente, se humedeció toda la cimentación rociando agua con la ayuda de una manguera como lo indica la norma NEC SE HM.



Figura 60-4: Mezcla de cemento

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Se enlució el piso del gasificador cubriendo todas las imperfecciones que existían, con la ayuda de una regla de madera se esparcía el material por toda la cimentación, para las zonas de poco espacio fue necesario utilizar una paleta de madera para disipar en su totalidad el material.



Figura 61-4: Enlucido del piso

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Finalmente se preparó la mezcla de cemento para enlucir las caras de la cimentación esto con la ayuda una de paleta de madera, dando un mejor aspecto a la infraestructura del gasificador.



Figura 62-4: Enlucida de las caras de la cimentación

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

Finalmente, se realizó los acabados estéticos del entorno del gasificador. Aplicando pintura color caoba en el piso y pintura color gris alrededor de las caras de la cimentación.

Obteniendo así una estructura metálica con estanderes de calidad y basada en normas de seguridad operacional.



Figura 63-4: Acabados de la cimentación.

Fuente: Lema; D.; Rodríguez, D. 2022

CONCLUSIONES

Se interpretó el diseño estructural propuesto basado en la normativa NEC, para la construcción de la estructura metálica. Utilizando material estructural ASTM A36 por sus propiedades químicas y la influencia en la industria de la construcción.

Se realizó la planificación para la construcción de la estructura metálica propuesta con fechas de ejecución para cada tarea. Por tal motivo se dividió en áreas de mantenimiento; la primera de la zona de trabajo, el cual se empezó por la limpieza de los entornos del gasificador. La segunda enfocada en la construcción de la cubierta, la tercera en la elaboración del piso y pasamanos que permite el acceso a la parte alta del gasificador, la cuarta la fabricación de escaleras y pasamanos. La quinta la comprobación de las especificaciones de la normativa NEC por el método de ensayos no destructivos de titas penetrantes y finalmente los acabados de la cimentación.

Se construyó los componentes de la estructura metálica de acuerdo con las especificaciones de diseño basándose en normativa tales como la preparación de superficies para aplicación de recubrimientos. (SSPC), SSPC- SP1 / Limpieza con solvente, SSPC-SP2 /Limpieza con herramientas manuales, SSPC-PA 1 /Pintado de acero para taller, campo y mantenimiento. Se empleó para armar los componentes la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2309 para puertas, NTE INEN 2249 para escaleras, NTE INEN 2244 para pasamanos.

Se comprobó el cumplimiento de las especificaciones de la normativa NEC, NTE INEN. Para lo cual se utilizó un flexómetro, se constató en base a la norma NTE INEN 2209, donde las puertas cumplen con las medidas de un ancho mínimo de 1000 mm y un alto libre mínimo de 2050 mm. También se verificó la norma NTE INEN 2249, que cumplen las gradas con un ancho mínimo de 1200 mm contemplado los pasamanos, una huella de 28 cm y contra huella de 18 cm. Luego se inspeccionó en base a la norma NTE INEN 2244, donde los pasamanos cumplen con la altura indicada de 900 mm.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para alargar la vida útil de la infraestructura aplicar un recubrimiento con pintura epóxica como lo indica en la norma SSPC PA1.

Se aconseja realizar constantemente un mantenimiento preventivo con pintura anticorrosiva para prevenir la oxidación por factores climáticos en la estructura metálica.

Se sugiere colocar un techo de policarbonato transparente alrededor de la malla electro soldada para reducir la presencia de humedad dentro de la infraestructura del gasificador.

Para preservar la estructura de la escalera grande se recomienda construir una cubierta.

BIBLIOGRAFÍA

ARMAS, Daniel. Análisis de los procesos de soldadura Smaw, Gmaw y Fcaw en varillas de acero estructural corrugado ASTM A706, mediante juntas a tope con bisel en v simple y doble, y su incidencia en las propiedades mecánicas de la junta soldada [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato, Ambato. pp. 146. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35115>

ASTM E16: 2016. *Liquid Penetrant Examination for General Industry*

CORONA, 2021 *Clásica anticorrosivo* [en línea]. Corona, [Consulta: 07 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.pinturascorona.com/images/hojas-tecnicas/anticorrosivo/ht-29xx-clasica-anticorrosivo-eid-304-v01>

CUETO, J. *Soldadura con electrodos revestidos de chapas y perfiles de acero carbono con electrodos básicos (UF1624)* [en línea]. Murcia: Cano Pina, 2017. [Consulta: 1 mayo 2022]. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/senavirtualsp/detail.action?docID=5349509>.

DEWALT, 2021. *DEWALT* [en línea]. Dewalt, [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <http://www.dewaltcenter.com.ec/catalogo/files/extfile/DownloadURL.pdf>

DIPAC. 2020. *Dipac productos de acero* [en línea]. Dipac, [Consulta: 02 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.dipacmanta.com/Catalogos-descargas/catalogo-2020>

DIPAC. 2022. *Dipac productos de acero* [en línea]. Dipac, [Consulta: 03 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.dipacmanta.com/Catalogos-descargas/catalogo-2022>

ENTRENA, F. *UF1674: Soldadura MAG de estructuras de acero al carbono (2a. ed.)* [en línea]. Málaga, España: IC Editorial, 2019. [Consulta: 16 mayo 2022] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/117771>

ESAB, 2020. *Catálogo de equipos para soldadura y corte* [en línea]. Esab, [Consulta: 17 mayo 2022]. Disponible en: <https://pdf.directindustry.es/pdf/esab-18224.html>

EVANS, U. y COMPANY, J. *Corrosiones metálicas* [en línea]. Barcelona: Editorial Reverté, 2018. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/105682>

FIALLOS, Jhoe. Influencia de la soldadura semiautomática Gtaw en la microestructura y propiedades mecánicas de juntas soldadas de aluminio A1200-H14 usado en la industria carrocera. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. 2020. pp. 14-15 [Consulta: 28-04-2022]. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/15563/1/15T00791.pdf>

GUILCASO, Cristian. Análisis de recubrimientos anticorrosivos aplicado al acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA) ASTM A 1011 GR 50 y su incidencia en la tasa de corrosión para aplicaciones en la industria metalmecánica [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato, Ambato. pp. 12. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30605/1/Maestr%c3%ada%20D.M.%2006%20-%20Guilcaso%20Molina%20Cristian%20Orlando.pdf>

INDURA, 2020. *Electrodos Para Aceros Al Carbono* [en línea]. Soldadura INDURA, [Consulta: 16 mayo 2022]. Disponible en: www.cryogas.com.co/content/storage/co/biblioteca/be9c677c9a414e56b688f4013da62d07.pdf.

IPAC, 2019. *Catalogo IPAC* [en línea]. Duferco Group, [Consulta: 07 mayo 2022] Disponible en: http://www.ipac-acero.com/revista-digital/CatalogoIPAC_2019.pdf

IZQUIERDO, José y MERMA, Rildo. Analisis sismico de una estructura de cubierta diseñado para el estadio Municipal de Calana. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Privada de Tacna, Tacna. 2021. pp. 1-135. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2028>.

LEMA, Bryan. "Análisis de la soldadura SMAW y sus aplicaciones". *ReserchGate* [en línea], 2021, pp. 3-13. [Consulta: 22 Abril 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/350735369_Analisis_de_la_soldadura_SMAW_y_sus_aplicaciones_Revision_Sistemica_de_la_literatura_Analysis_of_SMAW_welding_and_its_applications

LINARES, M. *La corrosion atmosferica del acero al carbono en ambientes costeros* [en línea]. Madrid, España: CSIC, 2018. [Consulta: 21 abril 2022]. Disponible en:

<https://elibro.net/es/lc/universidadcomplutense/titulos/41921>

LINCOLN, 2020. *Electrodo revestido (SMAW)* [en línea]. Lincoln electric. [Consulta: 17 noviembre 2022]. Disponible en: https://www.lincolnelectric.com/assets/global/Products/Consumable_StickElectrodesMildandLowAlloySteels-BajoHidrogeno-E7018/E7018_es-co.pdf.

NEC-SE-AC: 2014. *Norma Ecuatoriana de la Construcción, Estructuras de Acero.*

NEC-SE-HM: 2014. *Norma Ecuatoriana de la Construcción, Estructuras de Hormigón Armado.*

NORTON, 2020. *Discos de corte y desbaste Discos* [en línea]. NORTON, [Consulta: 07 mayo 2022]. Disponible en: https://www.nortonabrasives.com/sgacommon/files/document/discos_de_corte_y_desbaste_0

NOVACERO, 2022. *Construcción* [en línea]. NOVACERO, [Consulta: 08 mayo 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/31666315/CATALOGO_PRODUCTOS_NOVACERO

NTE INEN 2244:2016. *Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificaciones. Bordillos y pasamanos. Requisitos.*

NTE INEN 2249: 2016. *Accesibilidad de las personas al medio físico. Circulaciones verticales. Escaleras. Requisito.*

NTE INEN 2309: 2018. *Accesibilidad de Personas al medio físico. Puertas. Requisito.*

ODEBIYI, Oluwasegu, ADEDAYO, Segun, TUNJI, Lawal and ONUORAH, Martins. "A review of weldability of carbon steel in arc-based welding processes". *Cogent Engineering* [en línea], vol. 6, no. 1. ISSN 23311916. DOI 10.1080/23311916.2019.1609180. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1609180>

PRODALAM, 2019. *Catálogo Fijaciones* [en línea]. BEKEART, [Consulta: 18 mayo 2022]. Disponible en: https://www3.prodalam.cl/wp-content/uploads/2019/01/catalog_fijaciones.pdf

SÁNCHEZ, R. y LUCAS, B. *Corrosión* [en línea]. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2018. [Consulta: 29 abril 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/57467>

SERRATO, Juan and RUIZ, Alberto. "Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología". *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo* [en línea], 2016, vol. 9, no. 17, pp. 49. [Consulta 2022-04-19] ISSN 2007-5979. Disponible en: <http://www.mundonano.unam.mx/ojs/index.php/nano/article/view/58151/51462>

SSPC, "Especificación para la aplicación de pintura No.1" *Revisiones Editoriales* [en línea], 2004. [Consulta 2022-04-28]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/484178302/SSPC-PA2-especif-para-aplicacion-de-pintura#>

STTASA, 2020. *Catálogo compresores* [en línea]. STTASA, [Consulta: 13 mayo 2022]. Disponible en: <http://www.catalogo.sitasa.com/familias/compresores/2.pdf>

TROGLIA, G. *Estructuras metálicas: proyecto por estados límites* [en línea]. Córdoba: Jorge Sarmiento Editor - Universitas, 2018. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/172522>

TROYA, Cristoper. "Optimización de Estructuras Metálicas y Soldadura" [en línea], 2021, pp. 21. [Consulta: 21 abril 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/350720555>.

VARGAS, F. *Terminología empleada en soldadura y especificaciones técnicas de los consumibles*[en línea]. Cano Pina, 2022. [Consulta: 02 junio 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/225349>.

VARGAS, Walter., Análisis Comparativo de los Tipos de Soldaduras Mig Mag y la Soldadura 6011 en la Obra de Construcción del Coliseo del Distrito de Lamas – Provincia de Lamas - Región San Martín – 2018. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad César Vallejo, Nuevo Chimbote, Perú. 2018. pp. 168 [Consulta: 29 abril 2022]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23779/vargas_pw.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ZAMBRANO, Luis. Desarrollo de un software para el diseño de vigas y columnas metálicas de

acero conforme a la normativa AISC 360-16 [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría)
Universidad Técnica de Ambato, Ambato. [Consulta: 30 abril 2022]. ISBN 978-9978-978-16-0.
Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12640>

ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A 36




ACERO ESTRUCTURAL
ACERO ASTM A36




- 1. Descripción:** Acero al carbono estructural conocido como hierro negro, de calidad estructural para el uso en puentes y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas.
- 2. Normas involucradas:** ASTM A 36/A 36M - 04
- 3. Propiedades mecánicas:**
Esfuerzo a la fluencia mínimo: 250 MPa (36300 PSI)
Esfuerzo a la tensión: 400 – 550 MPa (58000 – 79800 PSI)
Elongación mínima en 50 mm (2"): 23%
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
- 4. Propiedades físicas:** Densidad 7.85 g/cm³ (0.284 lb/in³)
- 5. Propiedades químicas:**
0.25 – 0.29 % C
0.60 – 1.20 % Mn
0.15 – 0.40 % Si
0.04 % P máx
0.05 % S máx
- 6. Usos:** Para componentes estructurales en general.
- 7. Tratamientos térmicos:** Usualmente a este material no se le da tratamiento térmico debido a que son parte estructural. Puede ser cementado para aumentar la dureza superficial mientras mantiene su núcleo tenaz.

ANEXO B: FICHA TÉCNICA DE ELECTRODO 6011



INDURA 6011

Rev.02-141215



- Electrodo manual para acero al carbono
- Revestimiento celulósico potásico
- Toda posición
- Corriente continua-electrodo positivo o corriente alterna
- Certificado anualmente por ABS y LR.

Clasificaciones:

ASME IIC SFA 5.1/AWS A5.1
E 6011 / E 4311

Características y Campos de usos:

- Electrodo con hierro en polvo en el revestimiento. La rápida solidificación del metal depositado, facilita la soldadura en posición vertical y sobre cabeza
- Es apto para ser ocupado en variadas aplicaciones de soldadura, especialmente en trabajos que se requiera alta penetración
- Aplicaciones típicas se encuentran en cordón de raíz de cañerías, reparaciones generales, estructuras y planchas galvanizadas

Análisis Típico del metal depositado (% en peso)

C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %	Cr, %	Ni, %	Mo, %
0,11	0,41	0,23	0,010	0,017	0,02	0,02	0,01

Propiedades Mecánicas Típicas del Metal Depositado


Tratamiento Térmico	Esf. Fluencia en 0.2%, MPa	Esf. Máx. de Tracción, MPa	Elongación (L=4d), %	E. Absorbida Ch-v
S/T.T	424	495	27	34J a -30° C

Parámetros de Soldadura y Datos

	2.4	3.2	4.0	4.8
Diámetro, mm	2.4	3.2	4.0	4.8
Longitud, mm	300	350	350	350
Int. de Corr., A	40 - 80	80 - 110	110 - 150	150 - 210
Nº elect/Kg	74	34	24	17

Secado




No es necesario

Posición de soldadura  CA-CCEP

Si no encuentra el diámetro o el envase que anda buscando, favor contactarse en Chile con el Centro de Servicio al Cliente INDURA o con su representante local según corresponda.

INDURA 6011

ANEXO C: FICHA TÉCNICA DE ELECTRODO 7018

 <p>INDURA Tecnología a su Servicio</p>	<p>INDURA 7018-RH</p> <p>Rev.01-010412</p>						
<ul style="list-style-type: none"> • Electrodo manual para aceros al carbono • Revestimiento potásico bajo hidrógeno con hierro en polvo • Toda posición • Corriente continua-electrodo positivo • Revestimiento gris • Certificado Anualmente por ABS, LR, GL y NKK 							
Clasificación:							
DIN 1913 E 51 54 B(R)10	ASME IIC SFA 5.1/AWS A5.1 E 7018 / E 4918						
Características y Campos de usos:							
<ul style="list-style-type: none"> - Electrodo de bajo contenido de hidrógeno y resistente a la humedad. - Diseñado para soldaduras que requieren estrictos controles radiográficos en toda posición. Elevada tenacidad incluso a bajas temperaturas. - Aplicaciones típicas: astilleros; plataformas petroleras; cañerías; aceros Cor-Ten, Mayari-R ; Lukens 45 y 50 ; Yoloy y otros aceros estructurales de baja aleación. 							
Análisis Típico del metal depositado (% en peso)							
C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %	Cr %	Ni %	Mo %
0,06	1,05	0,49	0,015	0,010	0,03	0,03	0,01
Propiedades Mecánicas Típicas del Metal Depositado							
Tratamiento Térmico	Esf. Fluencia en 0.2%, MPa	Esf. Máx. de Tracción, MPa	Elongación (L=4d), %	E. Absorbida Ch-v			
S/T.T	445	535	30	130J a – 30°C			
Parámetros de Soldadura y Datos							
Diámetro, mm	2.4	3.2	4.0	4.8			
Longitud, mm	300	350	350	350			
Int.. de Corr., A	70 - 120	120 - 150	140 - 200	200 - 275			
Nº elect/Kg	55	28	20	14			
Secado							
Reacondicionar a 250°C por 2 horas, mantener electrodos en estufas (100°C)							
Posición de Soldadura							CCEP
<small>Si no encuentra el diámetro o el envase que anda buscando, favor contactarse en Chile con el Centro de Servicio al Cliente INDURA o con su representante local según corresponda.</small>			INDURA 7018-RH				
INDURA S.A. – Centro de Servicio al Cliente 600 600 3030 – www.indura.net							



SPOTCHECK®

FICHA TÉCNICA

SKL-SP1 PENETRANTE PARA REMOCIÓN CON SOLVENTE

Clasificación: Tipo 2, Método C

Descripción general:

El Spotcheck SKL-SP1 es un penetrante para remoción con solvente (o para emulsionarse posteriormente) de contraste rojo. El SKL-SP1 presenta características sobresalientes de penetración brindando máxima confiabilidad en la localización de defectos y discontinuidades abiertas a la superficie. El SKL-SP1 se puede utilizar en todo el espectro de aplicaciones industriales en las que el sistema de inspección por líquidos penetrantes visibles cumple con los requerimientos para la detección de defectos abiertos a la superficie. El SKL-SP1 también se ha utilizado con éxito en cerámicas no porosas y materiales similares. El SKL-SP1 no se recomienda para la inspección de materiales plásticos ya que podría manchar, suavizar o incluso derretir el material de base que se esté probando.

Aplicaciones:

Soldaduras, forjas, recipientes a presión, piezas de fundición, metales en general, pruebas de filtración, construcción de centrales eléctricas.

Composición: El SKL-SP1 está compuesto de una mezcla de destilados de petróleo, un plastificante y un tinte orgánico rojo soluble en aceite.

Propiedades típicas (no es una especificación):

Color:	Rojo oscuro
Olor:	Suave, aceitoso.
Punto de inflamación (flash point):	Mínimo 93 °C
Corrosión:	Cumple con requerimientos AMS 2644
Densidad:	0.85 g/ml
Viscosidad a 38 °C	3.3 centistokes
Contenido de azufre:	Menos de 300 ppm
Contenido de cloro:	Menos de 300 ppm

Método de aplicación:

El SKL-SP1 se puede aplicar mediante: aerosol, inmersión de la pieza, fluido, brocha, aspersión convencional o electrostática.

MAGNAFLUX®
A Division of Illinois Tool Works Inc.

ANEXO E: FICHA TÉCNICA DE NDT PENETRANTE



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

SPOTCHECK® DEVELOPER SKD-S2

1. IDENTIFICACIÓN

Empresa: MAGNAFLUX
Dirección: 3624 West Lake Avenue, Glenview, Illinois 60025
Teléfono: 847-657-5300 (Número para urgencias fuera del horario de atención al público - CHEMTREC - 1-800-424-9300).
Uso del producto: Revelador para inspección por líquido penetrante
Envases: Tambor de 3.8 l (1 gal), cubetas de 19 l (5 gal), tambores de 208 l (55 gal), aerosol
Clasificación NFPA: Salud 1, inflamabilidad 3 (aerosol: 4), reactividad 0
PIH (Canada): GN 1535
Fecha de revisión: 26 de octubre de 2004

2. INGREDIENTES PELIGROSOS

Ingrediente	Peso / % en peso	N° CAS	TLV	PEL	LD ₅₀	LC ₅₀
2-propanol (isopropanol)	40-70	67-63-0	400 ppm	400 ppm	3.6 g/kg (oral/ratón)	No disp.
2-propanona (acetona)	10-30	67-64-1	750 ppm	750 ppm	6 g/kg (oral/rata)	No disp.
Isobutano (propulsor)	30	75-28-5	No disp.	1000 ppm	No disp.	No disp.
Talc	1-3	14807-96-6	No disp.	2 mg/lme	No disp.	No disp.

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

GENERALIDADES PARA URGENCIAS
Aerosol y líquido blanco sumamente inflamables. En lugares sin ventilación, los vapores de rápida evaporación pueden alcanzar niveles peligrosos en poco tiempo.

CONSECUENCIAS POTENCIALES PARA LA SALUD Y SIGNOS Y SÍNTOMAS DE EXPOSICIÓN AL PRODUCTO:

Contacto con la piel: Puede producir irritación al eliminar aceites naturales de la piel debido a exposiciones largas o repetidas.
Ojos: Irritante, pero no daña el tejido ocular.
Inhalación: Provoca mareos y náuseas.
Ingestión: Insignificantes en cantidades pequeñas (trago o bocado).
Enfermedades que pueden agravarse por exposición al producto: Ninguna

4. PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con la piel: Lave bien con agua y jabón. Use loción balsámica.
Ojos: Enjuague con abundante agua debajo de los párpados superiores e inferiores.
Inhalación: En caso de mareos o náuseas, lleve a la persona afuera para que tome aire fresco.
Ingestión: No induzca el vómito. La ingestión accidental de un bocado o trago no debería causar daños significativos.
NOTA: En todos los casos graves, llame a un médico de inmediato. Los operadores telefónicos locales pueden darle el número del centro regional de toxicología.

5. REACCIONES DE EMERGENCIA

Condiciones de inflamabilidad: A granel y en aerosol: Arde si se usa cerca de llamas, arcos eléctricos u otras fuentes combustibles.
Punto de inflamabilidad: -16°C (2°F) (punto de inflamabilidad en cubo cerrado Pensky-Martens).
Límites de inflamabilidad en el aire: Entre 2% y 15%
Medios extintores: Dióxido de carbono, espuma, agua.
Procedimientos extintores especiales: Mantenga frescos los contenedores por medio de aspersión de agua.
Productos peligrosos de la combustión: Hollín, óxidos de carbono.
Riesgos inusuales de incendio: Los envases de aerosoles pueden explotar si se los expone a temperaturas superiores a los 54°C (130°F) y avivar el incendio existente.

6. MEDIDAS PARA EMISIONES ACCIDENTALES

Cerrar o retirar las fuentes de combustión. Seque o limpie con material absorbente. (Para obtener información sobre la eliminación de residuos, consulte la Sección 13.)

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Evite respirar los vapores. Evite el contacto con los ojos. Evite el contacto prolongado o repetido con la piel. Guarde el producto lejos de fuentes de calor. No asperje el producto cerca de llamas o arcos eléctricos.

(SKD-S2)

SPOTCHECK®

FICHA TÉCNICA

SKD-S2 REVELADOR NO ACUOSO

Descripción general:

El SKD-S2 es una suspensión de partículas blancas en un solvente de secado rápido lista para usarse. El SKD-S2 produce una capa blanca opaca que proporciona un excelente fondo de contraste para las indicaciones de los penetrantes SPOTCHECK o ZYGLO. El SKD-S2 está formulado especialmente para ser bajo en azufre y halógenos y contiene hidrocarburos no clorados.

Composición:

El SKD-S2 consiste de una mezcla de partículas inertes inorgánicas y agentes activos en la superficie que son suspendidos en una mezcla de solventes que incluyen alcohol isopropílico y acetona.

Propiedades típicas (no es una especificación):

Punto de inflamación (flash point):	2 °F (-16.5 °C) (PMCC)
Densidad:	7.3 lb//gal (875 g/l)
Corrosión:	No corrosivo
Capa:	Película blanca, opaca.
Contenido de azufre:	Menos de 1000 ppm
Contenido de cloro:	Menos de 1000 ppm

Método de aplicación:

En reposo, las partículas del revelador se asentarán y deberán volverse a poner en suspensión antes de aplicar. El SKD-S2 debe aplicarse sólo por aspersion ya que por inmersión y con brocha provocará actividad excesiva del solvente del penetrante en las discontinuidades. El SKD-S2 se puede aplicar en aerosol o con pistola de aspersion convencional. Los reveladores se deben aplicar sólo después de haber retirado el exceso de penetrante de la superficie de prueba y que el medio de limpieza se haya secado (solvente SKC-S, solvente SKC-HF o agua). Los reveladores no acuosos deberán aplicarse rociando finas capas uniformes que apenas mojen la superficie. Si el rocío es demasiado húmedo provocará que las indicaciones suden demasiado y se escurran, mientras que si el rocío es demasiado seco esto provocará que las indicaciones se produzcan muy lentamente y una posible pérdida de la sensibilidad general por la poca actividad del solvente. El recubrimiento deberá ser una capa blanca relativamente delgada y uniforme. La formula única del SKD-S2 permite que una fina capa esconda imperfecciones de la superficie que podrían interferir con la interpretación de las indicaciones. Para este efecto no se requiere de una capa gruesa, más aún esta es poco deseable, ya que podría ocultar las indicaciones. El SKD-S2 se verá en forma de líneas rojas y porosidad en forma de manchas. La existencia de un color general rojizo o una capa rosa de revelador indica que no se eliminó completamente el penetrante.

Conformidad con la norma:

AMS 2644, MIL-STD-271, MIL-STD-2132, AECL, Código ASME para calderas y recipientes a presión, sección V, Boeing PS-21202, AMS 2647, ASTM E1417, ASTM E165, NAVSEA 250-1500-1, Boeing BAC 5423, GE P50YP107.

MAGNAFLUX®

A Division of Illinois Tool Works Inc.
Ficha Técnica del SKD-S2

Page 1

Revisión 05/01/2005

ANEXO G: COMPRA DEL ACERO ESTRUCTURAL

13



VERA VALLADARES KLEVER HERNAN
COMERCIAL VERA
 AV PEDRO VICENTE MALDONADO E IGNACIO FLORES
 RUC: 0601598196001

CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCION 474

Cantidad	Descripción	Pre. Uni	Pre. Tot
3.00	COR 200 X 2 MM	40.46	121.37
2.00	COR 150 X 2 MM	34.07	68.14
4.00	TR C 1 1/2 X 2 MM	15.89	63.57
2.00	TR C 1 1/4 X 2 MM	13.10	26.20
1.00	TR C 1 X 2 MM	10.30	10.30
1.00	PL 2 X 1/8	9.94	9.94
SUBTOTAL GDO:			299.52
SUBTOTAL 0%:			0.00
DESCUENTO:			0.00
SUBTOTAL Sin Impuestos:			299.52
IVA:			35.94
VALOR TOTAL:			335.46

Observación:

CLIENTE: LEMA CHUQUI DARWING FABIAN
 CED/RUC: 0503494940
 DIRECCION: LATACUNGA

FACTURA Nro: 002-010-000023223
 Fecha Emisión: 2022-06-02 09:31:43.47232
 Revise su factura electrónica ingresando a
www.mifactura.com.ec/minegocioportal/
 Usuario: 0503494940

Código de barras: 0503494940
 Vendedor: CRISTINA CHIRIBOSA
 Forma Pago: Efectivo
 Número Autorización:
 02062022010601598196001200201000002322397092
 50914

ENTREGADO
 02 JUN 2022

02/06/2022 9:31 AM

ANEXO H: FACTURA DE LA ADQUISICIÓN DEL ACERO

10

COMERCIAL VERA
VERA VALLADARES KLEVER HERNAN
COMERCIAL VERA
AV PEDRO VICENTE MALDONADO E IGNACIO FLORES
RUC: 0601598196001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCION 474

Cantidad	Descripción	Pre. Unif	Pre. Tot
10.00	AL 1 X 2 MM	6.02	60.18
2.00	ARM 4 X 15 X 15	30.77	61.54
0.50	PLN ANT 2 MM	75.02	37.51
3.00	TREC1 1/2" 3/4"2	16.57	49.71
2.00	TC C 1 1/2 X 2 MM	22.10	44.20
11.00	SUE SOLDEX LB	1.38	15.22
SUBTOTAL GDO:			268.36
SUBTOTAL 0%:			0.00
DESCUENTO:			0.00
SUBTOTAL Sin Impuestos:			268.36
			32.20
VALOR TOTAL:			300.56

Observación:

CLIENTE: LEMAY CHUQUI DARWING FABIAN
CED/RUC: 0503494940
DIRECCION: LATACUNGA
FACTURA Nro: 002-010-000022817
Fecha Emisión: 2022-05-24 09:22:43.602288
Revise su factura electrónica ingresando a:
www.mifacturacion.com.ec/minigochportal/
Usuario: 0503494940
Contraseña: 0503494940
Vendedor: CRISTINA CHIRIBOGA
Forma Pago: Efectivo
Número Autorización:
24052022010601598196001200201000002281739768
92316

24/05/2022 9:22 AM

ANEXO I: COSTOS DEL MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN

5



VERA VALLADARES KLEVER HERNAN
 .COMERCIAL VERA
 AV PEDRO VICENTE MALDONADO E IGNACIO FLORES
 RUC: 0601598196001

CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCION 474

Cantidad	Descripción	Pre. Uni	Pre. Tot
7.00	AL 1 X 2 MM	6.02	42.13
2.00	TREC 40*80*2	33.50	67.00
4.00	CANAL 50 X 2 MM	12.56	50.25
6.00	TREC1 1/2*3/4*1.5	12.60	75.59
2.50	PLN ANT 2 MM	75.02	187.54
2.00	ARM 4 X 15 X 15		55.54
SUBTOTAL GDO			478.05
SUBTOTAL 0%			0.00
DESCUENTO:			0.00
SUBTOTAL Sin Impuestos			478.05
IVA:			57.37
VALOR TOTAL:			535.41

Observación

ENTREGADO 05 MAY 2022

CLIENTE: LEMA-CHUQUI DARWING FABIAN
 CED/RUC: 0503494940
 DIRECCION: LATACUNGA

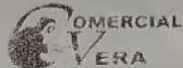
FACTURA Nro: 002-010-000021972
 Fecha Emisión: 2022-05-05 09:47:27.359851
 Revise su factura electrónica ingresando a
www.mifactoracion.com.ec/minegocioportal/

Usuario: 0503494940
 Contraseña: 0503494940
 Vendedor: CRISTINA CHIRIBOGA

Forma Pago: Efectivo
 Número Autorización:
 05052022010601598196001200201000002197266227
 01019

05/05/2022 9:47 AM

ANEXO J: COSTOS DE ADQUISICIÓN DEL ACERO ESTRUCTURAL


COMERCIAL VERA
 VERA VALLADARES KLEVER HERNAN
 COMERCIAL VERA
 AV PEDRO VICENTE MALDONADO E IGNACIO FLORES
 RUC: 0601598196001
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCION 474

Cantidad	Descripcion	Pre. Uni	Pre. Tot
7.00	TREC 100*50*2	42.35	296.44
5.00	DURAMIL DE 4.20	20.82	104.11
5.00	COR 60 X 2 MM	17.00	85.00
11.00	SUE SOLDEX LB	1.38	15.22
100.00	TORN AUTOPERF 3/4 MET	0.02	2.20
1.00	PUN ANT NEGRO MAT GL (1015A)	13.21	13.21
16.00	DES L	0.40	6.43
5.00	DIS COR NORTON 4 1/2	1.14	5.72
1.00	DIS PUL NORTON 4 1/2	1.65	1.65
SUBTOTAL GDO:			529.98
SUBTOTAL 0%:			0.00
DESCUENTO:			0.00
SUBTOTAL Sin Impuestos:			529.98
IVA:			63.60
VALOR TOTAL:			593.58

Observaciones:

CLIENTE: LEMA CHUQUI DARRWING FABIAN
 CED/RUC: 0503494940
 DIRECCION: LA TUNGUA
FACTURA No. 002-010-000021323
 Fecha Emision: 2022-04-20 15:01:51.719928
 Revise su factura electronica ingresando a:
www.mifacturacion.com.ec/minegocioportal/
 Usuario: 0503494940
 Contraseña: 0503494940
 Vendedor: CRISTINA CHIRIBOGA
 Forma Pago: Efectivo
 Numero Autorización:
 20042022010601598196001200
 05618

2132347706
 2022 01 PM

ANEXO K: FACTURA DE PINTURA ANTICORROSIVA Y DISCO DE CORTE

7

FERRETERIA OLMEDO
 OLMEDO TELLO EDUARDO MATIAS
 Dirección: Gruta de Lourdes Milton Reyes y Sergio Quirola
 Teléfono: (03) 2306-200 / Riobamba - Ecuador
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

RUC. 0604838557001
FACTURA
 N° 001-001-000 003819
 AUT. SRI. 1129536631

Lugar y Fecha de Emisión: **Riobamba, 2022-05-10**

Cliente: **LEMA CHUQUI DARWIN FABIAN**

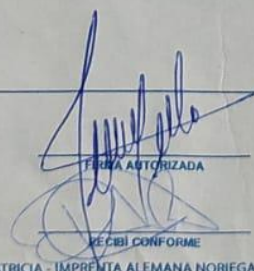
Dirección: **LATACUNGA** Guía de Remisión: _____

RUC./CI: **0503494940** Teléfono: **0979183096**

CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
1.00	UNIDAS_ANTIC. IND. NEGRO MATE 6L	14.42	14.42
4.00	THINNER 200 LT	1.79	7.14
2.00	3M_DISCO CORTE METAL 4 1/2"	1.12	2.24
2.00	INGCO_DISCO CORTE METAL 4 1/2"	0.80	1.60
1.00	NORTON_DISCO CORTE METAL 4 1/2" X	1.29	1.29

FORMA DE PAGO

ELECTIVO	
DINERO ELECTRONICO	
TARJETA DE CREDITO DEBITO	
OTROS	


 FIRMA AUTORIZADA
 RECIBI CONFORME

SUB-TOTAL	26.70
IVA TARIFA 0 %	0.00
IVA TARIFA 12 %	26.70
IMPORTE DEL IVA	3.20
TOTAL USD	29.90

MERINO VILLALBA SONIA PATRICIA - IMPRENTA ALEMANA NORIEGA - RUC: 0602649360001 - AUTORIZACIÓN SRI. 2164 DEL 003501 AL 004500 / FECHA DE AUTORIZACIÓN: 19 / FEBRERO / 2021 - VÁLIDO PARA SU EMISIÓN HASTA: 19 / FEBRERO / 2023

ORIGINAL - ADQUIRENTE / IVA, COPIA AMARILLA: EMISOR / ZDA, COPIA VERDE SIN DERECHO A CREDITO TRIBUTARIO

ANEXO L: COMPRA DEL MATERIAL ESTRUCTURAL

74

FERRETERIA OLMEDO
 OLMEDO TELLO EDUARDO MATIAS
 Dirección: Gruta de Lourdes Milton Reyes y Sergio Quirola
 Teléfono: (03) 2306-200 / Riobamba - Ecuador
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

RUC. 0604838557001
FACTURA
 N° 001-001-000 003945
 AUT. SRI. 1129536631

Lugar y Fecha de Emisión: **Riobamba, 2022-06-02**

Cliente: **EDWIN MOLINA**
 Dirección: **LATACUNGA**
 RUC./CI.: **1752101848** Teléfono: **0995601092** Guía de Remisión: _____

CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
1.00	UNIDAS_ANTI. IND. NEGRO MATE 6L	14.42	14.42
10.00	DISCO_DISCO CORTE METAL 4 1/2"	0.75	7.50
4.00	THINNER 200 LT	1.75	7.14

COMERCIAL OLMEDO
CANCELADO

FORMA DE PAGO

EFECTIVO	
DINERO ELECTRÓNICO	
TARJETA DE CREDITO DEBITO	
OTROS	

[Firma]
 FIRMA AUTORIZADA
[Firma]
 RECIBI CONFORME

SUB-TOTAL **29.15**
 IVA TARIFA 0 % **0.00**
 IVA TARIFA 12 % **29.15**
 IMPORTE DEL IVA **3.50**
 TOTAL USD **32.65**

MERINO VILLALBA SONIA PATRICIA - IMPRENTA ALEMANA NORIEGA - RUC: 0602649360001 - AUTORIZACIÓN SRI 2164 DEL 003501 AL 004500 / FECHA DE AUTORIZACIÓN: 19 / FEBRERO / 2021 - VÁLIDO PARA SU EMISIÓN HASTA: 19 / FEBRERO / 2023

ORIGINAL: ADQUIRENTE / IVA: COPIA AMARILLA: EMISOR / IVA: COPIA VERDE SIN DERECHO A CREDITO TRIBUTARIO

ANEXO M: FACTURA DE THINER Y WAIFE PARA LIMPIEZA DEL ACERO

3

**CONTRIBUYENTE
REGIMEN RIMPE**

FERRETERIA OLMEDO
OLMEDO TELLO EDUARDO MATIAS
Dirección: Gruta de Lourdes Milton Reyes y Sergio Quirola
Teléfono: (03) 2306-200 / Riobamba - Ecuador
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

RUC. 0604838557001
FACTURA
Nº: 001-001-000 003725
AUT. SRI. 1129536631

Lugar y Fecha de Emisión: **Riobamba, 2022-04-20**

Cliente: **LEMA CHUQUI DARWIN FABIAN**

Dirección: **LATACUNGA**

RUC./CI.: **0503494940**

Guía de Remisión.: **0979183096**

Teléfono: **0979183096**

CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
6.00	THINER 200 LT	1.79	14.29
2.00	HILLO_WAIFE	0.89	1.79

CANCELADO
COMERCIAL "OLMEDO"

ORIGINAL: ADQUIRENTE / 1PA. COPIA AMARILLA: EMISOR / 2DA. COPIA VERDE SIN DERECHO A CREDITO TRIBUTARIO

FORMA DE PAGO			
ELECTIVO		SUB-TOTAL	16.07
DINERO ELECTRONICO		IVA TARIFA 0 %	0.00
TARJETA DE CREDITO DEBITO		IVA TARIFA 12 %	16.07
OTROS		IMPORTE DEL IVA	1.93
		TOTAL USD	18.00

FIRMA AUTORIZADA

RECIBI CONFIRMA

MÉRINO VILLALBA SONIA PATRICIA - IMPRENTA ALEMANA NORIEGA - RUC: 0602649360001 - AUTORIZACIÓN SRI. 2164 DEL 003501.AL.004500 / FECHA DE AUTORIZACIÓN: 19 / FEBRERO / 2021 - VÁLIDO PARA SU EMISIÓN HASTA: 19 / FEBRERO / 2023

ANEXO N: COMPRA DE PINTURA Y DISCOS DE CORTE / DESBASTE.

7

FERRETERIA OLMEDO
 OLMEDO TELLO EDUARDO MATIAS
 Dirección: Gruta de Lourdes Milton Reyes y Sergio Quirola
 Teléfono: (03) 2306-200 / Riobamba - Ecuador
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

RUC. 0604838557001
FACTURA
 N° 001-001-000 003819
 AUT. SRI. 1129536631

Lugar y Fecha de Emisión: **Riobamba, 2022-05-10**

Cliente: **LEMA CHUQUI DARWIN FABIAN**

Dirección: **LATACUNGA** Guía de Remisión: _____

RUC./CI: **0503494940** Teléfono: **0979183096**

CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
1 00	UNIDAS_ANTIC. IND. NEGRO MATE 6L	14.42	14.42
4 00	THINNER 200 LT	1.79	7.14
2 00	3M_DISCO CORTE METAL 4 1/2"	1.12	2.23
2 00	INGCO_DISCO CORTE METAL 4 1/2"	0.80	1.61
1 00	NORTON_DISCO CORTE METAL 4 1/2" X	1.29	1.29

ORIGINAL - ADQUIRENTE / IVA - COPIA AMARILLA - EMISOR / ZDA - COPIA VERDE SIN DERECHO A CREDITO TRIBUTARIO

FORMA DE PAGO		
EFFECTIVO		
DINERO ELECTRONICO		
TARJETA DE CREDITO DEBITO		
OTROS		

FORMA DE PAGO

RECIBI CONFORME

FIRMA AUTORIZADA

SUB-TOTAL **26.70**
 IVA TARIFA 0 % **0.00**
 IVA TARIFA 12 % **26.70**
 IMPORTE DEL IVA **3.20**
 TOTAL USD **29.90**

MERINO VILLALBA SONIA PATRICIA - IMPRENTA ALEMANA NORIEGA - RUC: 0602649360001 - AUTORIZACIÓN SRI. 2164 DEL 003501 AL 004500 / FECHA DE AUTORIZACIÓN: 19 / FEBRERO / 2021 - VÁLIDO PARA SU EMISIÓN HASTA: 19 / FEBRERO / 2023

ANEXO O: ADQUISICIÓN DE BISAGRAS PARA PUERTAS.

8

FERRETERIA OLMEDO
 OLMEDO TELLO EDUARDO MATIAS
 Dirección: Gruta de Lourdes Milton Reyes y Sergio Quirola
 Teléfono: (03) 2306-200 / Riobamba - Ecuador
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

RUC. 060483857001
FACTURA
 N° 001-001-000 003833
 AUT. SRI. 1129536631

Lugar y Fecha de Emisión: **Riobamba, 2022-05-11**

Cliente: **LEMA CHUQUI DARWIN FABIAN**

Dirección: **LATACUNGA** Guía de Remisión:

RUC./CI.: **0503494940** Teléfono: **0979183096**

CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
3.50	BISAGRA TORNEADA 5/8 X 2"	1.43	5.00
1.00	ABRID_ GRASA LITIO SINTETICA PASTA	1.88	1.88

FORMA DE PAGO

EFECTIVO	
DINERO ELECTRONICO	
TARJETA DE CREDITO DEBITO	
OTROS	

[Firma Autorizada]
 FIRMA AUTORIZADA

[Firma Recibido]
 RECIBI CONFORME

SUB-TOTAL **6.88**

IVA TARIFA 0% **0.00**

IVA TARIFA 12% **6.88**

IMPORTE DEL IVA **0.83**

TOTAL USD **7.70**

MERINO VILLALBA SONIA PATRICIA - IMPRENTA ALEMANA NORIEGA - RUC: 0602649360001 - AUTORIZACIÓN SRI. 2164 DEL 003501 AL 004500 / FECHA DE AUTORIZACIÓN: 19 / FEBRERO / 2021 - VÁLIDO PARA SU EMISIÓN HASTA: 19 / FEBRERO / 2023

ORIGINAL: ADQUIRENTE / 1RA. COPIA AMARILLA: EMISOR / 2DA. COPIA VERDE: SIN DERECHO A CREDITO TRIBUTARIO

ANEXO P: FACTURA POR LA COMPRA DE DISCO DE CORTE.

9

FERRETERIA OLMEDO
 OLMEDO TELLO EDUARDO MATIAS
 Dirección: Gruta de Lourdes Milton Reyes y Sergio Quirola
 Teléfono: (03) 2306-200 / Riobamba - Ecuador
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

**CONTRIBUYENTE
REGIMEN RIMPE**

RUC. 0604838557001

FACTURA

N°: 001-001-000 003866

AUT. SRI. 1129536631

Lugar y Fecha de Emisión: **Riobamba, 2022-05-17**

Cliente: **EDWIN MOLINA**

Dirección: **LATACUNGA** Guía de Remisión: _____

RUC./CI.: **1752101848** Teléfono: **0995601092**

CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
8.00	DISCO DISCO CORTE METAL 4 1/2"	0.78	6.25

FORMA DE PAGO

EFECTIVO	
DINERO ELECTRONICO	
TARJETA DE CREDITO DEBITO	
OTROS	


 FIRMA AUTORIZADA


 RECEBI CONFIRME

SUB-TOTAL	6.25
IVA TARIFA 0 %	0.00
IVA TARIFA 12 %	6.25
IMPORTE DEL IVA	0.75
TOTAL USD	7.00

MERINO VILLALBA SONIA PATRICIA - IMPRENTA ALEMANA NORIEGA - RUC: 0602649360001 - AUTORIZACION SRI 2164
 DEL 003501 AL 004500 / FECHA DE AUTORIZACION: 19 / FEBRERO / 2021 - VALIDO PARA SU EMISION HASTA: 19 / FEBRERO / 2023

ORIGINAL - ADQUIRENTE / IVA. COPIA AMARILLA - EMISOR / ZONA. COPIA VERDE SIN DERECHO A CREDITO TRIBUTARIO

ANEXO Q: COMPRA DE ELECTRODO 7018 Y DISCO DE CORTE/ DESBASTE

FERRETERIA OLMEDO
 OLMEDO TELLO EDUARDO MATIAS
 Dirección: Gruta de Lourdes Milton Reyes y Sergio Quirola
 Teléfono: (03) 2306-200 / Riobamba - Ecuador
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

**CONTRIBUYENTE
 REGIMEN RIMPE**
 RUC. 0604838557001
FACTURA
 N° 001-001-000 003894
 AUT. SRI. 1129536631

Lugar y Fecha de Emisión: **Riobamba, 2022-05-24**

Cliente: **EDWIN MOLINA**
 Dirección: **LATACUNGA**
 RUC./CI.: **1752101848**

Guía de Remisión.:
 Teléfono: **0995601092**

CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
1.00	LINCOLN ELECTRODO 7018	2.46	2.46
2.00	NORTON DISCO DESBASTE ACERO	1.79	3.57
10.00	INGCO DISCO CORTE METAL 4 1/2"	0.74	7.34

FORMA DE PAGO

ELECTIVO	
DINERO ELECTRONICO	
TARJETA DE CREDITO DEBITO	
OTROS	

 FIRMA AUTORIZADA

 RECIBI CONFORME

SUB-TOTAL **13.62**
 IVA TARIFA 0% **0.00**
 IVA TARIFA 12% **13.62**
 IMPORTE DEL IVA **1.63**
 TOTAL USD **15.25**

MERINO VILLALBA SONIA PATRICIA - IMPRENTA ALEMANA NORIEGA - RUC: 0602649360001 - AUTORIZACION SRI 2164 DEL 003501 AL 004500 / FECHA DE AUTORIZACION: 19 / FEBRERO / 2021 - VALIDO PARA SU EMISION HASTA: 19 / FEBRERO / 2023

ORIGINAL: ADQUIRENTE / IVA: COPIA AMARILLA: EMISOR / ZDA: COPIA VERDE: SIN DERECHO A CREDITO TRIBUTARIO

ANEXO R: FACTURA POR LA COMPRA DE CEMENTO

12



OCAÑA OCAÑA VILMA HORTENCIA
FERRETERÍA
“DON GATO”

Dirección: Av. 11 de Noviembre C-06 entre Manuel Zambrano y Milton Reyes
(Cdla. 13 de abril) Cel: 0967986401 - 0999278157
Riobamba - Ecuador

R.U.C: 0603466442001 "Contribuyente Régimen Microempresas"

Lugar y Fecha: *Riobamba 2022-05-31*

Sr.(es): *Daniel Molona*

Ruc./Cl.: *1752101848* **Telf:** _____

Dirección: *Riobamba*

FACTURA 001-001-000
Nº 023795

Aut. SRI.: 1129197879

Cant.	DESCRIPCIÓN	P.Unit	P.Total
<i>2</i>	<i>99 de cemento</i>	<i>7.90</i>	<i>15.80</i>

CONTRIBUYENTE
RÉGIMEN RIMPE

FORMA DE PAGO	EFECTIVO	DINERO ELECTRÓNICO	TARJETA DE CREDITO/DEBITO	OTROS

FIRMA AUTORIZADA



"EMPACK" Angel Marcos Llumán Morocho Telf: 2318277

RECIBI CONFORME



Original: Adquiriente Copia: Emisor Aut. S.R.I. 13641 R.U.C. 0603005398001.
F. de Autorización 15/Diciembre/2021 serie Del 22901 al 23900 F. de Caducidad 15/Diciembre/2022

Sub total	14-11
Tarifa IVA 0%	-
Tarifa IVA 12%	14-11
IMPORTE DEL IVA	1-69
TOTAL	15-80

Documento categorizado NO

ANEXO S: ADQUISICIÓN DEL ACERO ESTRUCTURAL

2

COMERCIAL VERA

VERA VALLADARES KLEVER HERNAN
.COMERCIAL VERA
AV PEDRO VICENTE MALDONADO E IGNACIO FLORES
RUC: 0601598196001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCION 474

Cantidad	Descripción	Pre. Uni	Pre. Tot
38.00	DES PLANCHA PESO	0.58	22.06
SUBTOTAL GDO:			22.06
SUBTOTAL 0%:			0.00
DESCUENTO:			0.00
SUBTOTAL Sin Impuestos:			22.06
IVA:			2.65
VALOR TOTAL:			24.70

Observación

CLIENTE: LEMA-CHUQUI DARWING FABIAN
CED/RUC: 0503494940
DIRECCION: LATAQUA

FACTURA Nro: 002-0000021327
Fecha Emisión: 2020-04-20 15:16:44.298067
Revise su factura electrónica ingresando a:
www.mifacturacion.com.ec/minegocioportal/
Usuario: 0503494940
Contraseña: 0503494940
Vendedor: CRISTINA CHIRIBOGA
Forma Pago: Efectivo
Número Autorización:
2004202201060159819600120020100000213277750096311

20/04/2022 3:16 PM

ENTREGADO 20 ABR 2022

ANEXO T: FACTURA POR LA COMPRA DE PERFILES ESTRCUTURALES

4



VERA VALLADARES KLEVER HERNAN

COMERCIAL VERA

AV PEDRO VICENTE MALDONADO E IGNACIO FLORES

RUC: 0601598196001

CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCION 474

Cantidad	Descripción	Pre. Uni	Pre. Tot
3.00	COR 100 X 2 MM	29.10	87.29

SUBTOTAL GDO: 87.29

SUBTOTAL 0%: 0.00

DESCUENTO: 0.00

SUBTOTAL Sin Impuestos: 87.29

IVA: 10.48

VALOR TOTAL: 97.77

Observación:

CLIENTE: LEMA CHUQUI DARWING FABIAN

CED/RUC: 0503494940

DIRECCION: LATACUNGA

FACTURA Nro: 002-010-000021508

Fecha Emisión: 2022-04-26 09:55:23.107197

Revise su factura electrónica ingresando a
www.manifestaciones.com.ec/minegocioportal/

Usuario: 0503494940

Contraseña: 0503494940

Vendedor: CRISTINA GHIRIBONZA

Forma Pago: Efectivo

Número: 002-010-000021508

2604 2010601598196001206201000002150845255
71717

26/04/2022 9:55 AM

ANEXO U: COMPRA DE PERFIL ESTRUCTURAL.

6

COMERCIAL VERA

VERA VALLADARES KLEVER HERNAN
.COMERCIAL VERA
AV PEDRO VICENTE MALDONADO E IGNACIO FLORES
RUC: 0601598196001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL RESOLUCION 474

Cantidad	Descripción	Pre. Uni	Pre. Tot
5.00	TC C 1 X 2 MM	12.82	64.11
	SUBTOTAL GDO		64.11
	SUBTOTAL 0%		0.00
	DESCUENTO:		0.00
	SUBTOTAL Sin Impuestos:		64.11
	IVA:		7.69
	VALOR TOTAL:		71.80

Observación

ENTREGADO 03 MAY 2022

CLIENTE: LEMA CHUQUI DARWING FABIAN
CED/RUC: 0503494940
DIRECCION: LATACUNGA
FACTURA Nro: 002-010-000021974
Fecha Emisión: 2022-05-05 09:56:14.456230
Revise su factura electronica ingresando a:
www.mifacturacion.com.ec/minegocioportal/
Usuario: 0503494940
Contraseña: 0503494940
Vendedor: CRISTINA CHIRIBOGA
Forma Pago: Efectivo
Numero Autorizacion:
05052022010501598196001200201000002197445829
87013

05/05/2022 9:56 AM