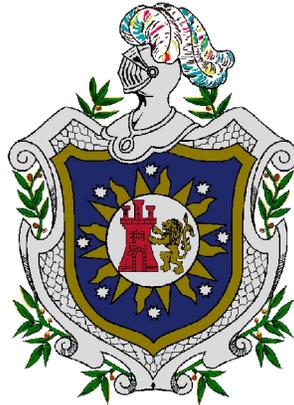


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN-MANAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**DIAGNÓSTICO EN LOS PROCESOS Y OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE
LOS PRODUCTOS METALICOS QUE SE FABRICAN EN LA PLANTA DE
ESTRUCTURAS DE LA EMPRESA INVERSIONES Y NEGOCIOS DE
NICARAGUA S.A. (INDENICSA) EN TIPITAPA EN EL PERIODO DE AGOSTO A
NOVIEMBRE DEL AÑO 2016**

TUTOR: MSC. HÉCTOR JOSÉ GONZÁLEZ SEQUEIRA

**ELABORADO POR: T.S.U. VÍCTOR VLADIMIR CÓRDOBA TENORIO
BR. ELMER EDUARDO CAJINA VELÁSQUEZ**

FECHA DE ENTREGA: 02 DE DICIEMBRE DE 2016

INDICE

CAPITULOS	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Antecedentes	4
1.3. Justificación	5
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo general	6
2.2. Objetivo específico	6
3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	7
4. MARCO REFERENCIAL	10
4.1. Marco teórico	10
4.2. Marco conceptual	14
4.3. Marco temporal	17
4.4. Marco espacial	18
4.5. Marco legal	19
5. PREGUNTAS DIRECTRICES	21
6. DISEÑO METODOLÓGICO	22
6.1. Enfoque de la investigación	22
6.2. Diseño de la investigación	22
6.3. Tipo de investigación	22
6.4. Universo	23
6.5. Población	23
6.6. Muestra	23
6.7. Técnica de recolección de datos	23
6.8. Operacionalización de las variables	24

7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
7.1. Descripción de las condiciones actuales en los procesos y operaciones de producción de productos metálicos que se fabrican en la planta de estructura.	25
7.2. Identificación de causas de defecto de calidad en los productos terminados	120
7.3. Propuestas de alternativas de solución para prevenir los defectos de calidad en los productos que se fabrican en la planta de estructuras.	136
8. CONCLUSIONES	140
9. RECOMENDACIONES	142
10. BIBLIOGRAFÍA	143

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Planificación de actividades	17
Tabla 2 Tabla de variables a operacionalizar	24
Tabla 3 Diagrama de matriz (defecto-operación) fabricación de vigas (largo máx. 6 m)	124
Tabla 4 Diagrama de matriz (defecto-operación) fabricación de vigas (largo máx. 18 m)	124
Tabla 5 Diagrama de matriz (defecto-operación) para la fabricación de perlines	126
Tabla 6 Diagrama de matriz (defecto-operación) fabricación de estructura cilíndrica	128
Tabla 7 Diagrama de matriz (defecto-operación) fabricación de tanque cisterna cilíndrico	128
Tabla 8 Diagrama de matriz (defecto-operación) fabricación de estructura elíptica	130
Tabla 9 Diagrama de matriz (defecto-operación) fabricación de tanque cisterna elíptico	130
Tabla 10 Diagrama de matriz (defecto-operación) fabricación de estructura cilíndrica para tubos cañerías	132
Tabla 11 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de tubos cañerías	132
Tabla 12 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de estructuras con tubos	134

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama de Ishikawa	12
Ilustración 2 Ejemplo diagrama matriz	13
Ilustración 3 Vista satelital de la empresa INDENICSA	18
Ilustración 4 Plano de la planta de estructuras	18
Ilustración 5 Distribución física de la planta	26
Ilustración 6 Distribución de áreas de trabajo y maquinaria en planta baja	26
Ilustración 7 Distribución de áreas de trabajo y maquinaria en planta alta	27
Ilustración 8 Distribución de áreas de trabajo en área de pintura	29
Ilustración 9 Distribución de procesos en planta de estructuras	31
Ilustración 10 Tipos de vigas (H, I, U)	33
Ilustración 11 Partes para armar viga mayor a 6 m y menor o igual a 18 m	34
Ilustración 12 Viga menor o igual a 18 m armada	35
Ilustración 13 Diagrama de flujo de fabricación de vigas menor o igual a 6 m	36
Ilustración 14 Diagrama de flujo de fabricación de vigas mayor a 6 m y menor o igual a 18 m	40
Ilustración 15 Tipos de perlines	44
Ilustración 16 Diagrama de flujo de fabricación de perlines	45
Ilustración 17 Tanque cisterna cilíndrico	47
Ilustración 18 Diagrama de flujo de fabricación de tanque cisterna cilíndrico	51
Ilustración 19 Tanque Cisterna Elíptico	52
Ilustración 20 Diagrama de flujo de fabricación de tanque cisterna elíptico	56
Ilustración 21 Tubo cañería	57
Ilustración 22 Diagrama de flujo de fabricación de tubos cañerías	60
Ilustración 23 Estructura armada con tubos	61
Ilustración 24 Diagrama de flujo de fabricación de estructuras con tubos	62
Ilustración 25 Distribución de operaciones del proceso preparado	65
Ilustración 26 Distribución de operaciones del proceso armado	102
Ilustración 27 Distribución de operaciones del proceso de soldadura	106
Ilustración 28 Distribución de áreas del proceso de pintura	113
Ilustración 29 Diagrama causa - efecto de defectos de calidad en productos metálicos que se fabrican en planta de estructuras	123

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecemos a Dios por darnos la sabiduría, perseverancia y fuerzas en el camino de nuestra educación y preparación profesional.

Agradecemos a nuestro tutor por habernos guiado durante todo el proceso de la elaboración del seminario de graduación y a todos los docentes que nos impartieron su conocimiento durante la carrera Ingeniería Industrial y de Sistemas.

Agradecimientos a la empresa Inversiones y Negocios de Nicaragua (INDENICSA) por abrirnos las puertas para la realización de pasantías para la realización de esta investigación, a todas las personas que nos apoyaron con su conocimiento y especialmente a los operarios de la planta de estructuras que con sus experiencias nos aportaron información muy importante para la elaboración de este documento.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, compañeros de clase y personas especiales en mi vida que fueron parte del proceso de preparación para poder culminar en este seminario de graduación y a todos aquellos que han creído y apoyado esta etapa de mi vida, para poder salir adelante con nuevas metas y nuevos desafíos.

Elmer Eduardo Cajina Velásquez

Dedico este documento a la mujer que acaricia mi alma en las noches de perpetua soledad y silencio, ella que siempre está conmigo incluso en los momentos de sufrimiento, ella que con su voz empuja sus palabras de aliento en mi oído, ella que levanta mi espíritu y me da fuerzas para seguir adelante, ella que es mi amanecer hasta el fin de mi ocaso, ella que es la creación y la conclusión de todo, ella que es la razón de mi existir, la música.

Víctor Vladimir Córdoba Tenorio

RESUMEN

La planta de estructuras de la empresa Inversiones y Negocios de Nicaragua S.A. (INDENICSA) está ubicada en el municipio de Tipitapa, departamento de Managua. En la planta se fabrican productos y estructuras metálicos según especificaciones que requiera el cliente.

Los procesos de producción en la planta de estructuras no están sujetos a normas o políticas, porque no existen. Los procesos carecen de normalización en la ejecución de las operaciones y actividades, por esto no hay un seguimiento, control y supervisión correcta de los procesos y operaciones; esto tiene como consecuencia de que los productos adquieran defectos de calidad durante la fabricación. Estos defectos de calidad provocan que el cliente no acepte el producto que se le entrega; en dónde la empresa tiene que recurrir en reprocesar el producto o desecharlo. Esto a su vez genera aumento de costos de fabricación de la empresa, desconfianza en los clientes en que la empresa pueda fabricar con la calidad deseada y pérdidas en las ventas.

Por lo tanto, hemos realizado un diagnóstico a los procesos y operaciones de producción de los productos metálicos que se fabrican en la planta de estructuras, para describir las condiciones actuales de los procesos y operaciones, con el objetivo de obtener información para determinar las causas relevantes de los defectos de calidad que se generan en la fabricación de los productos.

Las causas relevantes identificadas nos han servido para generar alternativas de solución y bajo estas directrices contribuir con la mejora de los procesos y operaciones para prevenir la generación de defectos de calidad en los productos que se fabrican en la planta de estructuras. Con lo cual se tiene la expectativa de que el cliente reciba los productos con la calidad requerida y descrita en su diseño.

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento es un diagnóstico realizado en los procesos y operaciones de producción de los productos metálicos que se fabrican en la planta de estructuras de INDENICSA.

Hemos realizado este trabajo para prevenir la generación de defectos de calidad en los productos metálicos que se fabrican en la planta de estructuras. Hemos descrito cómo se fabrican los productos metálicos, hemos presentado la situación real en sus procesos y los elementos que intervienen como mano de obra, métodos, medición, materiales, maquinaria y medio ambiente. Con toda la información que obtuvimos hemos identificado las causas de defectos de calidad en los productos. Las causas encontradas las hemos sometido a análisis y escogimos las causas más relevantes que nos han servido crear alternativas de solución.

La finalidad de esta investigación es contribuir con las mejoras de los procesos y las operaciones de producción para fabricar productos con la calidad requerida y se espera como resultado que la empresa INDENICSA genere más confianza en sus clientes, se incrementen las ventas, mantenga su prestigio y aumente su competencia empresarial en el mercado nacional e internacional.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la planta de estructuras de la empresa INDENICSA se fabrican distintos tipos de productos y estructuras metálicas en correspondencia de las especificaciones requeridas por el cliente.

Los procesos de producción en la planta de estructura no están sujetos a normas o políticas, porque estas no existen. La organización que hay en la planta no ha formalizado la secuencia de procesos y operaciones para la fabricación de productos metálicos en un manual de procedimientos u operaciones o algún otro medio.

Las actividades que realizan los operarios en cada una de las operaciones no están normalizadas y los operarios las ejecutan de forma empírica. Los operarios no han tenido la capacitación suficiente, no tienen certificación de algún instituto técnico, el aprendizaje que han tenido ha sido informal en la propia empresa y la instrucción que reciben por el departamento de producción es deficiente para el procesamiento de los productos.

Al no existir una normalización para los procesos y operaciones de producción de productos metálicos, el control de los procesos es informal, sin método y sin objetividad. Como efecto los supervisores en la planta de estructuras no miden ni evalúan de forma adecuada la situación real que se presenta en los procesos y operaciones. Como consecuencia de un inadecuado seguimiento, control y supervisión, los productos terminados presentan defectos de calidad.

Actualmente en la planta de estructura no hay un sistema de gestión de calidad implementado. No hay un gerente de calidad. No existen formatos de control, ni instrucciones de características que se deben medir en los productos que se fabrican. No hay registro e información con respecto a la calidad de los productos que se hayan fabricado.

Los productos terminados presentan defectos de calidad como medidas diferentes con respecto al diseño, deformidades, abolladuras, ralladuras, presencia de virutas, presencia de escoria, defectos de soldadura, corrosión y deterioro en la pintura que tiene el producto como desprendimiento y decoloración. Estos defectos de calidad provocan que el cliente no acepte el producto que se le entrega o que provoque un retraso en la ejecución de un proyecto solicitado. El efecto que se genera es aumento del costo de fabricación de la empresa, desconfianza en los clientes, pérdida en ventas y reducción de competencia empresarial ante el mercado nacional e internacional.

1.2. ANTECEDENTES

Se indagó con el supervisor general Ing. Marlon Laguna y el vice-gerente Ing. Hermógenes Cardoza si anteriormente se ha realizado algún diagnóstico en los procesos de producción de los productos metálicos que se fabrican en la planta de estructuras y nos han respondido que nunca se ha realizado; tampoco existen precedentes de intento de abordar este tema.

Por lo tanto, somos los primeros en abordar este tema en la planta de estructuras, para conocer a fondo que es lo que acontece en los procesos y operaciones de producción para identificar las causas de defectos de calidad en los productos y así crear alternativas de solución para prevenirlos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente diagnóstico en la planta de estructuras sirve para contribuir con la mejora de los procesos de producción de productos metálicos. La información que se ha recabado es útil para generar alternativas de solución para prevenir los defectos de calidad en los productos.

En este documento se expone la situación actual en los procesos de producción de la planta de estructuras en dónde se pueden realizar análisis posteriores para introducir correcciones y mejoras en las operaciones; con lo cual se pretende que los productos tengan las características solicitadas en su diseño y que el cliente reciba un producto en tiempo y forma.

Si el cliente recibe el producto que requiere con la calidad deseada, la empresa INDENICSA genera confianza en sus clientes, se reducen los costos de reprocesamiento, se incrementan las ventas, mantiene su prestigio y aumenta su competencia empresarial en el mercado nacional e internacional.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Contribuir con la mejora de los procesos de producción de los productos metálicos que se fabrican en la planta de estructuras.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las condiciones actuales en los procesos y operaciones de producción de productos metálicos que se fabrican en la planta de estructura.
- Identificar las causas de los defectos de calidad de los productos terminados a través de la observación directa.
- Proponer alternativas de solución para prevenir la generación de defectos de calidad en los productos que se fabrican en la planta de estructuras.

3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

3.1. HISTORIA DE LA EMPRESA

La empresa INDENICSA (Inversiones y Negocios de Nicaragua S.A.) tuvo sus orígenes en 1964 y fue fundada por United States Steel Corporation, bajo el nombre de METASA (Metales y Estructuras S.A.) a cargo de la gerencia de Gersan García. En 1979 la empresa fue confiscada por el gobierno sandinista y fue administrada por dicho gobierno. En 1990 la Sra. Violeta Barrios de Chamorro tomó la presidencia de Nicaragua y con el “Plan de Inversión” la mayoría de las empresas que fueron confiscadas por el gobierno sandinista fueron privatizadas y vendidas a empresarios nacionales e internacionales, METASA fue una empresa que tuvo ese destino. La empresa fue adquirida por Pedro Blandón Moreno y cambió el nombre de la empresa a INDUMETASA (Industria de Metales y Estructuras S.A.). En 1999 la empresa fue comprada por otro grupo de empresarios y su razón social cambió a INDENICSA.

La primera planta que tuvo esta empresa fue la Planta de Estructuras y ha tenido modificaciones según el enfoque de negocios de los distintos propietarios; el crecimiento ha sido de forma desordenada. Actualmente la Planta de Estructuras consta de 3 áreas que son Planta Baja, Planta Alta y Pintura; están distribuidas bajo un sistema productivo intermitente ya que existen muchos tipos de productos que se fabrican.

3.2. INDENICSA EN LA ACTUALIDAD (2016)

La empresa INDENICSA tiene una producción mensual de 6 000 TM. La empresa tiene más de 1 000 colaboradores directos en todas las áreas de producción y comercialización. Además, genera más de 800 empleos indirectos.

INDENICSA tiene dos plantas de producción:

1. Planta Tipitapa: INDENICSA

Fabricación de estructuras y productos metálicos (planta de estructuras), tubos (planta de tubos), productos de concreto (planta de concreto), planta de transporte y servicios aduaneros.

2. Planta Cofradía: INDENICSA

Fabricación de láminas para cubiertas, servicio de enderezado, corte y enderezado de varilla.

3.3. GENERALIDADES DE LA PLANTA DE ESTRUCTURAS

La planta de estructuras, cuenta con un departamento de producción y un departamento de proyectos y estructuras metálicas.

El departamento de producción se especializa en la fabricación vigas, perlines, platinas, piezas y partes de estructuras, tanques cisternas cilíndricos y elípticos, tubos cañerías, estructuras y equipos especiales.

El departamento de Proyectos y Estructuras Metálicas se especializa en la construcción de tanques, galeras, puentes viales, puentes peatonales, construcción de estructuras verticales y horizontales.

La planta de estructuras está dividida físicamente por tres áreas que son planta alta, planta baja y área de pintura. Actualmente en la planta de estructuras se cuenta con un personal de 190 trabajadores que desempeñan la producción mensual de 600 TM en estructuras armadas y despieces que son enviados a los diferentes proyectos para luego ser ensambladas.

La empresa ha adquirido convenios con empresas centroamericanas como: **GALCASA, PROACES, ECA Electrodo**s y la más reciente relación comercial con **Arcelor Mittal - Costa Rica** la cual se inició desde el año 2011 para la distribución exclusiva de sus productos en Nicaragua.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO TEÓRICO

4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y OPERACIONES DE PRODUCCIÓN

Para indagar el estado actual de los procesos de producción, se ha realizado un cuestionario que permite obtener información y detalles del área bajo estudio. Las técnicas de recolección de datos que se utilizan son revisión de documentos, entrevista abierta y observación directa. Las entrevistas se hicieron de forma abierta a los jefes de las áreas bajo estudio, gerentes, supervisores y operarios. La observación directa se realiza para conocer detalles dentro de los procesos y operaciones correspondientes a la producción.

El cuestionario que se utiliza para describir los procesos y operaciones de producción son:

1. Interrogantes sobre la empresa:
 - 1.1. ¿Cuál es el nombre de la empresa?
 - 1.2. ¿Qué plantas de producción tiene la empresa?
 - 1.3. ¿Cuál es el nombre de la planta bajo estudio en la empresa?
 - 1.4. ¿Qué tipo de sistema productivo tiene la planta bajo estudio?
 - 1.5. Mostrar organigrama de la planta bajo estudio
 - 1.6. Describir en un plano la distribución física de la planta
 - 1.7. Enumere la maquinaria disponible en la planta
 - 1.8. ¿La maquinaria disponible recibe mantenimiento periódicamente?
 - 1.9. ¿Qué procesos de producción hay en la planta?
 - 1.10. Describir en un plano la distribución de procesos en la planta
 - 1.11. Describa los medios de transporte de materiales que se utilizan en la planta.

1.12. ¿Qué normas y reglamentos son aplicados en los procesos de producción en la planta?

2. Interrogantes sobre los productos:

2.1. ¿Qué productos se fabrican en la planta bajo estudio?

2.2. Enumerar los procesos y operaciones que se requieren para fabricar los productos y describa en un plano de la planta el recorrido que tiene cada producto.

3. Interrogantes sobre los procesos:

3.1. ¿Cuál es el nombre del proceso?

3.2. ¿Qué función cumple este proceso para la fabricación de productos?

3.3. ¿Qué operaciones se realizan en éste proceso?

3.4. Describir en un plano la distribución de las operaciones del proceso

4. Interrogantes sobre las operaciones de cada proceso:

4.1. ¿Cuál es el nombre de la operación?

4.2. ¿Cuál es la función de la operación para procesar materiales?

4.3. ¿Qué información se requiere para que se realice la operación?

4.4. ¿Qué materiales se requiere para realizar la operación?

4.5. ¿Qué maquinaria, equipos o herramientas se requieren para realizar la operación?

4.6. ¿Qué capacidad tiene cada maquinaria, equipo o herramienta?

4.7. ¿Cuántos operarios se requiere para realizar esta operación?

4.8. ¿El personal que realiza la operación tiene la preparación suficiente para realizar la operación?

4.9. ¿Qué actividades se realizan en ésta operación?

4.10. Describa todas las actividades en la operación

- 4.11. ¿Cuál es el producto obtenido de esta operación?
- 4.12. ¿Se realiza inspección de calidad?, ¿quién lo hace?, ¿se registra bajo un formato?, ¿Qué variables se controlan, unidades de medida, sensor y criterios de aceptación?
- 4.13. ¿Se registra la cantidad de unidades producidas?

4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE DEFECTOS DE CALIDAD EN PRODUCTOS TERMINADOS

Para la identificación de las causas de defecto de calidad en los productos terminados se utiliza el diagrama de Ishikawa (ver ilustración 1) que consiste en la relación del efecto con sus causas que lo generan. La identificación de las causas está enfocada a las 6 M que son mano de obra, métodos, maquinaria, materiales, medio ambiente y medición.

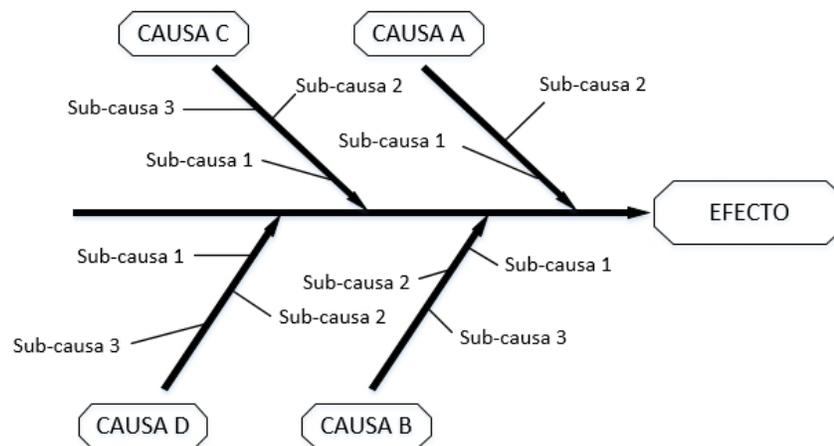


Ilustración 1 Diagrama de Ishikawa

Para conocer qué causas están afectando al producto se utiliza el diagrama de matriz, en dónde se relacionan los defectos con su origen en la operación.

El diagrama de matriz proporciona una visión gráfica entre las relaciones de distintos factores de un problema. Además, con una escala se puede identificar que tanta relación tiene el defecto con su origen.

El tipo de diagrama de matriz (ver ilustración 2) que se utiliza es la matriz L.

Matriz L	Defecto 1	Defecto 2	Defecto 3
Operación 1	●		○
Operación 2		●	△
Operación 3	△		●
Operación 4	△	○	●

Escala

- Fuerte relación
- Relación
- △ Posible relación

Ilustración 2 Ejemplo diagrama matriz

Si ya tenemos la información en qué operaciones se originan los defectos de calidad, entonces, debemos detectar cuales son las causas principales, ya que esto nos permitirá generar propuestas de alternativas de solución de forma general y específica.

4.1.3. PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Si se han identificado todas las causas relevantes, entonces, ya tenemos suficiente información para crear alternativas de solución a cada causa. Se realiza propuestas en base a las causas más relevantes o importantes para contribuir en la mejora de los procesos de producción que tiene la planta bajo estudio.

4.2. MARCO CONCEPTUAL

Conceptos empleados durante la investigación para la comprensión de terminología técnica utilizada:

Abolladuras: Hundimiento de una superficie al apretarla o golpearla (ldefinicionde.blogspot.com/2012/09/abolladura.html).

Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con un requisito. (ISO9000, 2005).

Corrosión: La corrosión es un fenómeno espontáneo que afecta prácticamente a todos los materiales procesados por el hombre. Es una oxidación acelerada y continua que desgasta, deteriora e incluso puede afectar la integridad física de objetos y estructuras. (www.tecnosefarad.com/wp-content/archivos/bach).

Estándares: Definición clara de un modelo, criterio, regla de medida o de los requisitos mínimos aceptables para la operación de procesos específicos, con el fin de asegurar la calidad. Los estándares requieren ser establecidos con el fin de contar con una referencia que permita identificar oportunamente las variaciones presentadas en el desarrollo de los procesos y aplicar las medidas correctivas necesarias. (<http://www.dgplades.salud.gob.mx>).

Estructuras: Las estructuras tanto las de la naturaleza como las de la técnica, sirve en general para mantener la forma de los objetos. Conservar la forma es imprescindible para que puedan satisfacer las necesidades de los sistemas. (Engel, 2001)

Decoloración: La decoloración es la falta de color en la uniformidad en el color o en el matiz de la superficie de un solo vaciado de concreto: esta Puede tomar la forma de machas oscuras o decoloración extendida sobre la superficie ya

terminada, cambios fuertes de color en grandes áreas provocadas por eflorescencias.(Mixed, 2009)

Deformidad: Desproporción e irregularidad en el cuerpo humano o en un objeto.
(<http://es.thefreedictionary.com/deformidad>)

Desprendimiento: Separación de un elemento con respecto a un objeto o conjunto.

Diseño: Conjunto de características especificadas en un producto, proceso o sistema.

Implementación: Acción o efecto de implementar. Actividades necesarias para convertir el sistema anterior al nuevo sistema - (<http://www.ccee.edu.uy/>)

Laminado: proceso de deformación en el cual el metal pasa entre dos rodillos y se comprime mediante fuerzas de compresión ejercidas por los rodillos. Los rodillos giran para jalar el material y simultáneamente apretarlo entre ellos (RODELO., 2013)

Método: Serie o conjunto de pasos ordenados y sistematizados que tienen como fin llegar a la obtención del conocimiento. Proviene de los vocablos griegos método y logos que significan: Estudio o tratado de los métodos. (Guzmán, 2012)

Operación: puede definirse como la administración de los recursos directos necesarios para producir los bienes y servicios que ofrece una organización.
(<http://adminoperaciones.blogspot.com/>)

Piezas: Elemento que forma parte de una cosa y tiene una función determinada.
(<http://www.wordreference.com/>)

Producción: Se denomina producción a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios. En tanto la producción es un proceso complejo, requiere de distintos factores que pueden dividirse en tres grandes grupos, a saber: la tierra, el capital y el trabajo. (<http://definicion.mx/produccion/>)

Proceso: conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados (ISO 9001, 2008).

Procedimiento: forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso (ISO 9001, 2008).

Suministro: Abastecimiento de lo que se considera necesario; Mercancías o productos de primera necesidad que se suministran (<http://www.wordreference.com/>).

Sistemático: Que se sigue o se ajusta a un sistema o conjunto de elementos ordenados. (<http://es.thefreedictionary.com/>)

Virutas: es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que se extrae mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera o metales. Se suele considerar un residuo de las industrias madereras o del metal; no obstante, tiene variadas aplicaciones. (<https://es.wikipedia.org>)

4.3. MARCO TEMPORAL

La realización de este documento está comprendida entre el 23 de agosto al 11 de noviembre del 2016, en dónde se desarrollaron las siguientes actividades (ver tabla 1) para cumplir los objetivos propuestos.

Tabla 1 Planificación de actividades

Actividades	Semanas																			
	Agosto					Septiembre					Octubre					Noviembre				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Identificación del problema y planteamiento de objetivos				■	■															
Diagnóstico en los procesos de producción						■	■	■	■											
Identificación de causas de defectos de calidad									■	■										
Creación alternativas de solución para la prevención de defectos de calidad											■	■								
Redacción de conclusiones y recomendaciones													■							
Elaboración de documento final														■	■					
Revisión del documento final por el tutor																			■	
Modificar documento en base a las correcciones sugeridas por el tutor.																			■	

4.4. MARCO ESPACIAL

La Empresa INVERSIONES Y NEGOCIOS DE NICARAGUA S.A (INDENICSA) (ver ilustración 3) está ubicada al norte de la ciudad de Managua y se encuentra situada en el km.22 carretera vieja Tipitapa, contiguo al cementerio municipal de Tipitapa, departamento de Managua. La planta de estructuras está dentro de la planta Tipitapa – INDENICSA. La planta de estructura (ver ilustración 4) colinda al este con la planta de concretos, al norte con la bodega ALMAUNSA y bodega La Preciosa, al oeste con las oficinas de INDENICSA y al sur con los talleres del departamento de mantenimiento.



Ilustración 3 Vista satelital de la empresa INDENICSA

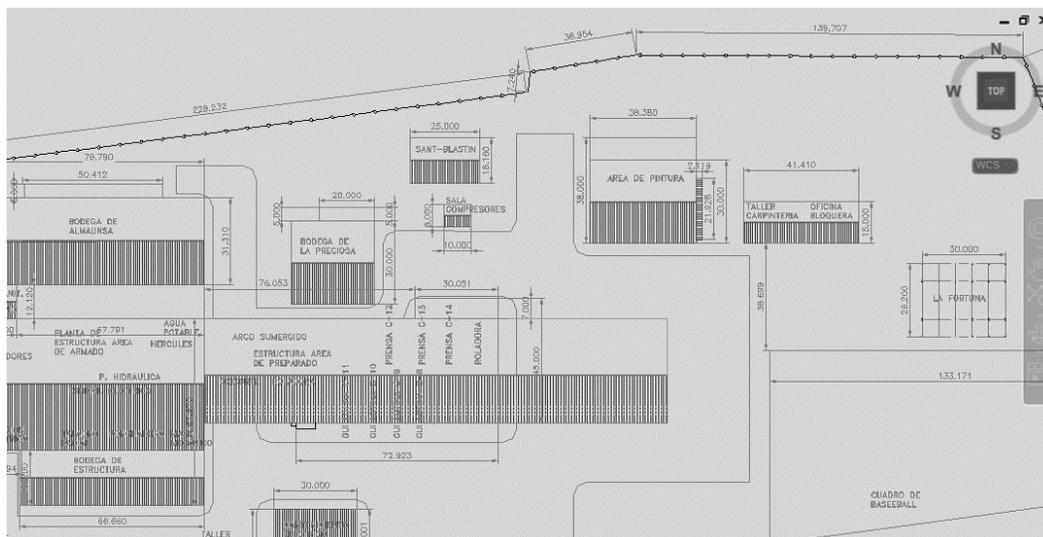


Ilustración 4 Plano de la planta de estructuras

4.5. MARCO LEGAL

Normativa	Artículos	Descripción
ley no. 516 derechos laborales adquiridos	Artículo 1 Artículo 4	Conjunto de beneficios, facultades, normas tutelares y disposiciones similares que se encuentran establecidas a favor de los trabajadores en la Constitución Política
ley no. 354	Artículo 77 Artículo 78	Ley de patentes de invención, modelo de utilidad y diseños industriales
ley de empresas decreto no. 1404	Artículo 3.	Las empresas serán constituidas mediante Acuerdo Ministerial que se publicará en "La Gaceta", Diario Oficial.
Normativa ISO 9000- 2005		Describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología para los sistemas de gestión de la calidad.
ISO 9000- 2008		Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Ley 618		La presente ley es de orden público, tiene por objeto establecer el conjunto de disposiciones mínimas que, en materia de higiene y seguridad del trabajo, el Estado, los empleadores y los trabajadores deberán desarrollar en los centros de trabajo, mediante la promoción, intervención, vigilancia y establecimiento de acciones para proteger a los trabajadores en el desempeño de sus labores.
----------------	--	---

5. PREGUNTAS DIRECTRICES

1. ¿La descripción de las condiciones actuales en los procesos y operaciones de producción en la planta de estructura permite conocer la situación real en que se fabrican sus productos?
2. ¿Cuáles son los principales defectos de calidad en los productos terminados que se fabrican en la planta de estructura?
3. ¿Cuáles son las principales causas de los defectos de calidad que se generan en los procesos y operaciones de producción en la planta de estructura?
4. ¿Qué alternativas de solución pueden tener mayor impacto para prevenir los defectos de calidad en los productos que se fabrican en la planta de estructura?
5. ¿Las alternativas de solución propuestas pueden aportar en la mejora de los procesos de producción en la planta de estructuras?

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Enfoque de la investigación

La investigación realizada es de enfoque cualitativo, ya que cumple con las características de una investigación de este tipo; se realiza el análisis de los datos recopilados según los instrumentos aplicados y en base a estos se obtuvieron conclusiones. Para la recolección de datos se utilizan instrumentos como la observación, entrevistas abiertas y los sucesos son observados en el desarrollo natural de las operaciones, es decir, no hay manipulación ni estimulación con respecto a la realidad.

6.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo analítico, debido a que a partir del problema descomponemos las partes que lo constituyen y analizamos cada detalle con profundidad. Con toda la información generamos alternativas de solución que nos sirven para realizar propuestas.

6.3. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, conlleva un proceso de trabajo de campo, el cual tiene como características el análisis sistemático de problemas de la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas, esto muestra que para la realización de esta investigación caracterizada como de tipo descriptiva fue necesario describir las diferentes cualidades que conlleva todo los procesos de fabricación de productos metálicos en la planta de estructuras de INDENICSA.

6.4. Universo

El universo de la investigación corresponde a los trabajadores que conforman la empresa INDENICSA ubicada en Tipitapa, con una cantidad aproximada de 1 000 colaboradores dentro de la empresa, distribuidos en los diferentes sitios de la planta.

6.5. Población

La población corresponde operadores que integran el departamento de producción en la planta de estructuras. La cantidad respectiva de la población es de 147 trabajadores, en el turno Diurno.

6.6. Muestra

Para el Procedimiento de la selección de la muestra se tomó un subconjunto de la población o parte representativa, esto constituye a 20 operadores del área de planta baja, planta alta y pintura entre ellos personal administrativo encargado de supervisión del área. Se utilizó el método no probabilístico, determinando criterios para la elección de los mismos tales como; ser trabajador activo de la Empresa (INDENICSA), estar dentro de la planta de estructura y que los operarios laboren en el turno diurno.

La presente muestra fue tomada de manera aleatoria, conveniente debido a que seleccionamos a 20 operadores con mayor experiencia dentro del área, para poder tener una mejor perspectiva al momento de la recolección de información.

6.7. Técnica de recolección de datos

Los instrumentos utilizados en esta investigación para la recolección de datos han sido la revisión de documentos, observación directa y entrevista abierta a los

operarios en su respectivo puesto de trabajo con el fin de obtener la información requerida.

La revisión de documentos ha sido para conocer más a detalle normativas que se aplican en la empresa. La técnica de observación directa ha permitido responder una serie de preguntas para describir el estado actual de la gestión en los procesos y la calidad de los productos. Para llevar registro de esta información se ha tomado fotografía en las operaciones que intervienen en la producción. La entrevista abierta con operarios, supervisores y jefes de proceso, nos ha concedido profundizar en los procesos y operaciones para obtener información detallada.

6.8. Operacionalización de las variables

Tabla 2 Tabla de variables a operacionalizar

Variable	Sub variable	Fuente	Técnica
Normas y reglamentos internos de la planta	<ul style="list-style-type: none"> - Manual de procedimientos - Manual de operaciones - Manual de seguridad e higiene - Plan de mantenimiento - Manual de calidad 	Supervisor general y vice-gerente	Entrevista
Procesos y operaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales - Mano de obra - Métodos - Maquinaria - Medio ambiente - Mantenimiento - Productos 	Supervisores de procesos y de proyectos	Entrevista y observación directa
Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Formatos de calidad - Registro de la calidad de los productos 	Supervisores de calidad	Entrevista

7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES EN LOS PROCESOS Y OPERACIONES DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS QUE SE FABRICAN EN LA PLANTA DE ESTRUCTURA.

7.1.1. Descripción de la empresa

Nombre de la empresa: Inversiones y Negocios de Nicaragua S.A.

Actualmente tiene dos plantas de producción:

1. Planta Tipitapa INDENICSA:

Planta de estructuras, planta de concretos, planta de tubos y empresa de transporte y servicios aduaneros.

2. Planta Cofradía INDENICSA:

Planta cofradía: Fabricación de láminas para cubiertas, servicio de enderezado, corte y enderezado de varilla

El área de estudio en esta investigación es la planta de estructuras en la planta Tipitapa INDENICSA.

El tipo de sistema de producción en la planta de estructura es intermitente debido a que se fabrican distintos tipos de productos y la cantidad de producción es baja.

No se obtuvo la información del organigrama de la planta de estructuras. Se solicitó esta información al supervisor general y al vice-gerente de la planta en el periodo que realizamos esta investigación y no se nos entregó el organigrama.

La distribución física de la planta (ver ilustración 5) es la siguiente:

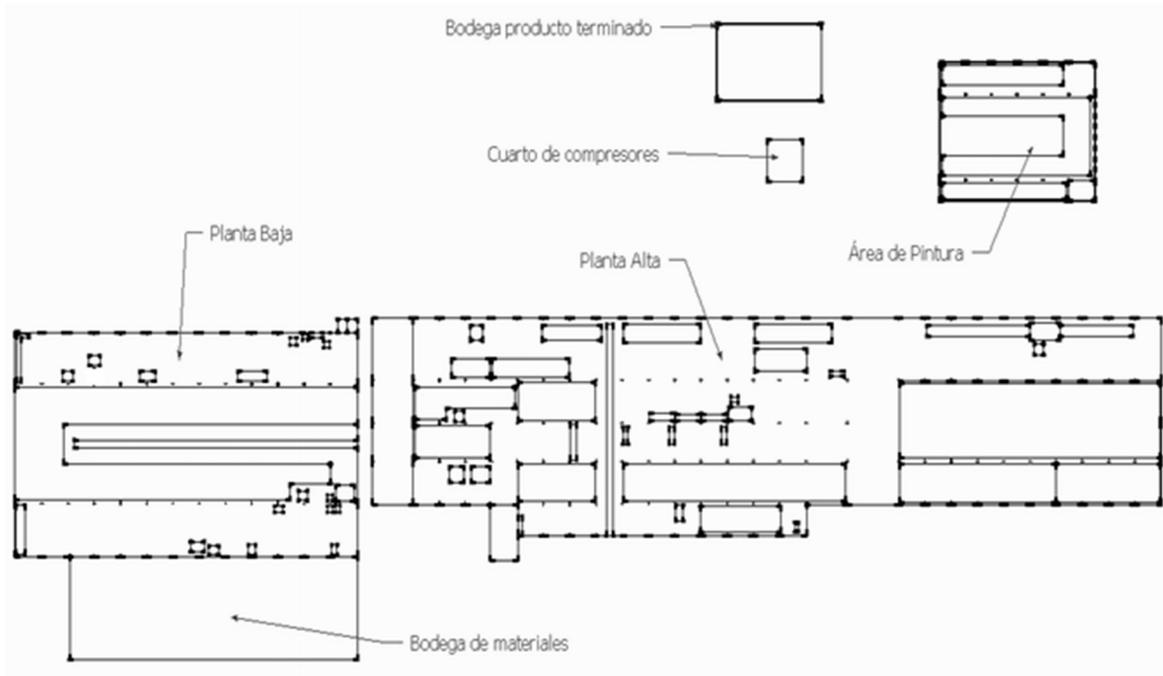


Ilustración 5 Distribución física de la planta

La distribución de áreas de trabajo y maquinaria en planta baja (ver ilustración 6) es la siguiente:

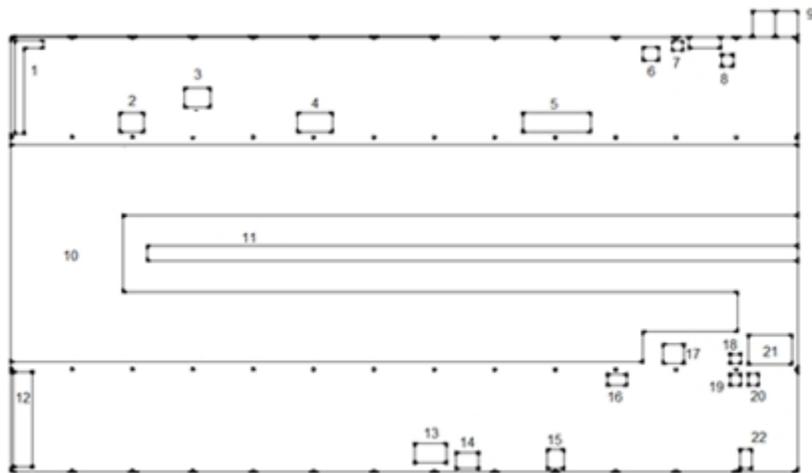


Ilustración 6 Distribución de áreas de trabajo y maquinaria en planta baja

1. Vestidores

2. Troqueladora C1 (The Toledo N° 34 P)
3. Martinete C28 (Strojárne Piesok XET-11)
4. Roscadora A42 (OSTER WILOO)
5. Base para armar estructura
6. Dobladora de tubos C27
7. Taladro de poste A55
8. Rectificadora (Herkules werk wetzlar)
9. Tanques de agua
10. Área de armado de estructuras
11. Carril de transporte (entrada y salida de carro de transporte)
12. Transformadores
13. Sierra circular (De Walt)
14. Sierra sin fin (Powermatic model 81)
15. Enderezadora C17 (Rock River MGHCO Jane Suille Wis USA)
16. Ponchadora C4 (PeedingHaus)
17. Máquina taladradora
18. Ponchadora (WA WHITNEY Rockford ILL 805-498)
19. Taladro de poste A21 (TPP 1230)
20. Ponchadora
21. Base para soldar tubos de cañerías
22. Martinete (Bradley 576 – 800 UP KELVE A)

La distribución de áreas de trabajo y maquinaria en planta alta (ver ilustración 7) es la siguiente:

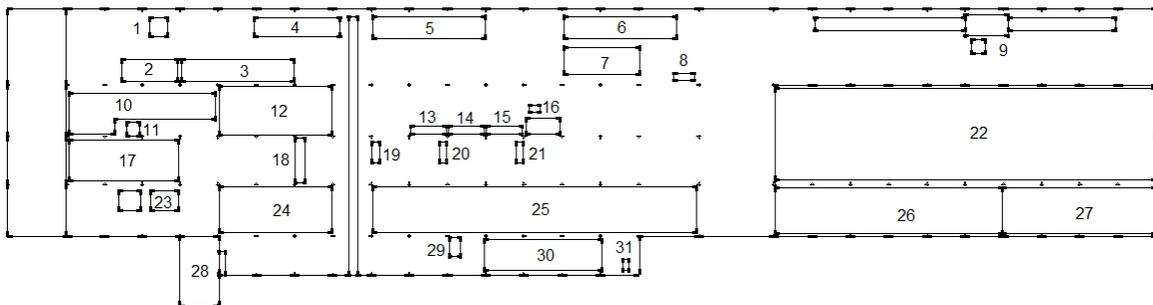


Ilustración 7 Distribución de áreas de trabajo y maquinaria en planta alta

1. Enderezadora de vigas (Volcano)
2. Máquina Oxicorte (Wuxi Volcano Welding Z-15 HBEAM)
3. Máquina para soldadura arco sumergido (ESAB LAF 1000 DC)
4. Enderezadora de vigas (Volcano)
5. Máquina para soldadura arco sumergido (Volcano)
6. Máquina para soldadura arco sumergido (Volcano)
7. Área de armado de tubos de cañerías
8. Guillotina C9
9. HyPerformance Plasma HPR260
10. Área de Oxicorte
11. Máquina Oxicorte radial
12. Área de armado de Tanques
13. Plegadora C12
14. Plegadora C13
15. Plegadora C14
16. Roladora grande C23
17. Área de Oxicorte
18. Guillotina SH3020 (HYDRAPOWER)
19. Guillotina C11(The Cincinnati Shaper, co)
20. Guillotina C10 (The Cincinnati Shaper, co)
21. Guillotina C8 (Strojárne Piesok)
22. Área de Pintura
23. Roladora Pequeña C24
24. Área de armado de vigas
25. Área de armado de vigas y tubos cañerías
26. Preparación de Sand Blassting
27. Área de Sand Blassting
28. Oficinas administrativas
29. Taladro A22
30. Área de armado de vigas
31. Despuntadora C7 (Trumps)

La distribución de áreas de trabajo en área de pintura (ver ilustración 8) es la siguiente:

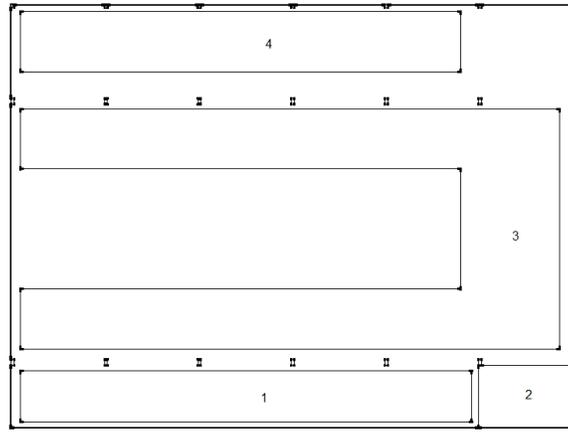


Ilustración 8 Distribución de áreas de trabajo en área de pintura

1. Área de preparación (inspección, soldadura, remoción de virutas o escoria con cincel y pulido)
2. Bodega de materiales
3. Área de preparación (inspección, soldadura, remoción de virutas o escoria con cincel y pulido)
4. Área de pintado (Enderezado por acetileno, limpieza con diluyente anticorrosivo, pintado y secado)

Maquinaria disponible en la planta de estructura:

1. Guillotinas C8, C9, C10, C11
2. Guillotina HydraPower
3. Equipos oxicorte (guía, carro oxicorte, sopletes, tanques para gas butano y oxígeno)
4. Máquina oxicorte radial
5. Máquina oxicorte Volcano
6. HyPerformance Plasma HPR260
7. Sierra circular – DeWalt

8. Sierra sin fin - Powermatic model 81
9. Rectificadora – Herkules Werk Wetzlar
10. Martinete C28 - Strojárne Piesok XET-11
11. Martinete - Bradley 576 – 800 UP KELVE A
12. Roladora pequeña C24
13. Roladora grande C23
14. Dobladora de tubos
15. Plegadora C12
16. Plegadora C13
17. Plegadora C14
18. Taladro A21
19. Taladro A22
20. Taladro de poste A55
21. Máquina taladradora
22. Ponchadora C4 – PeedingHaus
23. Ponchadora - WA Whitney Rockford ILL 805-498
24. Ponchadora
25. Despuntadora C7
26. Troqueladora C1 - The Toledo N° 34 P
27. Máquina Roscadora – Oster Wiloo
28. Máquina para soldar
29. Esmeril
30. Enderezadoras de vigas - Volcano
31. Enderezadora de viga C17 - Rock River MGHCO Jane Sulle Wis USA
32. Máquina soldadura arco sumergido ESAB
33. Máquina soldadura arco sumergido Volcano
34. Máquina soldadura arco sumergido Volcano
35. Compresor para Sand Blassting
36. Compresor para pintura en planta alta
37. Compresor para pintura en área de pintura

La maquinaria disponible en la planta de estructuras recibe mantenimiento periódico en las partes mecánicas y eléctricas. No recibe limpieza externa constantemente. Algunas máquinas no tienen identificación formal y las máquinas para soldar no tienen información sobre la regulación de corriente.

Actualmente en la planta de estructuras hay 4 procesos que son: Preparado, Armado, Soldadura y Pintura. Estos procesos están distribuidos en la planta de estructuras (ver ilustración 9).

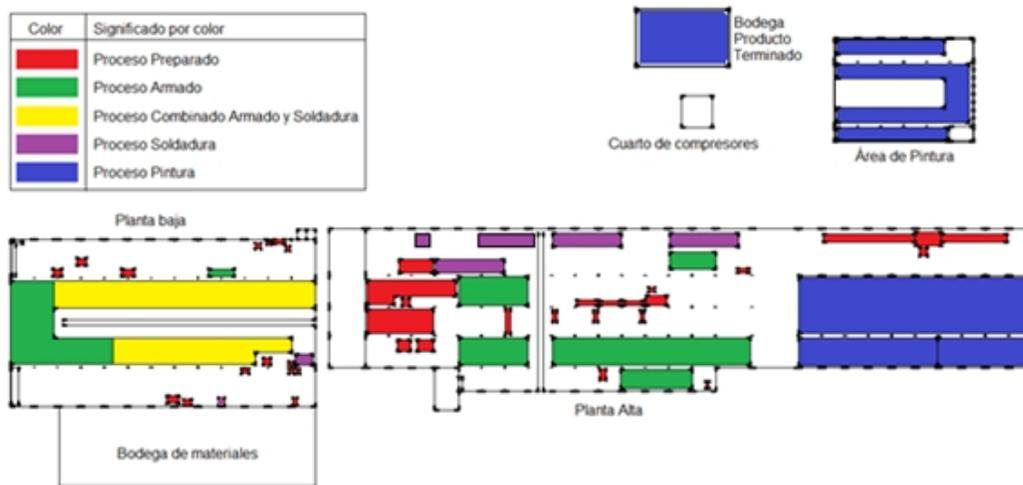


Ilustración 9 Distribución de procesos en planta de estructuras

Para el transporte de materiales o producto en la planta de estructuras hay 4 tipos que son:

1. Transporte manual: Un operador manualmente carga y lleva a un lugar de destino la pieza. Generalmente estas son piezas de pequeño tamaño y peso ligero.
2. Transporte por carretilla sobre rieles: La carretilla se carga con láminas, piezas, perlines o vigas y los operadores deben empujar para mover la carretilla.

3. Transporte por grúas viajeras: Se trata de una grúa que está soportada en una viga muy cerca del techo, esta tiene movilidad hacia adelante, atrás, derecha e izquierda y la cadena puede subir y bajar. Las grúas viajeras en planta alta tienen una capacidad de levantar hasta 12 TM. Las grúas viajeras en planta baja tienen una capacidad de levantar hasta 6 TM.
4. Transporte por montacargas: Se trata del transporte utilizando un montacargas, este tiene una capacidad de transportar estructuras de hasta 18 m.

Para la entrega de los productos al cliente se utiliza el transporte por camiones o rastras, que pueden transportar estructuras con máximo de largo de 18 m.

Solamente existe un reglamento interno del trabajo, que describe un poco las actividades que realizan los operarios, las condiciones de trabajo, riesgos e instrucciones para las actividades. Según el encargado de seguridad e higiene industrial el reglamento interno del trabajo fue un intento de crear un manual de seguridad industrial pero nunca fue concluido.

No existe un manual de procedimientos, ni manual de operaciones.

No existe un manual de calidad, ni sistema de gestión de calidad.

Las normas para la normalización de algunos productos como vigas y perlines están basadas en las ASTM, DIN y JIS.

7.1.2. Descripción de los productos que se fabrican en la planta de estructuras y su respectivo procesamiento.

Los productos que se fabrican en la planta de estructura son:

1. Vigas (perfil H, I, U).
2. Perlines (perfil U, L, Z y C).
3. Tanques cisternas cilíndricos.
4. Tanques cisternas elípticos.
5. Tubos cañerías.
6. Estructuras armadas con tubos.
7. Piezas, partes, equipos y estructuras especiales.

7.1.2.1. Descripción de la fabricación de vigas:

En la planta de estructuras se fabrican 3 tipos de vigas (ver ilustración 10) que son H, I y U.

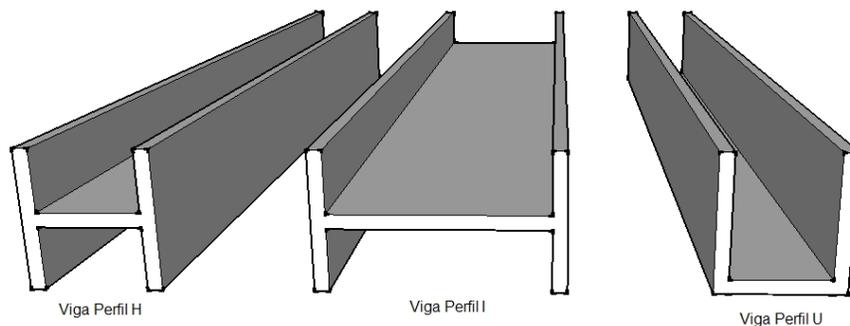


Ilustración 10 Tipos de vigas (H, I, U)

Las vigas constan de tres piezas metálicas, dos laterales y una central.

En las vigas H e I la pieza central está unida en medio de las dos piezas laterales. En las vigas H el ancho de la pieza central es menor que el ancho en las piezas laterales, largo y grosor son iguales. En las vigas I el ancho de la pieza central es

mayor que el ancho de las piezas laterales, largo y grosor son iguales. En las vigas U, la pieza central está unida al borde de las piezas laterales. El ancho de la pieza central puede ser mayor o menor que de las piezas laterales.

La fabricación de la viga puede estar normalizadas con la norma ASTM en la calidad del acero y sus medidas. Pero hay clientes que solicitan vigas con medidas que no están normalizadas y en la planta de estructuras también se fabrican.

En la página web <http://www.indenicsa.com/productos/Perfiles> está la información sobre la normalización de las vigas que se fabrican en la planta de estructuras de INDENICSA.

En la planta de estructuras se pueden fabricar vigas con un tamaño máximo en largo de 18 m.

Por largo se puede clasificar dos tipos de vigas:

1. Vigas de largo menor a 6 m: Las piezas laterales y central tienen el mismo largo.
2. Vigas de largo mayor a 6 m y menor a 18 m: Se compone de 2 o más vigas (ver ilustración 11), en donde el largo de las piezas laterales y centrales pueden diferir, según el diseño de la unión. Además, puede llevar reforzamiento con platinas si lo requiere (ver ilustración 12).

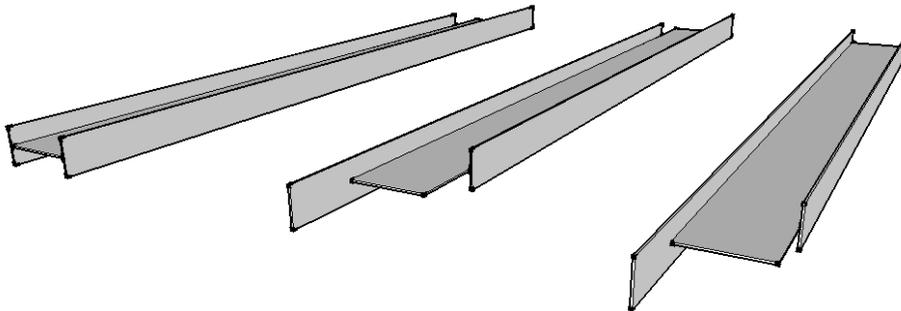


Ilustración 11 Partes para armar viga mayor a 6 m y menor o igual a 18 m

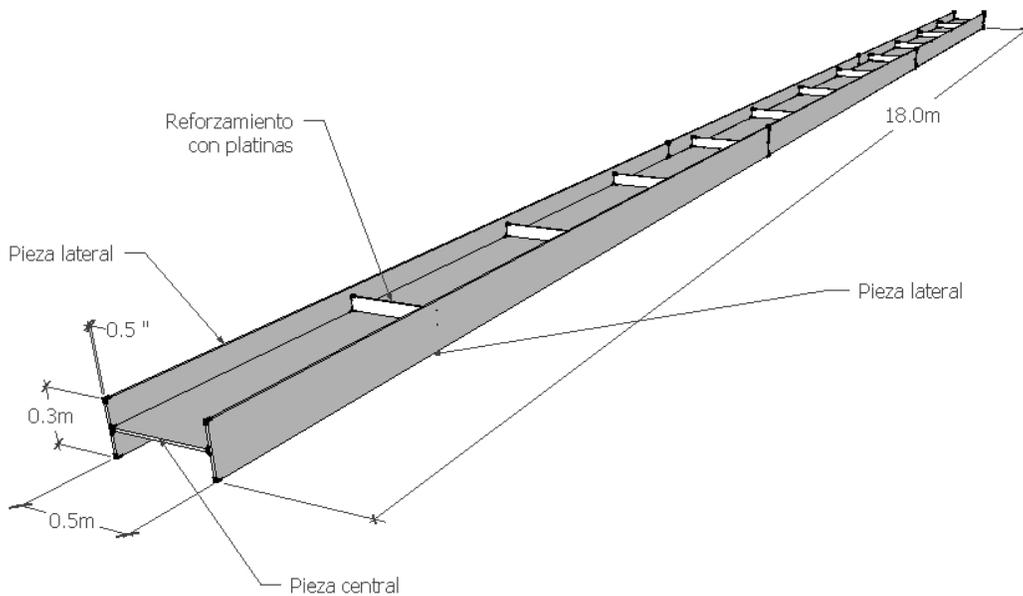


Ilustración 12 Viga menor o igual a 18 m armada

Operaciones para fabricar vigas de largo menor o igual a 6 m:

1. Corte por guillotina (Proceso de Preparado)
2. Rectificado de piezas en roladora pequeña (Proceso de Preparado)
3. Armado (Proceso de Armado)
4. Soldadura Arco Sumergido (Proceso de Soldadura)
5. Preparación (Proceso de Pintura)
6. Acabado (Proceso de Pintura)
7. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

En diagrama de flujo de procesos se puede observar la ruta para la fabricación de este producto (ver ilustración 13).

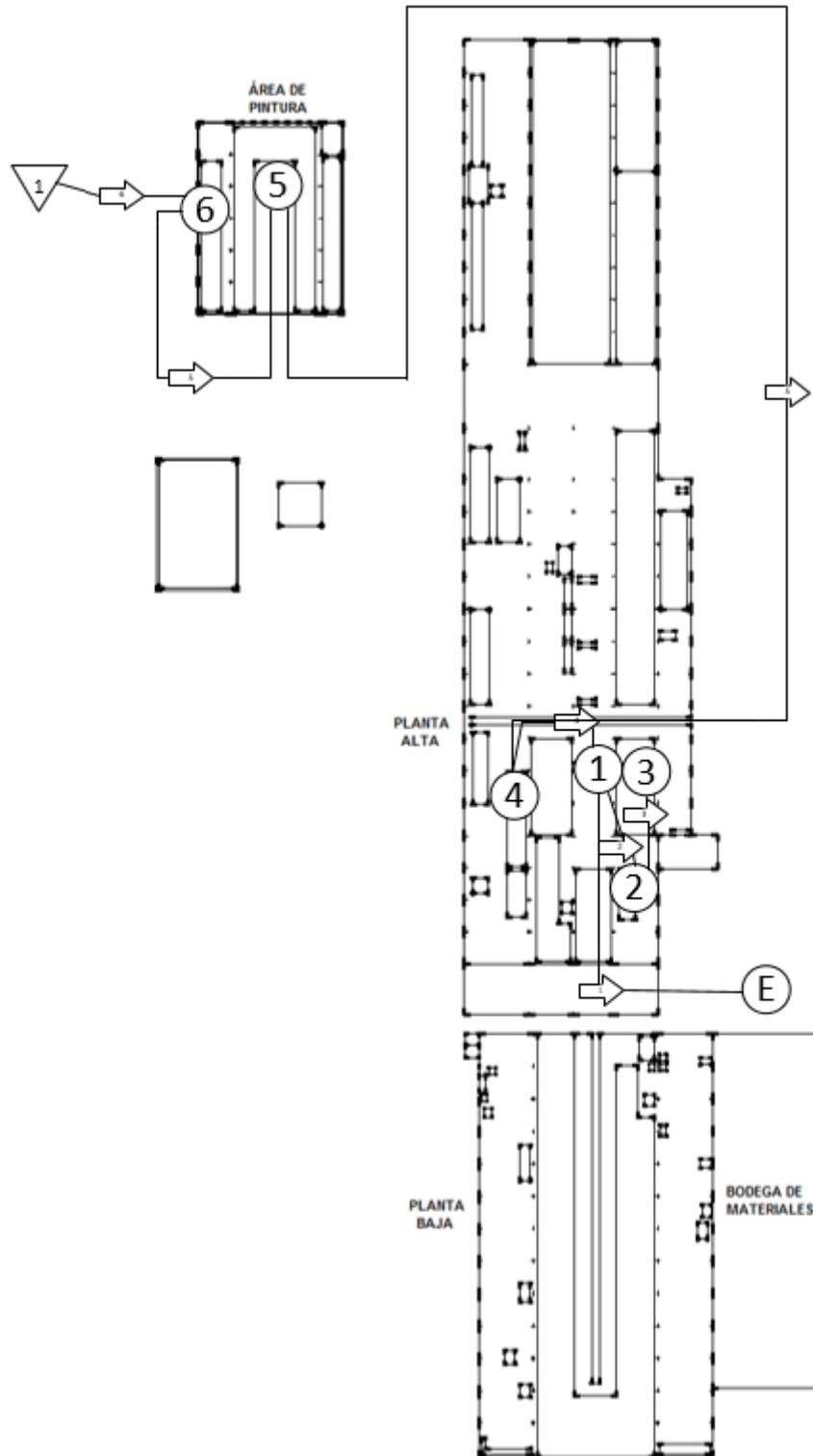


Ilustración 13 Diagrama de flujo de fabricación de vigas menor o igual a 6 m

Descripción de las operaciones para fabricar vigas de tamaño menor a 6 m:

1. Corte por guillotina HydraPower (Proceso de Preparado)

Se realizan cortes a lámina con la máquina HydraPower según el diseño para obtener las piezas laterales y pieza central que tendrá la viga.

2. Rectificado de piezas en roladora pequeña C24 (Proceso de Preparado)

Las piezas laterales y centrales son rectificadas con la roladora pequeña, para corregir cualquier superficie deforme. Así la pieza tendrá la medidas y forma requerida en su diseño.

3. Armado (Proceso de Armado)

En esta operación existe una actividad de preparación en dónde se deben esmerilar las zonas en que se pondrán los puntos de soldadura; se remueve las virutas presentes y se dará uniformidad a la superficie de contacto. Para las vigas tipo H e I las piezas laterales serán esmeriladas por el centro en todo lo largo y la pieza central será esmerilada por los bordes laterales. Para las vigas tipo U las piezas laterales serán esmeriladas en un borde lateral y la pieza central será esmerilada en los dos bordes laterales. Se colocan las piezas en la base para armar vigas, disponiéndolas según el tipo de viga y alineándolas según el diseño. Para ajustar se colocan unas cuñas y así no se moverán las piezas. Con la máquina para soldar se ponen puntos de soldadura para mantener la estructura. Además, se deben colocar soportes (poniendo puntos de soldadura) en las piezas laterales para reforzar la estructura para la siguiente operación que es soldadura por arco sumergido.

4. Soldadura por arco sumergido (Proceso de Soldadura)

Con la viga armada, se procede a aplicar la soldadura por arco sumergido en las piezas para unirlos definitivamente. Primero se aplica la soldadura por arco sumergido en los lados de la viga en donde no están los soportes. Segundo se retira la viga utilizando la grúa viajera, se quitan los soportes utilizando un mazo y el esmeril con disco abrasivo. Tercero utilizando la grúa viajera se voltea la viga. Cuarto se colocan los soportes (con puntos de soldadura) en el otro lado de la viga. Quinto se coloca la viga en la máquina para soldar por arco sumergido. Sexto se procede a soldar por arco sumergido.

5. Preparación (Proceso de Pintura)

En esta operación se procede a remover los soportes que tiene la viga utilizando un mazo y el esmeril con disco abrasivo. Se remueven contaminantes como virutas o escoria utilizando un cincel o la espátula. Un operario utilizando un esmeril con disco de alambre debe remover la oxidación presente en la viga. Así mismo se debe utilizar el esmeril con disco de pulido para eliminar asperezas en la viga. Si la viga presenta una deformación menor, se rectifica con gas butano y acetileno o golpeando con un mazo en la zona deformada. Y para proteger la viga, se aplica un diluyente anticorrosivo en todas las superficies.

6. Acabado (Proceso de Pintura)

En esta operación se realiza un pintado en la viga en todas las superficies, utilizando el equipo de pintura (compresor, tanque de pintura, mangueras y pistola para pintar). La pintura que se aplica es anticorrosiva para proteger la viga durante mucho tiempo. Se debe dejar la estructura secando por 30 minutos o más.

7. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

Utilizando el montacargas, levanta la viga y la coloca en algún lugar a campo abierto aledaño al área de pintura.

Operaciones para fabricar vigas de largo mayor a 6 m y menor a 18 m:

1. Corte por guillotina (Proceso de Preparado)
2. Rectificado de piezas en roladora pequeña (Proceso de Preparado)
3. Armado de viga menor a 6 m (Proceso de Armado) (Planta alta)
4. Armado de viga mayor a 6 m (Proceso de Armado) (Planta baja)
5. Enderezado de viga (Opcional) (Proceso de soldadura) (planta alta)
6. Soldadura Arco Sumergido (Proceso de Soldadura)
7. Preparación (Proceso de Pintura)
8. Acabado (Proceso de Pintura)
9. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

En diagrama de flujo de procesos se puede observar la ruta para la fabricación de este producto (ver ilustración 14).

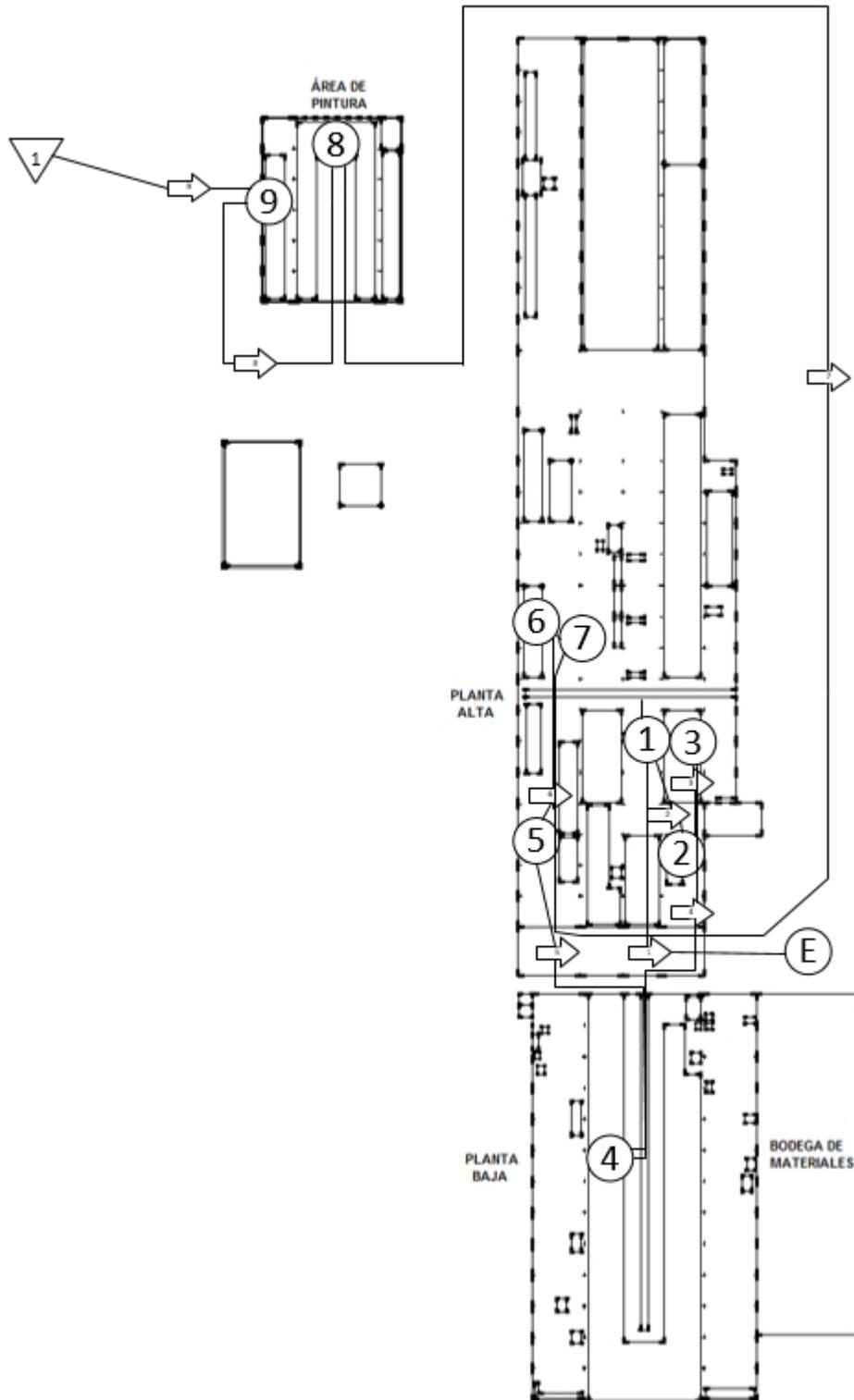


Ilustración 14 Diagrama de flujo de fabricación de vigas mayor a 6 m y menor o igual a 18 m

Descripción de las operaciones para fabricar vigas de tamaño mayor a 6 m y menor a 18 m:

1. Corte por guillotina HydraPower (Proceso de Preparado)

Se realizan cortes a la lámina con la máquina HydraPower según el diseño para obtener las piezas laterales y pieza central que tendrán cada viga.

2. Rectificado de piezas en roladora pequeña C24 (Proceso de Preparado)

Las piezas laterales y centrales son rectificadas con la roladora pequeña, para corregir cualquier deformidad superficial. Así la pieza tendrá la medidas y forma requerida en su diseño.

3. Armado de viga menor a 6 m (Proceso de Armado) (Planta alta)

En esta operación existe una actividad de preparación en dónde se deben esmerilar las zonas en que se pondrán los puntos de soldadura; se remueve las virutas presentes y se dará uniformidad a la superficie de contacto. Para las vigas tipo H e I las piezas laterales serán esmeriladas por el centro en todo lo largo y la pieza central será esmerilada por los bordes laterales. Para las vigas tipo U las piezas laterales serán esmeriladas en un borde lateral y la pieza central será esmerilada en los dos bordes laterales. Se colocan las piezas en la base para armar vigas, disponiéndolas según el tipo de viga y alineándolas según el diseño (para armar vigas de largo mayor a 6 m, las piezas laterales pueden estar alineadas de modo que sirva para encajar con otra viga). Para ajustar se colocan unas cuñas y así no se moverán las piezas. Con la máquina para soldar se ponen puntos de soldadura para mantener la estructura. Además, se deben colocar soportes (poniendo puntos de soldadura) en las piezas laterales para reforzar la estructura para la siguiente operación que es soldadura por arco sumergido.

4. Armado de viga mayor a 6 m y menor a 18 m (Proceso de Armado) (Planta baja)

Utilizando la grúa viajera se colocan la cantidad de vigas menor a 6 m en posición y se fijan. Utilizando la máquina para soldar se aplican puntos de soldaduras para que las vigas conformen la viga mayor a 6 m y menor a 18m. Es necesario que se coloquen soportes extras para que se mantenga la estructura.

5. Enderezado de viga (Opcional) (Proceso de soldadura)

Si la viga presenta deformidad como estructura, entonces, se debe enderezar, para esto, haciendo uso de la grúa viajera (cap. 12 TM) se coloca la viga en cualquiera de las máquinas enderezadora de vigas Volcano y se realiza el enderezado. Es importante que la viga esté enderezada para aplicar la soldadura definitiva por arco sumergido.

6. Soldadura por arco sumergido (Proceso de Soldadura)

Con la viga armada, se procede a aplicar la soldadura por arco sumergido en las piezas para unirlos definitivamente. Primero se aplica la soldadura por arco sumergido los lados de la viga en dónde no están los soportes. Segundo se retira la viga utilizando la grúa viajera, se quitan los soportes utilizando un mazo y el esmeril con disco abrasivo. Tercero utilizando la grúa viajera se voltea la viga. Cuarto se colocan los soportes (con puntos de soldadura) en el otro lado de la viga. Quinto se coloca la viga en la máquina para soldar por arco sumergido. Sexto se procede a soldar por arco sumergido.

7. Preparación (Proceso de Pintura)

En esta operación se procede a remover los soportes que tiene la viga utilizando un mazo y el esmeril con disco abrasivo. Se remueven contaminantes como virutas o escoria utilizando un cincel o la espátula. Un operario utilizando un esmeril con disco de alambre debe remover la oxidación presente en la viga. Así mismo se debe utilizar el esmeril con disco de pulido para eliminar asperezas en la viga. Si la viga presenta una deformación menor, se rectifica con gas butano y acetileno o golpeando con un mazo en la zona deformada. Y para proteger la viga, se aplica un diluyente anticorrosivo en todas las superficies.

8. Acabado (Proceso de Pintura)

En esta operación se realiza un pintado en la viga en todas las superficies, utilizando el equipo de pintura (compresor, tanque de pintura, mangueras y pistola para pintar). La pintura que se aplica es anticorrosiva para proteger la viga durante mucho tiempo. Se debe dejar la estructura secando por 30 minutos o más.

9. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

Utilizando el montacargas, se debe almacenar la estructura en el lugar que indique el responsable de pintura, generalmente es en campo abierto al lado del área de pintura.

7.1.2.2. Descripción de fabricación de perlines

En la planta de estructuras se fabrican 4 tipos de perlines (ver ilustración 15) que son perfil U, L, Z, C.

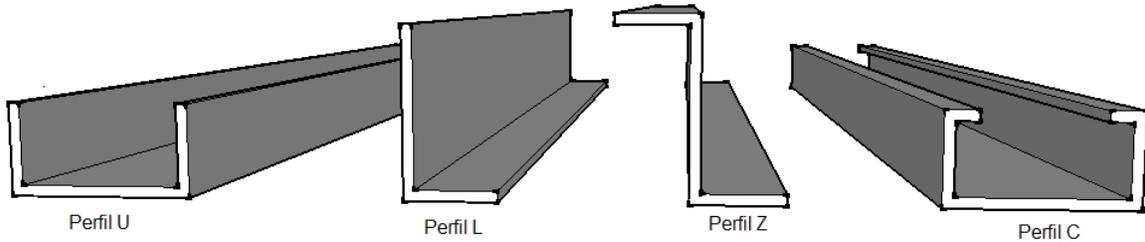


Ilustración 15 Tipos de perlines

Los perlines son utilizados para la construcción de estructuras metálicas verticales u horizontales, tanques de almacenamiento, equipos especiales.

En la página web <http://www.indenicsa.com/productos/Perlines> está la información sobre la normalización de los perlines que se fabrican en la planta de estructuras de INDENICSA. El largo máximo de un perlin que se fabrica en la planta de estructuras es de 6 m.

Las operaciones para fabricar perlines son:

1. Corte por Guillotina (Proceso de preparado)
2. Rectificado (Proceso de preparado)
3. Plegado (Proceso de preparado)
4. Preparación (Proceso de pintura)
5. Acabado (Proceso de pintura)
6. Almacenamiento (Proceso de pintura)

En diagrama de flujo de procesos se puede observar la ruta para la fabricación de este producto (ver ilustración 16).

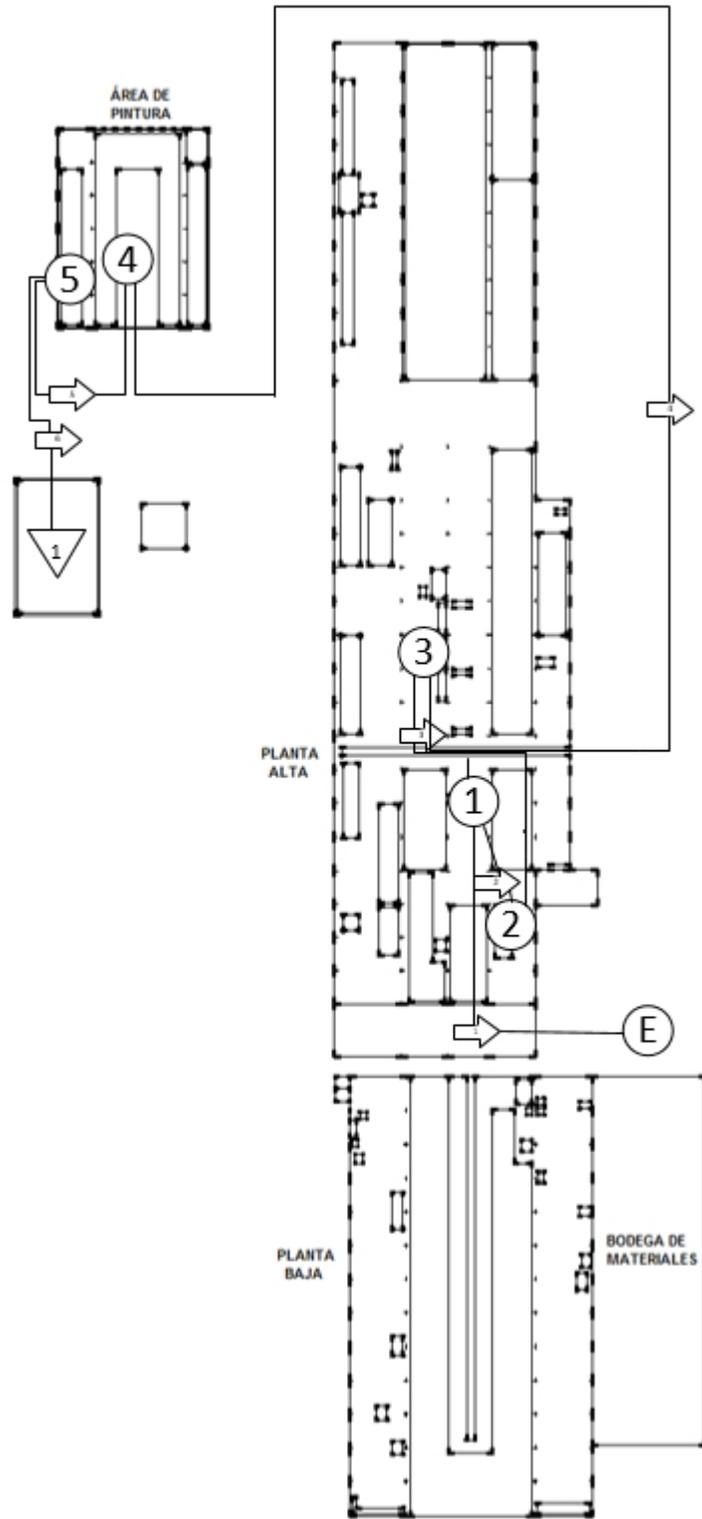


Ilustración 16 Diagrama de flujo de fabricación de perlines

Descripción de las operaciones para fabricar perlines:

1. Corte por guillotina HydraPower (Proceso de Preparado)

Se realizan cortes a la lámina con la máquina HydraPower según el diseño para obtener una pieza.

2. Rectificado (Proceso de Preparado)

Con la roladora pequeña o la rectificadora se procede a corregir las deformaciones en la pieza.

3. Plegado (Proceso de preparado)

Utilizando las máquinas prensas plegadoras (C12, C13, C14) se realiza el plegado en la pieza hasta obtener la forma deseada del perlin según su perfil.

4. Preparación

Esta operación tiene el objetivo de remover cualquier contaminante en el perlin. Para esto se utiliza el esmeril con discos para pulir y se limpia con diluyente anticorrosivo.

5. Acabado

Se aplica pintura anticorrosiva en el perlin utilizando el equipo de pintura y se deja secando por 30 minutos.

6. Almacenamiento

Cuando ya el perlin esta seco entonces está listo para su almacenamiento en la bodega de productos terminados. Un montacargas transporta todos los perlins hacia el área de almacenamiento.

7.1.2.3. Descripción de fabricación de tanque cisterna cilíndrico

Los tanques cisternas cilíndricos (ver ilustración 17) son estructuras que permiten el almacenamiento de líquidos como agua, combustible, aceites, etc. En la planta de estructura se fabrican según a cómo lo desee el cliente especificado en el diseño. Estos tipos de tanques pueden ser fijos o se puede instalar en camiones o rastras.

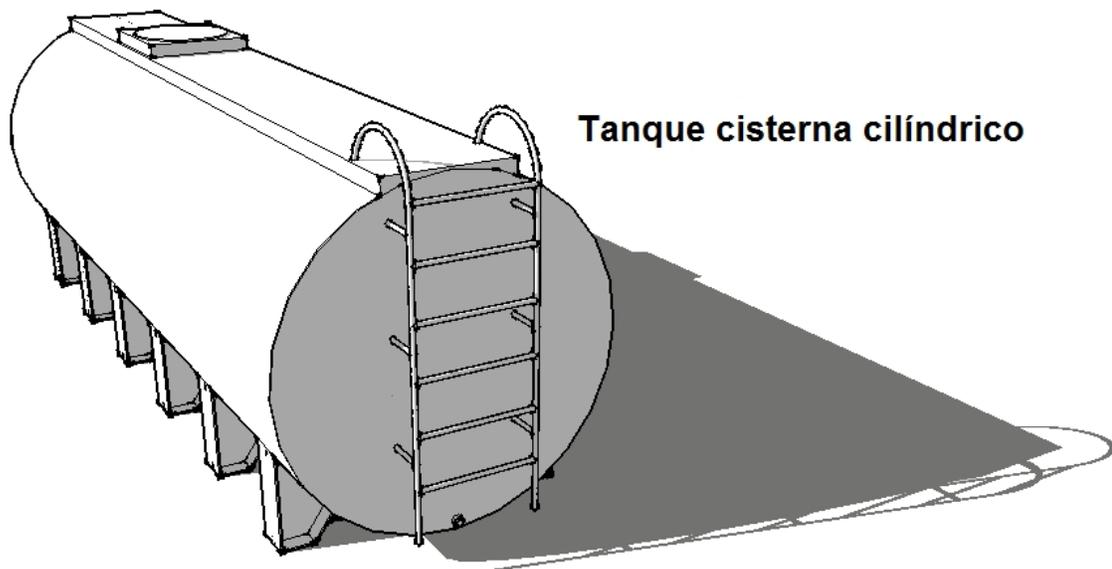


Ilustración 17 Tanque cisterna cilíndrico

Operaciones para fabricar tanque cisterna cilíndrico:

1. Corte por Guillotina (Proceso de Preparado)
2. Rolado (Proceso de Preparado)
3. Armado de cilindro (Proceso de Armado)
4. Soldadura por arco sumergido (Proceso de Soldadura)
5. Soldadura por arco manual (Proceso de Soldadura)

Con los cilindros armados, se procede a armar el tanque cilíndrico.

6. Armado de cilindros (2 o más) (Proceso de Armado)
7. Soldadura por arco manual de los cilindros (Proceso de Soldadura)
8. Oxicorte para crear un acceso al interior del tanque y huecos para entrada y salida de material que se almacenará (agua, aceite, gasolina, etc.) (Proceso de preparado)
9. Armado de accesorios al tanque (andamio, escalera, boquilla de manguera, puerta de acceso, etc.) (Proceso de armado)
10. Preparación (Proceso de Pintura)
11. Acabado (Proceso de Pintura)
12. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

En el diagrama de flujo de procesos se puede observar la ruta para la fabricación de este producto (ver ilustración 18).

Descripción de las operaciones para la fabricación del tanque cisterna cilíndrico:

1. Corte por Guillotina (Proceso de Preparado)

Se debe cortar la lámina según las dimensiones y medidas establecidas en su diseño. Para esto se utiliza la Guillotina HydraPower.

2. Rolado en roladora grande C23 (Proceso de Preparado)

Se realiza un rolado sobre la lámina para curvar la lámina y así formar la figura cilíndrica.

3. Armado de cilindro (Proceso de Armado)

Se esmerilan los bordes para preparar la superficie de unión. Se rola definitivamente y se ponen puntos de soldadura con la técnica de arco manual.

4. Soldadura por arco sumergido (Proceso de Soldadura)

Utilizando la máquina para soldar por arco sumergido, se aplica soldadura en la unión por la parte exterior de la estructura cilíndrica.

5. Soldadura por arco manual (Proceso de Soldadura)

Un operario debe soldar la unión por el interior de la estructura cilíndrica. Para esto utilizará una máquina para soldar y la técnica de soldadura por arco manual.

6. Armado de cilindros (2 o más) (Proceso de Armado)

Con varias estructuras cilíndricas se procede a armar el tanque cisterna cilíndrico. Para esto se debe ir uniendo las estructuras cilíndricas mediante puntos de soldadura.

7. Soldadura por arco manual de los cilindros (Proceso de Soldadura)

Utilizando la base para armar tanques cisternas cilíndricos se procede a aplicar soldadura definitiva con la técnica de soldadura por arco manual por la parte externa e interna del tanque.

8. Oxicorte para crear un acceso al interior del tanque y huecos para entrada y salida de material que se almacenará (agua, aceite, gasolina, etc.)

Utilizando oxicorte manual se realizan los cortes en el tanque cisterna cilíndrico para crear el acceso al interior. Además de huecos para entrada y salida de material. Todos los cortes se realizarán en correspondencia al diseño.

9. Armado de accesorios al tanque (andamio, escalera, boquilla de manguera, puerta de acceso, etc.) (Proceso de armado)

Todos los accesorios del tanque son considerados como productos, estructuras o equipos especiales. Los accesorios deben ser soldados con la técnica soldadura por arco manual en correspondencia al diseño del producto final.

10. Preparación (Proceso de Pintura)

En esta operación se debe remover todos los contaminantes como virutas y escorias presentes en la estructura utilizando cincel o espátula. Con el esmeril con discos para pulir, se debe pulir las superficies del tanque para remover asperezas en el producto. Y por último realizar una limpieza con diluyente anticorrosivo.

11. Acabado (Proceso de Pintura)

Se debe aplicar pintura anticorrosiva con el equipo de pintura en el interior y exterior del tanque cisterna para proteger la estructura. Dejar secar por un tiempo mínimo de 30 minutos.

12. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

Estando seco el tanque cisterna cilíndrico se procede a trasladar al área de almacenamiento utilizando el montacargas.

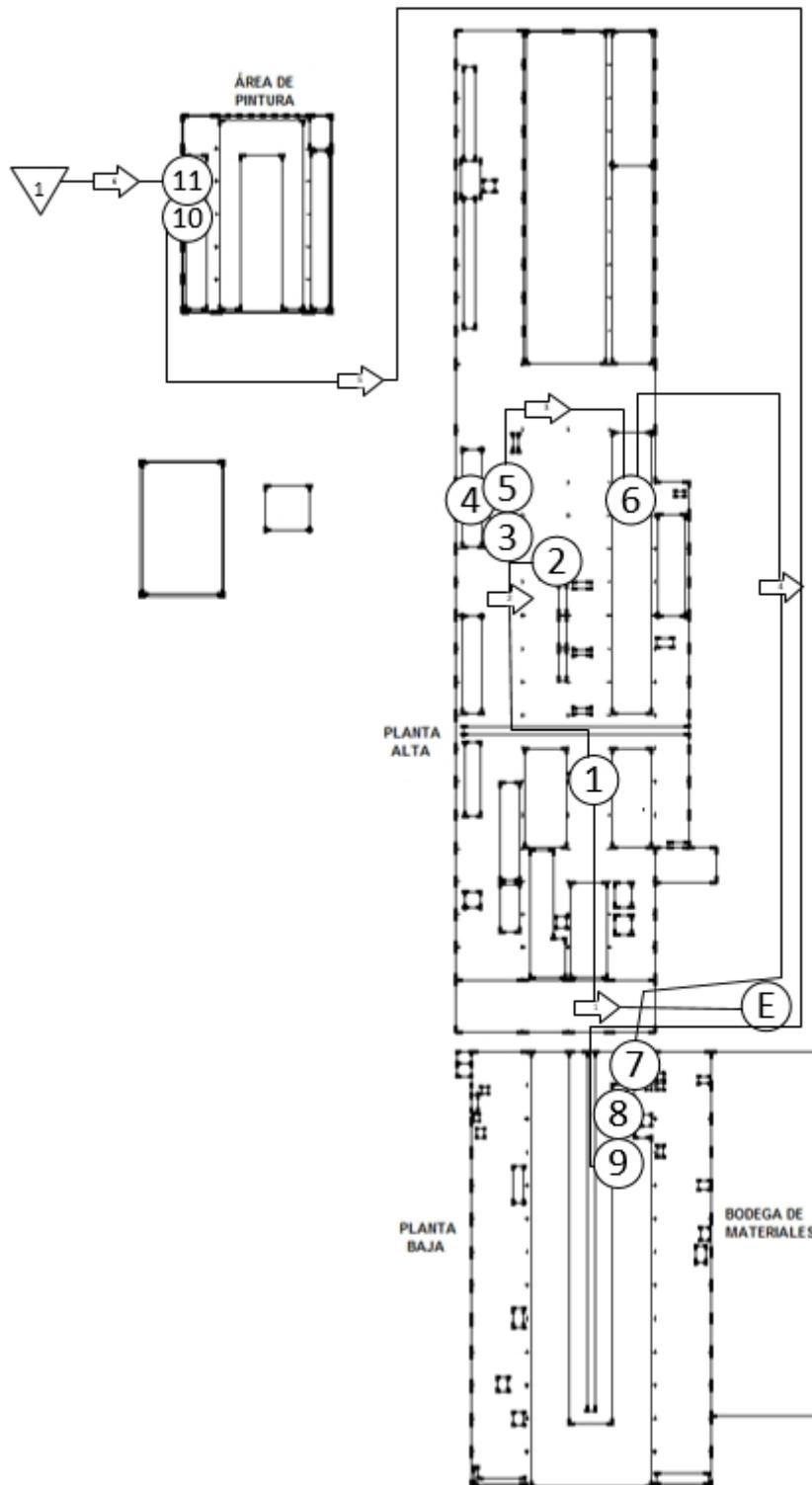


Ilustración 18 Diagrama de flujo de fabricación de tanque cisterna cilíndrico

7.1.2.4. Descripción de fabricación de tanque cisterna elíptico

Los tanques cisternas elípticos (ver ilustración 19) son estructuras que permiten el almacenamiento de líquidos como agua, combustible, aceites, etc. En la planta de estructura se fabrican según a cómo lo desee el cliente especificado en el diseño. Estos tipos de tanques pueden ser fijos o se puede instalar en camiones o rastras.

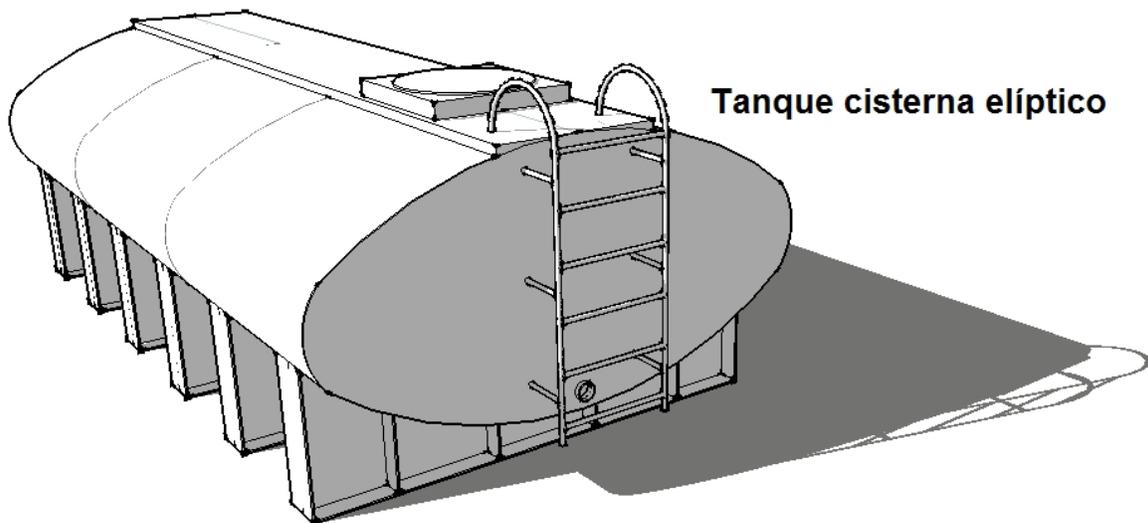


Ilustración 19 Tanque Cisterna Elíptico

Operaciones para fabricar tanque cisterna elíptico:

1. Corte por Guillotina (Proceso de Preparado)
2. Rolado en roladora grande C23 (Proceso de Preparado)
3. Armado de estructura elíptica (Proceso de Armado)
4. Soldadura por arco manual (Proceso de Soldadura)

Con los cilindros armados, se procede a armar el tanque elíptico.

5. Armado de las estructuras elípticas (2 o más) (Proceso de Armado)
6. Soldadura por arco manual de las estructuras elípticas (Proceso de Soldadura)

7. Oxicorte manual para crear un acceso al interior del tanque y huecos para entrada y salida de material que se almacenará (agua, aceite, gasolina, etc.)
8. Armado de accesorios al tanque cilíndrico (andamio, escalera, boquilla de manguera, puerta, etc.)
9. Preparación (Proceso de Pintura)
10. Acabado (Proceso de Pintura)
11. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

En el diagrama de flujo de procesos se puede observar la ruta para la fabricación de este producto (ver ilustración 20).

Descripción de las operaciones para la fabricación de tanque cisterna cilíndrico:

1. Corte por Guillotina (Proceso de Preparado)

Se debe cortar la lámina según las dimensiones y medidas establecidas en su diseño. Para esto se utiliza la Guillotina HydraPower.

2. Rolado en roladora grande C23 (Proceso de Preparado)

Se realiza un rolado sobre la lámina para curvar la lámina y así formar la figura elíptica. Se retira la lámina parcialmente rolada de la máquina roladora.

3. Armado de estructura elíptica (Proceso de Armado)

Se esmerilan los bordes para preparar la superficie de unión. Utilizando una base con forma elíptica se forma la estructura elíptica poniendo puntos de soldadura.

4. Soldadura por arco manual (Proceso de Soldadura)

Un operario debe soldar la unión por el interior de la estructura. Para esto utilizará una máquina para soldar y la técnica de soldadura por arco manual.

5. Armado de estructuras elípticas (2 o más) (Proceso de Armado)

Con varias estructuras elípticas se procede a armar el tanque cisterna elíptico. Para esto se debe ir uniendo las estructuras elípticas mediante puntos de soldadura.

6. Soldadura por arco manual de las estructuras elípticas (Proceso de Soldadura)

Se procede a soldar definitivamente las estructuras elípticas que conforman el tanque elíptico utilizando la máquina para soldar con la técnica de soldadura por arco manual.

7. Oxicorte para crear un acceso al interior del tanque y huecos para entrada y salida de material que se almacenará (agua, aceite, gasolina, etc.)

Utilizando oxicorte manual se realizan los cortes en el tanque cisterna cilíndrico para crear el acceso al interior. Además de huecos para entrada y salida de material. Todos los cortes se realizarán en correspondencia al diseño.

8. Armado de accesorios al tanque (andamio, escalera, boquilla de manguera, puerta, etc.) (Proceso de armado)

Todos los accesorios del tanque son considerados como estructuras especiales. Los accesorios deben ser soldados con la técnica soldadura por arco manual en correspondencia al diseño del producto final.

9. Preparación (Proceso de Pintura)

En esta operación se debe remover todos los contaminantes como virutas y escorias presentes en la estructura utilizando cincel o espátula. Con el esmeril con discos para pulir, se debe pulir las superficies del tanque para remover asperezas en el producto. Y por último realizar una limpieza con diluyente anticorrosivo.

10. Acabado (Proceso de Pintura)

Se debe aplicar pintura anticorrosiva con el equipo de pintura en el interior y exterior del tanque cisterna para proteger la estructura. Dejar secar por un tiempo mínimo de 30 minutos.

11. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

Estando seco el tanque cisterna elíptico se procede a trasladar al área de almacenamiento utilizando el montacargas.

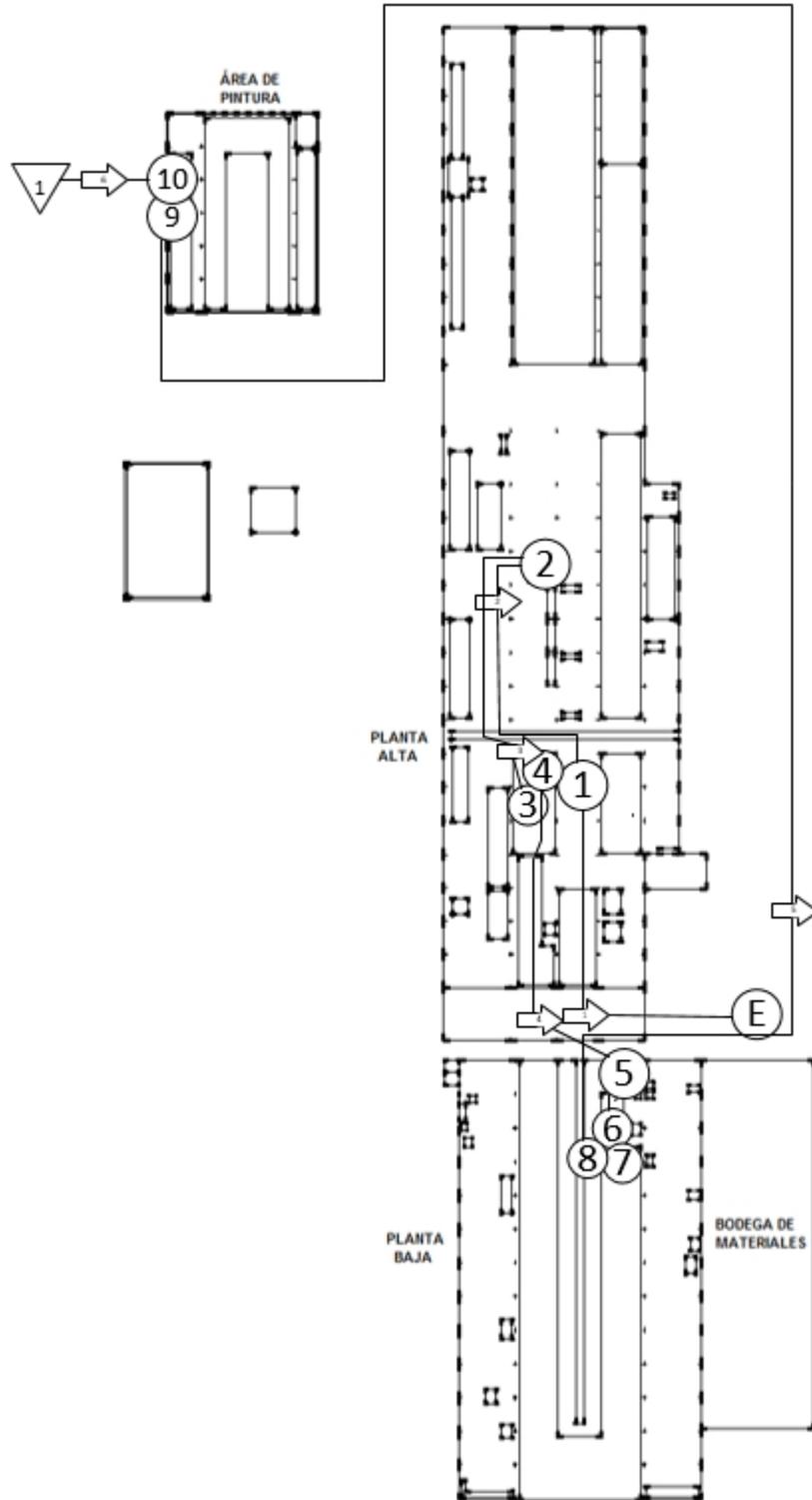


Ilustración 20 Diagrama de flujo de fabricación de tanque cisterna elíptico

7.1.2.5. Descripción de fabricación de tubo cañería

El tubo cañería (ver ilustración 21) es un conducto formado por caños que permite distribuir fluidos como líquidos o gases. Estos tubos cañerías pueden ser utilizados en las industrias, obras civiles, edificios, etc. Los accesorios se fabrican como piezas especiales en la planta de estructuras y se ensamblan cuando se realice la instalación.

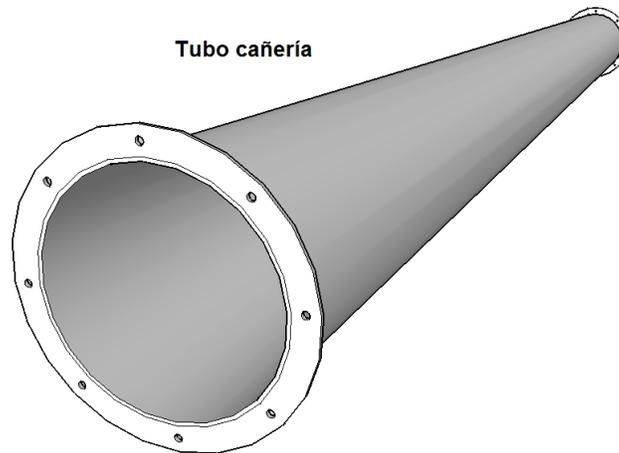


Ilustración 21 Tubo cañería

Las operaciones para fabricar estos tubos cañerías de 2 m de largo son:

1. Corte por Guillotina (Proceso de Preparado)
2. Rolado en roladora grande C23 (Proceso de Preparado)
3. Armado de tubo (Proceso de Armado)
4. Soldadura por arco sumergido (Proceso de Soldadura)
5. Soldadura por arco manual (Proceso de Soldadura) (Opcional)

Para armar tubos cañerías de mayor longitud hasta 10 m o más de largo se debe:

6. Armado de tubos (2 o más) (Proceso de Armado)
7. Soldadura por arco manual de los tubos (Proceso de Soldadura)
8. Preparación (Proceso de Pintura)

9. Acabado (Proceso de Pintura)
10. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

En el diagrama de flujo de procesos se puede observar la ruta para la fabricación de este producto (ver ilustración 22).

Descripción de las operaciones para la fabricación de tubos cañerías:

1. Corte por Guillotina (Proceso de Preparado)

Se debe cortar la lámina según las dimensiones y medidas establecidas en su diseño. Para esto se utiliza la Guillotina HydraPower.

2. Rolado en roladora grande C23 (Proceso de Preparado)

Se realiza un rolado sobre la lámina para curvar la lámina y así formar la figura cilíndrica.

3. Armado de tubo (Proceso de Armado)

Se esmerilan los bordes para preparar la superficie de unión. Se rola definitivamente y se ponen puntos de soldadura con la técnica de arco manual.

4. Soldadura por arco sumergido (Proceso de Soldadura)

Utilizando la máquina para soldar por arco sumergido, se aplica soldadura en la unión por la parte exterior de la estructura cilíndrica.

5. Soldadura por arco manual (Proceso de Soldadura) (Opcional)

Un operario debe soldar la unión por el interior de la estructura cilíndrica. Para esto utilizará una máquina para soldar y la técnica de soldadura por arco manual. (Esta operación es opcional y está en dependencia de que el operario pueda soldar por el interior de la estructura cilíndrica).

6. Armado de tubos (2 o más) (Proceso de Armado)

Con varias estructuras cilíndricas se procede a armar el tubo cañería. Para esto se debe ir uniando las estructuras cilíndricas mediante puntos de soldadura.

7. Soldadura por arco manual de los cilindros (Proceso de Soldadura)

Utilizando la base para armar tanques cisternas cilíndricos se procede a aplicar soldadura definitiva con la técnica de soldadura por arco manual por la parte externa e interna (en caso de que el operario pueda soldar desde el interior) del tubo.

8. Preparación (Proceso de Pintura)

En esta operación se debe remover todos los contaminantes como virutas y escorias presentes en la estructura utilizando cincel o espátula. Con el esmeril con discos para pulir, se debe pulir las superficies del tubo para remover asperezas en el producto. Y por último realizar una limpieza con diluyente anticorrosivo.

9. Acabado (Proceso de Pintura)

Se debe aplicar pintura anticorrosiva con el equipo de pintura en el interior y exterior del tanque cisterna para proteger la estructura. Dejar secar por un tiempo mínimo de 30 minutos.

10. Almacenamiento (Proceso de Pintura)

Estando seco el tanque cisterna cilíndrico se procede a trasladar al área de almacenamiento utilizando el montacargas.

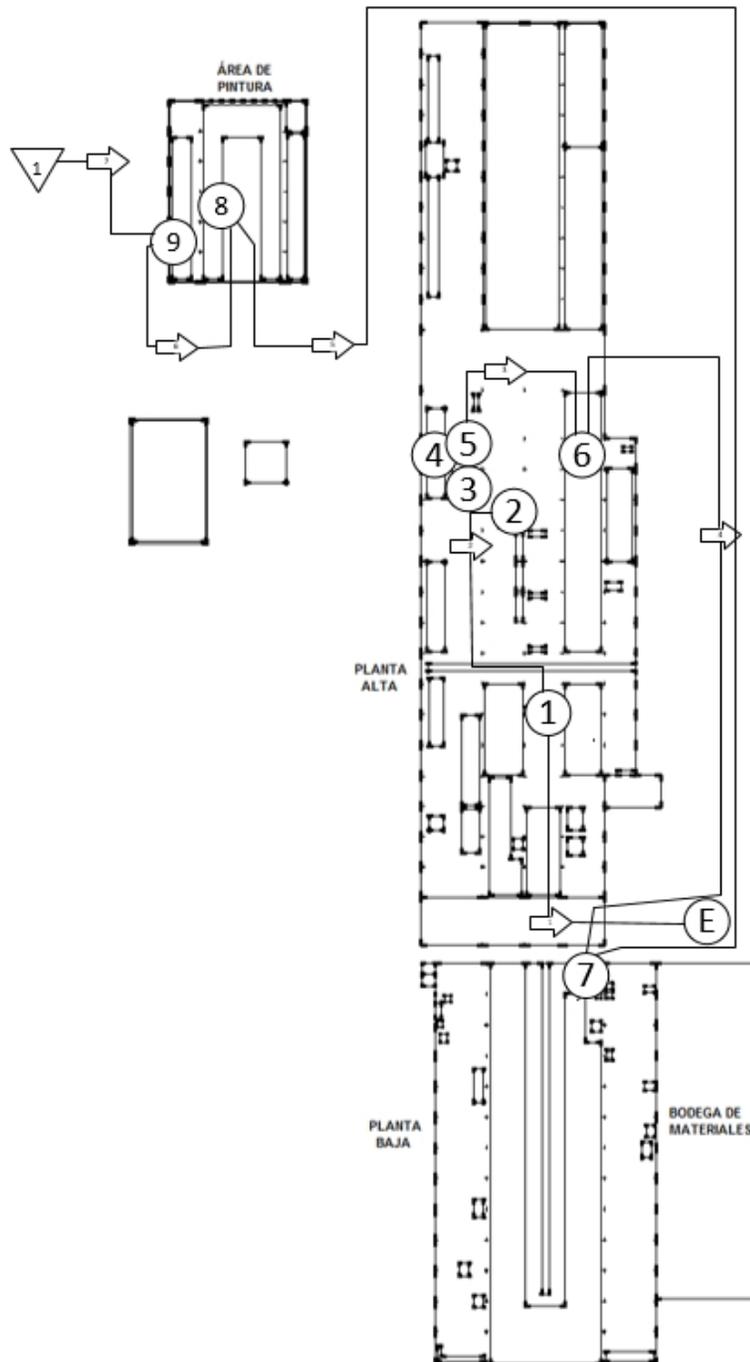


Ilustración 22 Diagrama de flujo de fabricación de tubos cañerías

7.1.2.6. Descripción de fabricación de estructuras armadas con tubos

Las estructuras armadas con tubos (ver ilustración 23) son utilizadas en la construcción de gimnasios, canchas deportivas, viviendas, galpones y edificios.

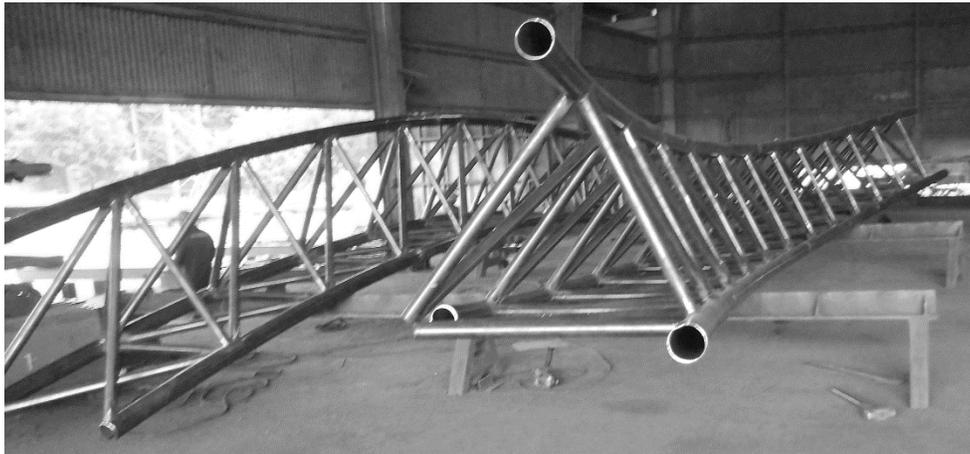


Ilustración 23 Estructura armada con tubos

Las operaciones para la fabricación de este tipo de estructura son:

1. Corte con sierra circular (proceso de preparado)
2. Corte con sierra sin fin (proceso de preparado)
3. Doblado de tubo (opcional) (proceso de preparado)
4. Roscado (opcional) (proceso de preparado)
5. Armado (proceso de armado)
6. Soldadura arco manual (proceso de soldadura)
7. Preparación (proceso pintura)
8. Acabado (proceso pintura)
9. Almacenamiento (proceso pintura)

En el diagrama de flujo de procesos se puede observar la ruta para la fabricación de este producto (ver ilustración 24).

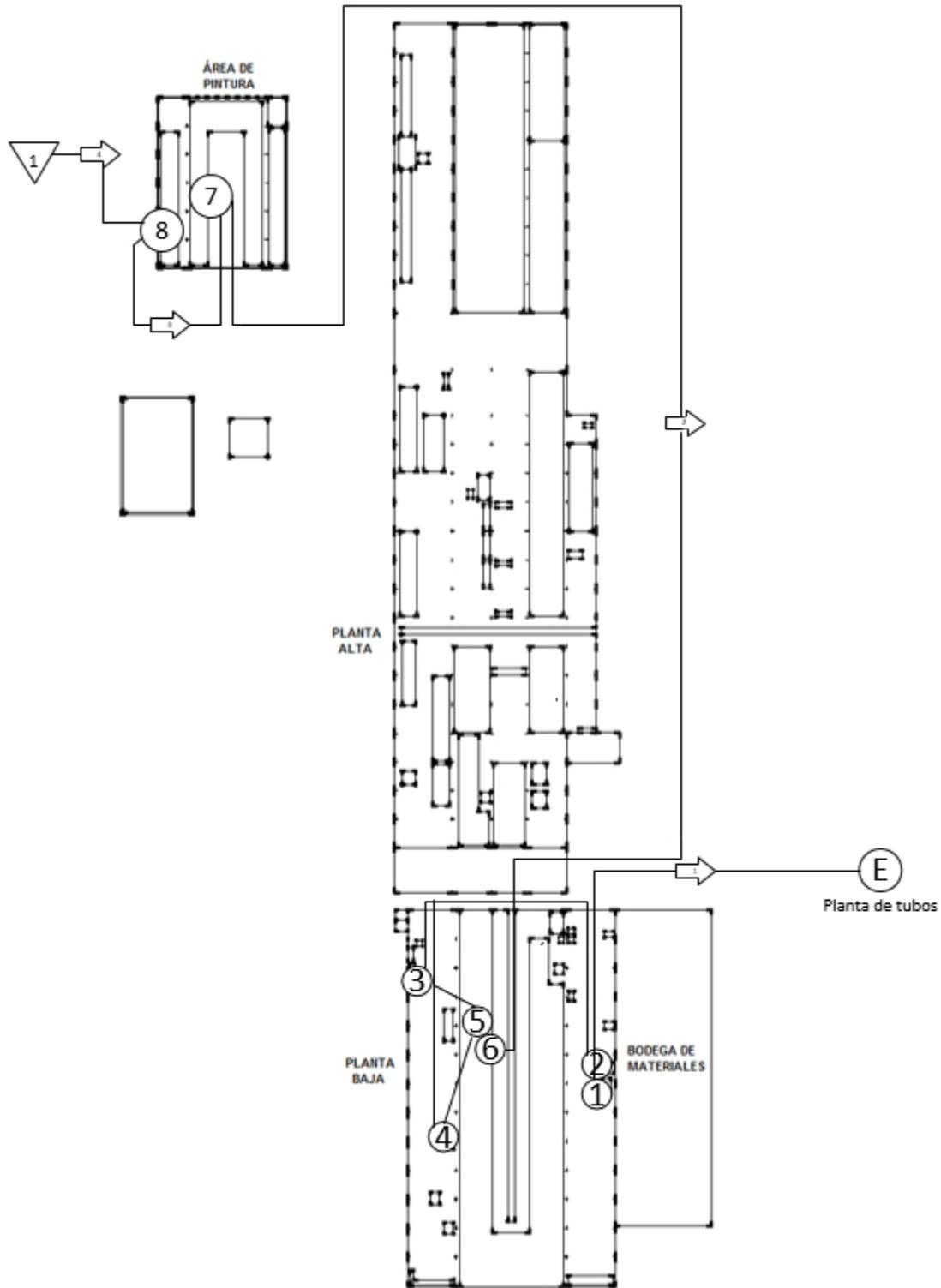


Ilustración 24 Diagrama de flujo de fabricación de estructuras con tubos

Descripción de las operaciones para la fabricación de estructuras con tubos:

1. Corte con sierra circular (proceso de preparado)

Los tubos provienen de la planta de tubos (largo máximo de 6 m). Estos tubos son cortados con la sierra con el fin de obtener tubos de menor medida.

2. Corte con sierra sin fin (proceso de preparado)

Esta operación se realiza para cortar tubos con medida más precisa a las establecidas en su diseño.

3. Doblado de tubo (opcional) (proceso de preparado)

Esta operación se realiza para doblar un tubo. Para esta operación se debe emplear la máquina dobladora de tubos.

4. Roscado (opcional) (proceso de preparado)

Esta operación se realiza para roscar tubos. Para esta operación se debe emplear la máquina roscadora Oster Wiloo.

5. Armado (proceso de armado)

En esta operación se arman todos los tubos para conformar la estructura. Se debe esmerilar las superficies de contacto para las uniones entre los tubos. Para el armado se colocan puntos de soldadura con la máquina para soldar.

6. Soldadura arco manual (proceso de soldadura)

Se debe soldar definitivamente la estructura, para esto se emplea la máquina para soldar utilizando la técnica soldadura arco manual.

7. Preparación (proceso pintura)

En esta operación se debe remover todos los contaminantes como virutas y escorias presentes en la estructura utilizando cincel o espátula. Con el esmeril con discos para pulir, se debe pulir las superficies del tubo para remover asperezas en el producto. Y por último realizar una limpieza con diluyente anticorrosivo.

8. Acabado (proceso pintura)

Se debe aplicar pintura anticorrosiva en la estructura para protegerla. Se debe dejar secar por un tiempo mínimo de 30 minutos.

9. Almacenamiento (proceso pintura)

Estando seca la estructura se procede a trasladar al área de almacenamiento utilizando el montacargas.

7.1.2.7. Fabricación de piezas, partes, equipos y estructuras especiales.

Es la fabricación de todos aquellos productos especiales diseñado por el cliente, que pueden ser piezas, partes, equipos y estructuras especiales. Las operaciones y rutas de procesos serán definidas por el departamento de producción, según lo que se requiere. Estos productos pueden ser procesados en los 4 procesos de la planta que son preparado, armado, soldadura y pintura.

7.1.3. Descripción de los procesos en la planta de estructuras

7.1.3.1. Descripción del proceso preparado

Nombre del proceso: Preparado

Función del proceso: Preparar las piezas o partes en medidas y detalles que son necesarias para armar la estructura según su diseño.

Las operaciones que hay en este proceso son: Corte (por guillotina, oxicorte, plasma y sierra), rectificadado, doblado, rolado, plegado, perforado, despuntado, troquelado y roscado.

La distribución de operaciones del proceso de preparado (ver ilustración 25) es:

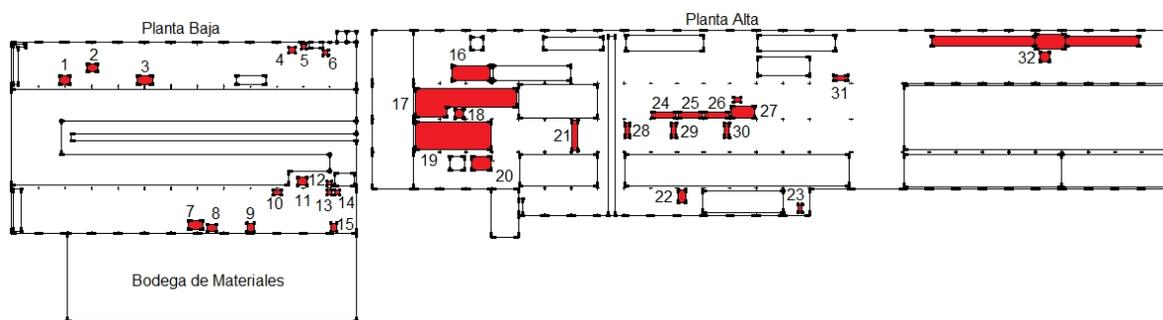


Ilustración 25 Distribución de operaciones del proceso preparado

1. Troquelado - Troqueladora C1 (The Toledo N° 34 P)
2. Rectificado - Martinete C28 (Strojárne Piesok XET-11)
3. Roscado - Roscadora A42 (OSTER WILOO)
4. Doblado - Dobladora de tubos
5. Perforado - Taladro de poste
6. Rectificado - Rectificadora (Herkules werk wetzlar)
7. Corte - Sierra (De Walt)
8. Corte - Sierra sin fin (Powermatic model 81)

9. Rectificado - Enderezadora C17 (Rock River MGHCO Jane Suille Wis USA)
10. Perforado - Ponchadora C4 (PeedingHaus)
11. Perforado - Máquina taladradora
12. Perforado - Ponchadora (WA WHITNEY Rockford ILL 805-498)
13. Perforado - Taladro de poste A21 (TPP 1230)
14. Perforado – Ponchadora
15. Rectificado - Martinete (Bradley 576 – 800 UP KELVE A)
16. Corte - Máquina Oxicorte (Wuxi Volcano Welding Z-15 HBEAM)
17. Corte - Área de Oxicorte
18. Corte - Máquina Oxicorte radial
19. Corte - Área de Oxicorte
20. Rolado - Roladora Pequeña C24
21. Corte - Guillotina SH3020 (HYDRAPOWER)
22. Perforado - Taladro A22
23. Despuntado - Despuntado C7 (Trumps)
24. Corte - Guillotina C11(The Cincinnati Shaper, co)
25. Corte - Guillotina C10 (The Cincinnati Shaper, co)
26. Corte - Guillotina C8 (Strojárne Piesok)
27. Rolado - Roladora grande C23
28. Plegado - Plegadora C12
29. Plegado - Plegadora C13
30. Plegado - Plegadora C14
31. Corte - Guillotina C9
32. Corte - HyPerformance Plasma HPR260

7.1.3.1.1. Descripción de la operación corte por guillotina

Nombre de la operación: Corte por guillotina

Función de la operación: Se realiza con el fin de cortar láminas de metal mediante las máquinas Guillotinas. Se obtiene como salida láminas más pequeñas, partes o piezas.

La información que se requiere en esta operación son los planos de la lámina con sus respectivas medidas, indicando su norma ASTM, las medidas de los cortes que se realizarán en la lámina. Además, debe contener identificación y datos del supervisor del proyecto.

El material que se requiere son las láminas de metal (Largo menor a 3.125 m y grosor menor a 5/8 “) sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor, la aleación o composición química de metal. Toda la información de la lámina está detallada en la propia lámina para su respectiva identificación.

La maquinaria que se utiliza en esta operación son: Grúa viajera, máquinas guillotina (existen 5 actualmente en planta alta, C8, C9, C10, C11 y HydraPower). Las herramientas son cinta métrica 8 m y tiza.

La capacidad que tiene cada máquina es:

Grúa viajera (Capacidad máxima 12 toneladas). Guillotina C8: Corte de láminas con grosor máximo de 5/8 pulgadas y ancho de 3.125 m. Guillotina C9: Corte de láminas con grosor máximo de 5/8 pulgadas y ancho de 3.125 m. Guillotina C10: Corte de láminas con grosor máximo de 5/8 pulgadas y ancho de 3.125 m. Guillotina C11: Corte de láminas con grosor máximo de 5/8 pulgadas y ancho de 3.125 m. Guillotina – HydraPower: Corte de láminas con grosor máximo de 3/8 pulgadas y ancho de 6.250 m.

Para realizar esta operación se requiere de 4 operarios. La preparación que han tenido los operarios es en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades que se realizan en ésta operación son:

- a. Inspeccionar
- b. Colocar la lámina a la máquina
- c. Marcar con tiza los puntos de corte sobre la lámina
- d. Colocar la lámina en posición de corte
- e. Realizar el corte
- f. Inspeccionar

Descripción de las actividades:

- a. Inspeccionar

Haciendo uso de la grúa viajera, se levanta la lámina, se inspecciona para revisar si tiene algún contaminante o alguna otra cosa que pueda afectar a la operación y la calidad del producto. También se debe revisar si su identificación corresponde a los planos de la pieza a cortar. Se realiza limpieza de la lámina si requiere.

- b. Colocar la lámina en la máquina

Con la grúa viajera se coloca la lámina en la máquina cerca de la zona de corte.

- c. Marcar con tiza los puntos de corte sobre la lámina

Los operarios utilizando cinta métrica miden y marcan con tiza los puntos o líneas sobre los bordes o superficie de la lámina ubicando la posición en dónde debe pasar la hoja de corte de la guillotina.

d. Colocar la lámina en posición de corte

Haciendo uso de la grúa viajera, colocan la lámina en posición para realizar el corte. Se usa como guía los puntos marcados con tiza. Para fijar la lámina se golpea con mazo hasta que los puntos marcados estén debajo de la guillotina. Se acciona la máquina para prensar, en ese momento un mecanismo que tiene la máquina prensa la lámina.

e. Realizar el corte

Se acciona la máquina y la hoja de corte de la guillotina baja y realiza el corte de la lámina. Las actividades de colocar la lámina en posición de corte y realizar el corte se realizan varias veces, hasta que se realicen todos los cortes sobre la lámina.

f. Inspeccionar

Cuando ya se han obtenido todos los cortes de la lámina, un operario debe revisar que las piezas tengan las medidas a cómo está indicado en su diseño. Puede utilizar las herramientas disponibles para la verificación de las dimensiones.

El producto obtenido son las láminas o piezas con las medidas requeridas según su diseño.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan es que las

piezas tengan las medidas que están descritas en el diseño. La unidad de medida es en milímetros o pulgada y el criterio de aceptación es + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tengan las medidas requeridas. Así mismo se registra la cantidad de láminas o piezas obtenidas.

7.1.3.1.2. Descripción de la operación oxicorte

Nombre de la operación: Oxicorte

Función de la operación: Se realiza con el fin de cortar láminas de metal mediante el equipo oxicorte, máquina oxicorte radial y máquina oxicorte Volcano. Este tipo de corte es por fundición y se alcanza una temperatura de 2500 °C. Se obtiene como salida láminas más pequeñas o piezas.

La información que requiere esta operación son los planos de la lámina con sus respectivas medidas, que indique norma ASTM, las medidas de los cortes que realizarán en la lámina. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que requiere esta operación son las láminas de metal (grosor menor o igual 1"), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor, la aleación o composición química de metal. Toda la información de la lámina está detallada en la propia lámina para su identificación.

Las máquinas que se requieren para esta operación son equipo oxicorte, máquina oxicorte radial máquina oxicorte Volcano. Las herramientas son cinta métrica, compás y tiza.

La capacidad que tiene el soplete oxicorte es de realizar corte a láminas o piezas con un grosor menor o igual a 1 ". Este es el rango debido a que este tipo de corte es por fundición a 2500 °C.

Para realizar esta operación se requiere de 1 o 2 operarios. La preparación que ha tenido el personal es en la propia empresa por operarios más antiguos.

Actividades que se realizan en la operación:

- a. Inspeccionar
- b. Colocar la lámina en el área que se realizará el corte
- c. Marcar con tiza los puntos de corte sobre la lámina
- d. Preparar el equipo oxicorte
- e. Realizar el corte
- f. Inspeccionar

Descripción de las actividades:

- a. Inspeccionar

Haciendo uso de la grúa viajera, se levanta la lámina, se inspecciona si la lámina corresponde a los planos de la lámina y cortes. Se realiza limpieza de la lámina si requiere.

- b. Colocar la lámina en el área que se realizará el corte

Haciendo uso de la grúa viajera se coloca en el área para realizar el corte. Si se utilizará el equipo oxicorte se debe montar el equipo encima de la pieza. Si se utilizara la máquina oxicorte radial se debe fijar la lámina o pieza en la máquina. Si se utilizará la máquina oxicorte Volcano se debe montar la pieza o lámina encima de la base. La máquina que debe utilizarse debe definirse por el departamento de producción.

- c. Marcar con tiza los puntos de corte sobre la lámina

Un operario utilizando los instrumentos de medición debe medir y con tiza debe marcar en los bordes o superficie de la lámina para guiarse en dónde realizará el oxicorte.

d. Preparación del equipo oxicorte

El operario debe inspeccionar los tanques para comprobar si cuenta con gas butano y oxígeno, regular la presión si se requiere. En caso de utilizar equipo oxicorte, máquina oxicorte radial o máquina oxicorte Volcano, debe revisar la máquina y quitar cualquier cosa que pueda afectar la calidad del producto.

e. Realizar el corte

Si la línea a cortar es recta se utiliza el equipo oxicorte. Se acciona el sistema oxicorte y el carro que tiene el soplete se va moviendo en dirección de la guía realizando el corte. Este corte se realiza porque el calor alcanzado es 2500 °C con lo cual funde la lámina o pieza.

Si se realizará un corte curvo, entonces se utiliza la máquina oxicorte radial. Su brazo permite que el operario lo mueva y realice el debido corte.

La máquina oxicorte Volcano puede realizar cortes superficiales en dos ejes por lo largo X y ancho Y. Esto se debe regular y controlar con la máquina.

Si se requiere cortar curvas se puede utilizar la máquina oxicorte radial o si es forma irregular se aplica oxicorte manual en dónde el operario utiliza el soplete para realizar el corte.

Se debe tomar en cuenta, de que el soplete no debe pasar en la línea dónde está marcado con tiza, sino más bien al lado hacia afuera, debido a que este tipo de corte

por fundición abarca más superficie y podría dejar la pieza con un tamaño menor a las de diseño. Al final se obtiene una pieza con uno de sus bordes con mayor tamaño y esto luego será rebajado esmerilando ese borde hasta obtener el tamaño deseado.

f. Inspeccionar

Haciendo uso de las herramientas de medición disponible, se debe revisar que la pieza obtenida tenga las medidas según su diseño.

El producto obtenido de esta operación son láminas o piezas con las medidas requeridas según su diseño.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan es que las piezas tengan las medidas que están descritas en el diseño. La unidad de medida es en milímetros o pulgadas y el criterio de aceptación es + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tengan las medidas requeridas. Así mismo el supervisor lleva registro de las láminas o piezas obtenidas.

7.1.3.1.3. Operación corte por plasma

Nombre de la operación: Corte por plasma

Función de la operación: Se realiza con el fin de cortar láminas o piezas de metal con grosor menor o igual a 1" utilizando la máquina HyPerformance Plasma. Se obtiene como salida láminas más pequeñas, partes o piezas.

La información que se requiere para realizar esta operación son planos de la lámina con sus respectivas medidas, que indique norma ASTM, las medidas de los cortes que realizarán en la lámina. Debe incluirse planos digitales de la pieza para

introducir esos datos en la computadora que tiene la máquina. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que se requieren para realizar esta operación son láminas de metal (menor o igual 1"), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor, la aleación o composición química de metal. Toda la información de la lámina está detallada en la propia lámina, para su identificación.

La máquina necesaria para llevar a cabo esta operación es Máquina HyPerformance Plasma HPR260 y la grúa viajera.

La capacidad de la Máquina HyPerformance Plasma HPR260 es de corte en láminas con grosor máximo de 1" y 1 m de ancho. Temperatura de corte es de 10000°C.

Para realizar esta operación se requiere 2 operarios. Los operarios recibieron preparación cuando se instaló la máquina en la planta; los operarios recibieron capacitación por técnicos de la empresa Burlington Automatic que fabrica la máquina, además cuentan con manual de uso de la máquina.

Actividades de la operación:

- a. Inspeccionar
- b. Colocar la lámina o pieza en el rack de la máquina
- c. Colocar la lámina o pieza debajo del brazo de la máquina
- d. Dar instrucciones a la máquina sobre los cortes
- e. Escaneo de máquina sobre la pieza
- f. Realizar corte(s)
- g. Retirar láminas o piezas
- h. Inspeccionar

Descripción de las actividades de la operación:

a. Inspeccionar

Haciendo uso de la grúa viajera, se levanta la lámina, se inspecciona si corresponde a los planos de diseño y se realiza limpieza de la lámina si requiere.

b. Colocar la lámina en el rack de la máquina

Haciendo uso de la grúa viajera se coloca la lámina en el rack de la máquina.

c. Colocar la lámina debajo del brazo de la máquina

Uno de los operarios acciona el sistema móvil del rack para que la lámina o pieza quede por debajo del brazo de la máquina.

d. Dar instrucciones a la máquina sobre los cortes

Haciendo uso de los planos digitales, se dan las instrucciones al software de la máquina.

e. Escaneo de máquina sobre la pieza

Para que la máquina realice el corte(s) de forma precisa, el brazo de la máquina realiza un escaneo de la pieza; con esto mide las dimensiones de la pieza.

f. Realizar corte(s)

Cuando la máquina ya tiene toda la información del escaneo, entonces inicia el proceso automatizado de corte con plasma.

g. Retirar láminas o piezas

Un operario acciona el sistema móvil del rack para retirar la láminas o piezas obtenidas de la máquina.

h. Inspeccionar

Un operario inspecciona visualmente los cortes realizados por la máquina si corresponde a lo requerido.

El producto obtenido de esta operación son láminas o piezas con las medidas requeridas según su diseño

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan es que las piezas tengan las medidas que están descritas en el diseño. La unidad de medida es en milímetros o pulgadas y el criterio de aceptación es + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tengan las medidas requeridas. También el supervisor registra la cantidad de láminas o piezas obtenidas.

7.1.3.1.4. Operación corte por sierra

Nombre de la operación: Corte por sierra

Función de la operación: Cortar tubos redondos, cuadrados o rectangulares, según la medida requerida en diseño.

La información que se requiere son planos del tubo con sus respectivas medidas, que indique norma ASTM, las medidas de los cortes que realizarán en el tubo. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales para realizar esta operación son:

Tubo redondo, cuadrado o rectangular.

Las máquinas a utilizar son: Sierra circular (DeWalt), Sierra sin fin (Powermatic model 81) y herramienta cinta métrica 8 m.

Las capacidades de las máquinas son: Sierra circular puede cortar tubos con grosor máximo de 3/8 "y Sierra sin fin puede cortar tubos con grosor máximo de 3/16 ".

La cantidad de operarios que se requieren para realizar esta operación son 1 o 2 operarios en dependencia del tubo. La preparación que han tenido es en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades de la operación son:

- a. Inspeccionar
- b. Colocar el tubo en la mesa de corte de la sierra (circular o sin fin)
- c. Medir y marcar con tiza los puntos de corte
- d. Preparar la sierra
- e. Realizar el corte
- f. Retirar los tubos cortados
- g. Inspeccionar

Descripción de las actividades de la operación:

- a. Inspeccionar

Inspeccionar las medidas del tubo si corresponden a los planos de diseño.

- b. Colocar el tubo en la mesa de corte de la sierra (circular o sin fin)

Levantar y colocar el tubo en la mesa de corte.

c. Medir y marcar con tiza los puntos de corte

Con una cinta métrica medir y marcar los puntos de corte, en dónde la sierra debe pasar.

d. Preparar la sierra

Inspeccionar la sierra. En caso de la sierra circular revisar el disco de corte (estando la máquina apagada). En caso de la sierra sin fin revisar la banda de sierra.

e. Realizar el corte

Encender la máquina y realizar corte(s) en el tubo.

f. Retirar los tubos cortados

Retirar los tubos de la mesa de corte.

g. Inspeccionar

Revisar corte(s) en el tubo. Medir si el tubo tiene las dimensiones requeridas por diseño.

El producto obtenido es el tubo con las medidas requeridas en su diseño.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan es que el tubo tenga las medidas que están descritas en el diseño. La unidad de medida es en

milímetros o pulgadas y el criterio de aceptación es + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar los tubos que no tengan las medidas requeridas. El supervisor registra las piezas obtenidas de esta operación.

7.1.3.1.5. Descripción de la operación rectificado

Nombre de la operación: Rectificado

Función de la operación: Esta operación se realiza para rectificar las piezas metálicas en donde se debe corregir las deformaciones superficiales, laterales o combinadas, con la finalidad de que sea uniforme a la información de diseño.

La información que se requiere para esta operación son planos de la lámina o pieza con sus respectivas medidas, que indique norma ASTM, la forma final que debe tener la lámina o pieza. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que se requieren son láminas o piezas de metal (grosor menor o igual 1"), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor.

La maquinaria rectificar puede usar la rectificadora (Herkules werk wetzlar), martinete C28 (Strojárne Piesok XET-11), martinete (Bradley 576 – 800 UP KELVE A), roladora pequeña (C24), roladora grande (C23). Herramientas cinta métrica 8 m, cuerda para tensar y tiza.

La capacidad que tiene la maquinaria es:

La rectificadora (Herkules werk wetzlar tiene una capacidad de rectificar piezas de hasta 5" de ancho, grosor hasta 1" esto dependerá del uso de los discos de la máquina. El martinete C28 rectifica piezas por impacto, se recomienda hacerlo con un grosor máximo a 3/8". El Martinete (Bradley 576 – 800 UP KELVE A) rectifica

piezas por impacto, se recomienda hacerlo con un grosor máximo a 1". Aunque la máquina puede ajustarse para rectificar piezas de mayor grosor. La roladora pequeña C24 tiene una capacidad de rectificar piezas o láminas menor a 2 m de ancho, grosor hasta 1". La roladora grande C23 tiene una capacidad de rectificar piezas o láminas menor a 3 m de ancho, grosor hasta 1".

Para realizar esta operación se requiere de 2 o más operarios. La preparación que han tenido los operarios es en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades de la operación son:

- a. Inspeccionar la pieza
- b. Marcar las desviaciones en la pieza
- c. Preparar la máquina
- d. Rectificar la pieza
- e. Inspeccionar
- f. Retirar la pieza

Descripción de las actividades de la operación:

- a. Inspeccionar la pieza

Se revisa la pieza para conocer más detalles de deformidad, se utiliza una cuerda y se tensa para observar la curvatura.

- b. Marcar las desviaciones

Con una tiza se marca los puntos de desviaciones en dónde debe aplicarse la rectificación en la pieza.

- c. Preparar la máquina

Según el tipo de rectificación se prepara la máquina.

Si se emplea la rectificadora se colocan los discos adecuados para la rectificación.

Si se emplea la roladora, entonces se ajustan los rodillos en posición para rectificar.

Si se emplea el martinete se ajusta la fuerza de impacto del martillo.

d. Rectificar la pieza

En caso de la roladora, se enciende la máquina y se pasa la pieza entre los rodillos.

En caso de la rectificadora, se enciende la máquina y se pasa la pieza entre los discos.

Si se usa el martinete, los operarios deben colocar la pieza debajo del martillo para que reciba el impacto.

e. Inspeccionar

Se inspecciona la pieza otra vez utilizando la cuerda tensada, hasta que la pieza esté uniforme. En caso, de que no esté rectificadas, realizan las actividades anteriores hasta que la pieza esté rectificadas.

f. Retirar la pieza

Se retira la pieza de la máquina y se coloca en un área para su debido traslado.

El producto obtenido de esta operación son las láminas o piezas rectificadas según su diseño.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan es que las piezas tengan las medidas que están descritas en el diseño sin curvatura. Las unidades de medida son milímetros y pulgada. Los sensores son cinta métrica y cuerda. Criterio de aceptación es la tolerancia en la medida de 0 a +2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tenga la calidad requerida. El supervisor debe registrar la cantidad de láminas o piezas rectificadas.

7.1.3.1.6. Descripción de la operación doblado

Nombre de la operación: Doblado

Función de la operación: Esta operación se realiza para doblar una pieza metálica o tubo a como corresponde a su diseño.

La información que se requiere para realizar esta operación son planos de la pieza con sus respectivas medidas y curvatura, que indique norma ASTM, la forma final que debe tener la lámina o pieza. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que se requieren son piezas o tubos de metal (grosor menor o igual 1"), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor.

Para doblado se puede usar la rectificadora (Herkules werk wetzlar), dobladora de tubos (C27), roladora pequeña (C24), roladora grande (C23). Herramientas cinta métrica 8 m, pieza guía curveada.

La rectificadora tiene una capacidad de doblar piezas de hasta 5" de ancho, grosor hasta 1" esto dependerá del uso de los discos de la máquina. La dobladora de tubos C27 tiene una capacidad de doblar tubos de hasta 6" de diámetro. La roladora

pequeña C24 tiene una capacidad de doblar piezas o láminas menor a 2 m de ancho, grosor hasta 1". La roladora grande C23 tiene una capacidad de doblar piezas o láminas menores a 3 m de ancho, grosor hasta 1".

La operación requiere de 2 o más operarios. La preparación que han tenido es en la propia empresa por operarios más antiguos.

Actividades de la operación:

- a. Inspeccionar
- b. Marcar los puntos en dónde se hará el doblado
- c. Preparar la máquina
- d. Doblar la pieza
- e. Inspeccionar
- f. Retirar la pieza

Descripción de las actividades de la operación:

- a. Inspeccionar

Se inspecciona la pieza para verificar si está uniforme, si está deforme se debe rectificar la pieza.

- b. Marcar los puntos en dónde se hará el doblado

El supervisor del proyecto debió entregar al operario una pieza para guiarse sobre la curvatura que debe tener la pieza a doblar. El operario debe marcar los puntos en dónde hará el doblado.

- c. Preparar la máquina

Según el tipo de doblado se prepara la máquina.

Si se emplea la rectificadora se colocan los discos adecuados para el doblado.

Si se emplea la roladora pequeña o grande, entonces se ajustan los rodillos en posición para doblar.

Si se utiliza la dobladora de tubos, se colocan los discos adecuados al diámetro para el doblado del tubo.

d. Doblar la pieza

El operador introduce la pieza o tubo entre los discos o rodillos y se va haciendo el doblado de la pieza.

e. Inspeccionar

Se inspecciona que la pieza tenga la curvatura utilizando la pieza guía.

f. Retirar la pieza

Se retira la pieza de la máquina y se coloca en un área para su debido traslado.

El producto obtenido de esta operación son las piezas o tubos doblados a como está establecido en diseño.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan es que las piezas o tubos tengan las medidas y curvatura que están descritas en el diseño. Las unidades de medidas son milímetros o pulgadas. Los sensores son cinta métrica y

pieza guía de curvatura. Criterio de aceptación de 0 a + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tenga la calidad requerida. También el supervisor registra la cantidad de piezas obtenidas en esta operación.

7.1.3.1.7. Descripción de la operación rolado

Nombre de la operación: Rolado

Función de la operación: Esta operación se realiza para rolar una lámina metálica para obtener una forma cilíndrica que puede ser usado como tubo, cañería, tanque cilíndrico o elíptico, etc.

La información que se requiere para realizar la operación son planos de la forma cilíndrica con sus respectivas medidas y diámetro, que indique norma ASTM, la forma final que debe tener la lámina o pieza. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que se requieren son láminas de metal (grosor menor o igual a 1" y ancho menor a 3.125 mm), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor.

Las máquinas que se utilizan para el rolado son: Roladora pequeña (C24), roladora grande (C23), máquina para soldar. Herramientas esmeril y cinta métrica 8 m.

La roladora pequeña C24 tiene una capacidad de rolar láminas menores a 2 m de ancho, grosor hasta 1". La roladora grande C23 tiene una capacidad de rolar láminas menores a 3 m de ancho, grosor hasta 1".

Para realizar la operación se requiere de 2 o más operarios. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades de la operación son:

- a. Inspeccionar la lámina
- b. Preparar la roladora
- c. Colocar la lámina en la roladora
- d. Rolar la lámina parcialmente
- e. Esmerilar los bordes de unión
- f. Rolar la lámina definitivamente
- g. Poner puntos de soldadura para unir los bordes
- h. Inspeccionar el cilindro
- i. Esmerilar
- j. Retirar el cilindro

Descripción de las actividades de la operación:

- a. Inspeccionar la lámina

Se inspecciona la lámina para verificar que no tenga algún defecto, se rechaza si tiene algún defecto notable o no corresponda a los datos descritos en el plano. También se debe limpiar en caso de estar sucia con polvo. Se mide el largo, ancho y grosor, para valorar si está en correspondencia al cilindro que se quiere elaborar según el diseño.

- b. Preparar la roladora

El operario que está encargado de manejar la roladora prepara los rodillos de tal modo que su posición permita el paso de la lámina sin rolarse.

- c. Colocar la lámina en la roladora

Utilizando la grúa viajera se levanta la lámina y se coloca entre los rodillos de la roladora.

d. Rolar la lámina parcialmente

El operador de la roladora inicia a rolar, haciendo pasar la lámina entre los rodillos de la máquina, operando la máquina debe bajar el rodillo central para que la lámina se curvee mientras se va conformando el cilindro.

e. Esmerilar los bordes de unión

Un operario esmerila con disco de desbaste los bordes en dónde se soldará el cilindro.

f. Rolar la lámina definitivamente

Se rola la lámina definitivamente para que se puedan poner los puntos de soldadura.

g. Poner puntos de soldadura para unir los bordes

Para que el cilindro mantenga su forma, un soldador coloca puntos de soldadura en los bordes.

h. Inspeccionar el cilindro

Se inspecciona que el cilindro tenga la forma correcta y el diámetro sea el que está en diseño. Para esto se realiza mediciones con la cinta métrica.

i. Esmerilado

Se realiza un último esmerilado con disco de desbaste para remover cualquier viruta o escoria presente en la lámina rolada.

j. Retirar el cilindro

El operario ayudante coloca los soportes de la grúa viajera en el cilindro. El operario de la roladora levanta el rodillo central y el otro operario con la grúa viajera retira el cilindro de los rodillos. El cual debe colocarse alejado de la roladora.

El producto obtenido de esta operación son las estructuras cilíndricas a como está establecido en su diseño.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan son dimensión de la figura cilíndrica, diámetro interno y externo. El sensor utilizado es cinta métrica. Criterio de aceptación es que las medidas estén en un rango de tolerancia de 0 a + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar la figura cilíndrica que no tenga la calidad requerida. La cantidad de productos es registrada por el supervisor.

7.1.3.1.8. Descripción de la operación plegado

Nombre de la operación: Plegado

Función de la operación: Esta operación se realiza para realizar pliegues en láminas o piezas metálicas conforme a su diseño.

La información que se requiere para realizar esta operación son planos de la lámina o pieza con sus respectivas medidas, que indique norma ASTM, la forma final que debe tener la pieza. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que se requieren para esta operación son láminas o piezas de metal (grosor máximo de 3/8 " y 3 m de ancho), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor.

La maquinaria que se requiere para esta operación son las prensas plegadoras (C12, C13, C14). Herramienta cinta métrica 8 m, escuadra.

Las máquinas plegadoras tienen una capacidad de plegar láminas o piezas con un grosor máximo de 1/2" y ancho menor a 3.125 m.

Para realizar esta operación se requiere de 1 o 2 operarios, según la lámina o pieza a plegar. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades de la operación son:

- a. Inspeccionar la lámina o pieza
- b. Marcar con tiza los puntos de pliegue
- c. Colocar lámina o pieza en la plegadora
- d. Plegar la lámina o pieza
- e. Retirar la lámina o pieza
- f. Inspeccionar

Descripción de las actividades de la operación:

- a. Inspeccionar la lámina o pieza

Se inspecciona la lámina para verificar que no tenga algún defecto, se rechaza si tiene algún defecto notable. Se verifica que la lámina o pieza corresponda a lo descrito en diseño. También se debe limpiar en caso de estar sucia con polvo.

- b. Marcar con tiza los puntos de pliegue

Se realiza mediciones con las herramientas de medida y se marca con tiza a la lámina o pieza con punto o raya en las secciones en dónde se realizará el plegado definido en el diseño.

c. Colocar la lámina o pieza en la plegadora

Los operarios manualmente cargan la lámina o pieza para colocarla en el área de la máquina en dónde baja la prensa en correspondencia a los puntos marcados.

d. Plegar la lámina o pieza

Uno de los operarios presiona un pedal que hará que la prensa baje y realice el pliegue.

e. Retirar la lámina o pieza

Después de haber realizado el pliegue(s) se retira la lámina o pieza de la plegadora y se coloca en un área de fin de operación.

f. Inspeccionar

Revisar con los instrumentos de medición disponibles que los pliegues tengan las dimensiones requeridas según el plano de diseño.

El producto obtenido de esta operación es la lámina o pieza plegada conforme a su diseño.

El producto obtenido de esta operación son láminas o piezas plegadas.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan son dimensionales y ángulo de pliegue. Las unidades de medida son milímetros o

pulgadas y grados. Como sensores se utilizan cinta métrica y escuadra. Tolerancia es 0 a + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tenga la calidad requerida. También el supervisor registra la cantidad de piezas plegadas.

7.1.3.1.9. Descripción de la operación perforado

Nombre de la operación: Perforado

Función de la operación: Esta operación se realiza para realizar perforaciones en láminas o piezas metálicas conforme a su diseño.

Esta operación requiere la información de los planos de la lámina o pieza con sus respectivas medidas con las perforaciones que requiere, que indique norma ASTM. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que requiere son láminas o piezas de metal (grosor máximo de 1"), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor.

Las máquinas que se pueden utilizar para perforar son Taladradoras (A21, A22, A55 y una máquina taladro sin identificación), Ponchadoras (C4 PeddingHaus, WA Whitney Rockford ILL 805-498 y una ponchadora sin identificación), HyPerformance Plasma HPR-260. Herramientas cinta métrica 8 m y pie de rey.

La capacidad para los taladros, el grosor máximo para realizar perforaciones es de 1 pulgada y diámetro puede variar según el tamaño de la broca. Para la ponchadora el grosor máximo para realizar perforaciones es 3/4 pulgadas y diámetro puede variar según herramienta de ponchado. Para la perforación por plasma el grosor máximo para realizar perforaciones es de 1 pulgada y diámetro puede variar ya que la máquina puede hacer cortes curvados.

Se requiere de 1 o 2 operarios, según la lámina o pieza a perforar. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades de esta operación son:

- a. Inspeccionar la lámina o pieza
- b. Preparar la máquina
- c. Marcar con tiza en la lámina o pieza los puntos en dónde será perforado
- d. Fijar la lámina o pieza en la máquina
- e. Perforar la lámina o pieza
- f. Retirar la lámina o pieza
- g. Inspeccionar la perforación

Descripción de la operación:

- a. Inspeccionar la lámina o pieza

Se inspecciona la lámina o pieza para verificar sus dimensiones y que sea uniforme, se rechaza si tiene algún defecto notable. También se debe limpiar en caso de estar sucia con polvo.

- b. Preparar la máquina

Si la perforación se hace con los taladros se debe colocar la broca según la dimensión del agujero a perforar, ajustar la velocidad del taladrado.

Si la perforación se hace con la ponchadora, se debe colocar el punzón con respecto al diámetro requerido.

Si la perforación se hace con la HyPerformance Plasma, se coloca la pieza debajo del brazo que hará el corte por plasma.

c. Marcar con tiza en la lámina o pieza los puntos en dónde será perforado

Se realizan las mediciones correspondientes en la lámina o pieza y se marca con tiza la ubicación en dónde se realizarán los agujeros. Si la perforación se hará por plasma, se debe fijar las coordenadas con el software de la computadora de la máquina.

h. Fijar la lámina o pieza en la máquina

Se debe fijar la lámina o pieza con las guías que tiene cada máquina.

d. Perforar la lámina o pieza

Accionar la máquina y realizar la perforación.

e. Retirar la lámina o pieza

Cuando se ha terminado de realizar todas las perforaciones en la lámina o pieza, entonces se procede a retirar la lámina o pieza de la máquina.

f. Inspeccionar la perforación

Revisar con los instrumentos de medición la ubicación de la perforación y su respectiva forma.

Los productos obtenidos de esta operación son piezas o láminas perforadas.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan son dimensionales, diámetro, posición de perforado y profundidad. Las unidades de medida son milímetros o pulgadas y grados. Como sensores se utilizan cinta métrica. Tolerancia es 0 a + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tenga la calidad requerida. El supervisor registra la cantidad de piezas perforadas.

7.1.3.1.10. Descripción de la operación despuntado

Nombre de la operación: Despuntado

Función de la operación: Esta operación se realiza para realizar detalles como corte, muesca, borde, reborde, pliegue, corte abertura, pestañeo o redondeado en láminas o piezas metálicas conforme a su diseño.

La información que requiere esta operación son los planos de la lámina o pieza con sus respectivas medidas y detalles que se requiere, que indique norma ASTM. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales son las láminas o piezas de metal (grosor máximo de 1/4"), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor.

La máquina a utilizar es la despuntadora C7.

La capacidad de la despuntadora es hacer detalles láminas o piezas (con un grosor máximo de 1/4") como corte, muesca, borde, reborde, pliegue, corte abertura, pestañeo o redondeado en láminas o piezas. La herramienta puede dar 1000 golpes por minuto.

Para esta operación se requiere de 1 o 2 operarios. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades de esta operación son:

- a. Inspeccionar la pieza
- b. Preparar la máquina
- c. Marcar con tiza en la pieza el área dónde será despuntada la pieza
- d. Fijar pieza en la máquina
- e. Despuntar la pieza
- f. Retirar la pieza
- g. Inspeccionar el despuntado

Descripción de las actividades de la operación:

- a. Inspeccionar la pieza

Se inspecciona la pieza, para verificar sus medidas y características.

- b. Preparar la máquina

Regular en la máquina la fuerza y velocidad del despuntado. Colocar la herramienta que hará el trabajo de corte, muesca, borde, reborde, plegado, corte apertura, pestañeo o redondeado.

- c. Marcar con tiza en la pieza el área dónde se hará el despuntado

Medir y marcar con tiza a la pieza en el área en dónde se hará el despuntado.

- d. Fijar pieza en la máquina

Fijar la pieza en la máquina con los soportes.

e. Despuntar la pieza

Accionar la máquina para despuntar la pieza hasta obtener el detalle requerido.

f. Retirar la pieza

Obtenido el detalle en la pieza, se procede a retirar la pieza de la máquina.

g. Inspeccionar el despuntado

Revisar con las herramientas de medición la calidad del despuntado sobre la pieza.

El producto obtenido de esta operación es la pieza con el detalle descrito en su diseño.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan son dimensionales al detalle. Las unidades de medida son milímetros o pulgadas. Como sensores se utilizan cinta métrica. Tolerancia es 0 a + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tenga la calidad requerida. Se registra la cantidad de piezas obtenidas.

7.1.3.1.11. Descripción de la operación troquelado

Nombre de la operación: Troquelado

Función de la operación: Esta operación se emplea para estampar una figura en una pieza metálica, esto puede ser parcial o total según el diseño.

La información que requiere esta operación son los planos de la lámina o pieza con sus respectivas medidas con el troquelado requerido, que indique norma ASTM. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que requiere son láminas o piezas de metal (grosor máximo de 1"), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor.

La máquina para realizar esta operación es la Troqueladora C1 (The Toledo N° 34 P). Herramienta cinta métrica 8 m.

La máquina Troqueladora puede troquelar láminas o piezas con un grosor máximo de 1".

Se requiere 1 o 2 operarios para esta operación. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades de la operación son:

- a. Inspeccionar la lámina o pieza
- b. Preparar la máquina
- c. Marcar con tiza en la lámina o pieza el área dónde debe ser troquelado
- d. Fijar la lámina o pieza en la máquina
- e. Troquelar la lámina o pieza
- f. Retirar la lámina o pieza
- g. Inspeccionar el troquelado

Descripción de las actividades de la operación:

- a. Inspeccionar la lámina o pieza

Se inspecciona la lámina para verificar sus dimensiones y que sea uniforme, se rechaza si tiene algún defecto notable. También se debe limpiar en caso de estar sucia con polvo.

b. Preparar la máquina

Regular la fuerza de prensado y preparar la base a la altura necesaria.

c. Marcar con tiza en la lámina o pieza el área dónde debe ser troquelado

Se realizan las mediciones correspondientes en la lámina o pieza y se marca con tiza la ubicación en dónde se fijará para que el troquelado quede en la ubicación deseada.

d. Fijar la lámina o pieza en la máquina

Se debe fijar la lámina o pieza con la guía que tiene la máquina.

e. Troquelar la lámina o pieza

Accionar la máquina y realizar el troquelado.

f. Retirar la lámina o pieza

Retirar la lámina o pieza de la Troqueladora.

g. Inspeccionar el troquelado

Revisar con las herramientas de medición la ubicación del troquelado en la lámina o pieza, profundidad y forma.

El producto obtenido es la lámina o pieza estampada según su diseño.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan son dimensionales al detalle del estampado (ubicación y profundidad). Las unidades de medida son milímetros o pulgadas. Como sensores se utilizan cinta métrica. Tolerancia es 0 a + 2 mm. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tenga la calidad requerida. El supervisor registra la cantidad de piezas troqueladas.

7.1.3.1.12. Descripción de la operación roscado

Nombre de la operación: Roscado

Función de la operación: Esta operación se emplea para roscar un tubo según su diseño.

La información que se requiere son planos del tubo con sus respectivas medidas y el roscado requerido (ubicación, largo, separación del roscado y ángulo), que indique norma ASTM. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que se requieren en esta operación son tubos de metal (diámetro máximo de 4"), sus medidas pueden variar en longitud, ancho y grosor.

La máquina que se utiliza para realizar esta operación es la Roscadora A42 Oster Wiloo.

La capacidad de la roscadora es que puede hacer roscas en tubos con un máximo de diámetro de 4".

Se requiere de 1 operario para esta operación. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades de esta operación son:

- a. Inspeccionar el tubo
- b. Preparar la máquina
- c. Marcar con tiza el largo del roscado en el tubo
- d. Fijar el tubo en la máquina
- e. Roscar el tubo
- f. Retirar el tubo

Descripción de las actividades:

- a. Inspeccionar el tubo

Inspeccionar el tubo que tenga las medidas de diseño, que esté rectificado y no tenga defectos de calidad.

- b. Preparar la máquina

Ajustar la velocidad de la máquina, velocidad de rotación, tope, ángulo de inclinación de la cuchilla.

- c. Marcar con tiza el largo del roscado en el tubo

Medir con una cinta métrica el largo que tendrá el roscado del tubo y marcar respectivamente.

- d. Fijar el tubo en la máquina

Se fija el tubo en los mandriles de la máquina y se ajusta la cuchilla de corte.

e. Roscar el tubo

Se acciona la máquina y se realiza el roscado.

f. Retirar el tubo

Terminada la operación de roscado, se verifica el roscado y se retira de la máquina.

El producto obtenido es el tubo roscado con las especificaciones de su diseño.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad. Las variables que controlan son dimensionales al detalle del roscado (longitud, separación entre roscas y ángulo de roscado). Las unidades de medida son milímetros o pulgadas. Como sensores se utilizan cinta métrica. El supervisor debe aceptar o rechazar las láminas o piezas que no tenga la calidad requerida. El supervisor registra la cantidad de tubos roscados obtenidos de esta operación.

7.1.3.2. Descripción del proceso de armado

Nombre del proceso: Armado

Función del proceso: Armar partes o piezas para conformar una estructura según su diseño.

La operación que comprende el proceso de armado es: Armado.

La distribución del proceso de armado (ver ilustración 26) es:

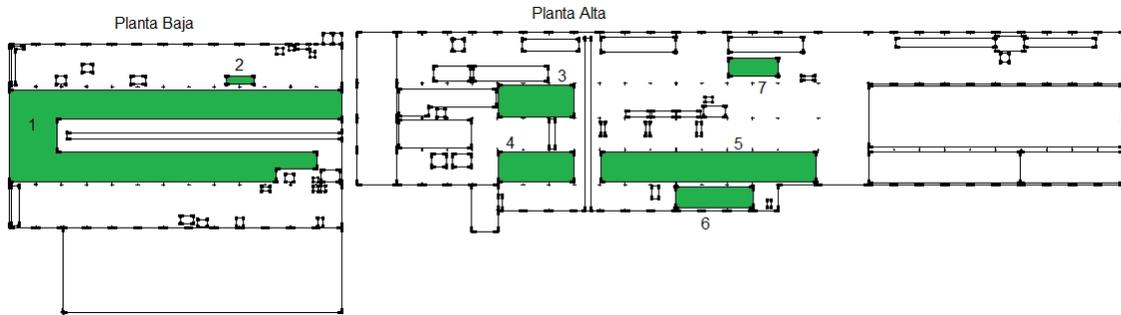


Ilustración 26 Distribución de operaciones del proceso armado

1. Armado de estructuras
2. Base para armas estructuras
3. Armado de estructuras pequeñas, tanques cisternas elípticos
4. Armado de vigas
5. Armado de vigas, tubos de cañerías, tanques cisternas cilíndricos
6. Armado de vigas
7. Armado de vigas, tubos de cañerías

7.1.3.2.1. Descripción de la operación armado

Nombre de la operación: Armado

Función de la operación: Armar partes o piezas para conformar una estructura según su diseño.

Información que se requiere para llevar a cabo esta operación son los planos de la estructura que se debe armar, con detalle de la forma en que debe unirse cada pieza en la estructura y que indique norma ASTM. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que se requieren para realizar esta operación son todas las piezas o partes de la estructura según su diseño.

Las máquinas que se requiere para esta operación son máquina para soldar con electrodos #6010, #6011, #6013, #7018 de (6.5 x 305 mm), grúa viajera. Herramientas esmeril, cinta métrica 8 m, escuadra, pie de rey.

Las máquinas para soldar tienen amperaje máximo de 400 A y el esmeril una capacidad de rotación del eje de 1800 a 3600 RPM.

Se requiere de 1 o más operarios para armar una estructura, en dependencia de la planificación. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos. Hay pocos operarios que han tenido preparación en el Tecnológico Nacional o CECNA.

Actividades de la operación:

- a. Inspección de las piezas o partes
- b. Esmerilar las superficies en dónde se aplicará soldadura
- c. Preparar la base para fijar la estructura
- d. Colocar las piezas en la base y fijar la estructura
- e. Regular la máquina para soldar
- f. Colocar puntos de soldadura
- g. Inspección de la estructura
- h. Retirar la estructura

Descripción de las actividades:

- a. Inspección de las piezas o partes

Se realiza una inspección de las piezas o partes, si corresponden en medida a las especificadas en diseño, que no estén deformes y no tengan defectos como fracturas o algún otro deterioro.

b. Esmerilar las superficies en dónde se aplicará soldadura

Se debe esmerilar con disco de desbaste a las superficies de contacto para eliminar cualquier defecto que pueda afectar la soldadura y esta debe quedar uniforme y preparadas para la soldadura.

c. Preparar la base para fijar la estructura

Para armar una estructura (producto) se requiere fijar en una base, esto para que no se muevan las piezas mientras se está realizando la soldadura.

Hay productos que se arman constantemente en la planta baja como vigas de varios perfiles y tamaños o tubos como cañerías, tanque cisternas cilíndricos o elípticos, los operarios ya tienen bases que han fabricado de forma improvisada y les sirve para armar la estructura. Hay otros productos que no se arman con frecuencia o que quizás nunca se ha armado, entonces los operarios deben crear esa base para poder fijar la estructura; ellos toman restos de láminas y fabrican la base.

d. Colocar las piezas en la base y fijar la estructura

Cuando la base ya está fabricada, entonces los operarios montan las piezas y las fijan en la base, así sea de forma sostenida, con apoyos o soldadura. Se inspecciona que la estructura no se mueva para que la estructura sea armada con puntos de soldadura.

e. Regular máquina de soldadura

El soldador debe regular el voltaje y corriente de la máquina de soldadura. Si la corriente es muy alta el electrodo se funde más rápido y esto puede fundir el material a soldar; de lo contrario, si la corriente es muy baja el electrodo no se funde

correctamente y las gotas de metal fundido no se adhieren bien a la superficie que se requiere soldar.

f. Colocar puntos de soldadura

Cuando todo está preparado y las piezas de la estructura están fijadas correctamente, se procede a colocar los puntos de soldadura para fijar las piezas y partes para obtener la estructura final.

g. Inspección de la estructura

Los operarios y el supervisor del proyecto deben inspeccionar si las medidas, ángulos, armado y puntos de soldadura están de acuerdo al diseño de la estructura.

h. Retirar la estructura

Si la complejidad de la estructura requiere que la soldadura se realice con arco manual, entonces no se retira la estructura.

Si la estructura no es compleja como una viga o las uniones que se deben de realizar son en forma recta, entonces se debe soldar con arco sumergido, lo que conlleva a transportar hacia las respectivas máquinas de soldadura por arco sumergido.

El producto obtenido de esta operación es la estructura con las especificaciones de su diseño. Se fabrican estructuras como vigas, estructuras de vigas armadas, tanques cisternas cilíndricas y elípticas, tubos y equipos especiales. Hay estructuras que se arman parcial o total. Las estructuras que se arman de forma parcial es debido a que se realizará el armado en el lugar en dónde el cliente desee que se realice la instalación como estructuras con vigas, tanques de almacenamiento, puentes viales y peatonales y otras estructuras o equipos especiales. Las

estructuras armadas totalmente tienen como restricción que su largo debe ser menor que 18 metros.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad, pero usan los planos de diseño para guiarse. Las variables que controlan son dimensión, ángulo de unión y calidad del armado. Las unidades de medida son milímetros o pulgadas. Como sensores se utilizan cinta métrica. El criterio de aceptación es que la estructura tenga como tolerancia 0 a + 2 mm en piezas y medidas de la estructura. El supervisor debe aceptar o rechazar las estructuras que no tengan la calidad requerida. El supervisor de proyecto registra la estructura armada según el proyecto que corresponde.

7.1.3.3. Descripción del proceso de soldadura

Nombre del proceso: Soldadura

Función del proceso: Soldar definitivamente una estructura con el objetivo que no se desarme.

Las operaciones del proceso de soldadura son: Soldadura Arco Manual, Soldadura Arco Sumergido.

La distribución del proceso de soldadura (ver ilustración 27) es:

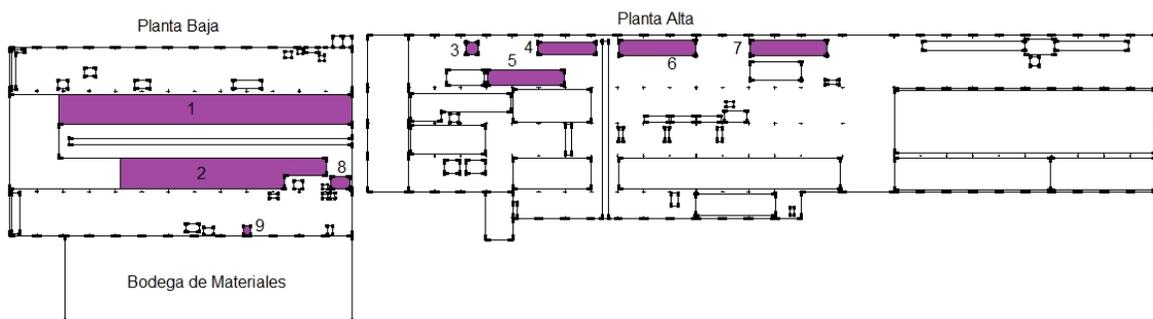


Ilustración 27 Distribución de operaciones del proceso de soldadura

1. Soldadura Arco Manual
2. Soldadura Arco Manual
3. Enderezado de vigas - Volcano
4. Enderezado de vigas - Volcano
5. Máquina de Soldadura Arco Sumergido - ESAB
6. Máquina de Soldadura Arco Sumergido - Volcano
7. Máquina de Soldadura Arco Sumergido - Volcano
8. Base para soldar tubos
9. Enderezadora de vigas

7.1.3.3.1. Descripción de la operación soldadura por arco manual

Nombre de la operación: Soldadura con arco manual

Función de la operación: Soldar las uniones entre partes y piezas para unir las definitivamente una estructura según su diseño.

La información que se requiere en esta operación son los planos de la estructura que se debe soldar, con detalle de la forma en que debe unirse cada pieza en la estructura. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Los materiales que requiere esta operación es la estructura previamente armada.

Para realizar esta operación se utiliza la máquina para soldar y sus respectivos electrodos #6010, #6011, #6013, #7018 de (6.5 x 305 mm).

La máquina para soldar se puede regular hasta un máximo de 400 A.

Se requiere de 1 o más operarios para realizar la soldadura en dependencia de la estructura. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa

por operarios más antiguos. Hay pocos operarios que han tenido preparación en el Tecnológico Nacional o CECNA.

Las actividades que se realizan en esta operación son:

- a. Inspección
- b. Colocar la estructura dónde se realizará la soldadura
- c. Preparar la máquina para soldar
- d. Soldar
- e. Retirar la estructura

Descripción de las actividades:

- a. Inspección

Inspeccionar que la estructura no tenga defectos que puedan afectar la soldadura; si existe alguno se debe informar al supervisor del proyecto o corregir.

- b. Colocar la estructura dónde se realizará la soldadura

Existen estructuras que en el lugar en dónde se arma luego se realiza la soldadura definitiva, así que no es necesario moverlas. Hay estructuras que se arman en un lugar y deben soldarse definitivamente en otro lado, para esto, se transporta con las grúas viajeras o montacargas y se debe colocar en el espacio destinado para soldar.

- c. Preparar la máquina para soldar

Se debe regular el voltaje y corriente de la máquina para soldar. Se debe preparar el electrodo a utilizar.

- d. Soldar

Se aplica soldadura, se aplica la técnica de avance y retroceso para soldar definitivamente las piezas de la estructura. Se debe realizar un ensayo en la unión para verificar que se está aplicando una adecuada corriente para soldar. Si salpica mucha escoria significa que la corriente es muy alta, si la corriente es baja el material fundido no está soldando correctamente y se notará que la unión no es completa.

La operación se puede repetir hasta que todas las partes hayan sido soldadas definitivamente.

e. Retirar la estructura

Utilizando las grúas viajeras se retira la estructura para que sea transportada a su siguiente proceso que es pintura.

El producto obtenido de esta operación son las estructuras soldadas definitivamente.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad, pero usan los planos de diseño para guiarse. La variable que se controla es la calidad de la soldadura. El sensor es la observación visual y si se acepta si las uniones están bien soldadas. El supervisor debe aceptar o rechazar las estructuras que no tengan la calidad requerida. El supervisor registra la estructura soldada definitivamente según el proyecto que corresponda.

7.1.3.3.2. Descripción de la operación soldadura por arco sumergido

Nombre de la operación: Soldadura por arco sumergido

Función de la operación: Soldar definitivamente las partes y piezas de la estructura según su diseño.

Se requiere la estructura armada para realizar esta operación.

La maquinaria que se emplean son las enderezadoras de Vigas – Volcano, máquina Soldadura Arco Sumergido – ESAB y máquinas Soldadura por Arco Sumergido – Volcano.

La máquina para soldar se puede regular hasta 400 A.

La cantidad de operarios necesarios para esta operación son 3 o más operarios en dependencia de la estructura. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos.

Actividades de la operación:

- a. Inspección
- b. Enderezar la viga (Opcional)
- c. Colocar la estructura dónde se realizará la soldadura
- d. Preparar la máquina para soldar
- e. Soldar
- f. Retirar la estructura

Descripción de las actividades:

- a. Inspección

Inspeccionar que la estructura no tenga defectos que puedan afectar la soldadura; si existe alguno se debe informar al supervisor del proyecto o corregir.

b. Enderezar la viga (Opcional)

Si es una viga lo que se va a soldar definitivamente, se debe enderezar, con las máquinas enderezadoras Volcano, para que la soldadura sea uniforme.

c. Colocar la estructura dónde se realizará la soldadura

Usando las grúas viajeras se monta la estructura en la máquina e inclinar la estructura según el ángulo de soldadura que se requiere. Realizar un ensayo para verificar que el recorrido del carro de la máquina se hará en línea recta para evitar soldar en una superficie que no corresponde.

d. Preparar la máquina para soldar

Se debe regular el voltaje y corriente de la máquina para soldar. Se debe regular la velocidad de soldadura y colocar en su respectivo depósito material fundente pulverizado que protege de la corrosión en su respectivo.

e. Soldar

Se realiza un pequeño ensayo para verificar la corriente y velocidad de la soldadura, debido a que el material de la estructura puede tener una resistencia distinta a otro material que haya sido soldado en la máquina. Si hay algún problema, entonces se debe regular la máquina. Cuando ya está todo preparado, entonces se acciona la máquina y empieza a soldar a la estructura. En este proceso, el electrodo y el material fundente van soldando las piezas o partes; también en esta combinación se forma un cordón de martensita que debe ser removido cuando la temperatura vaya descendiendo.

La operación se puede repetir hasta que todas las partes hayan sido soldadas definitivamente.

f. Retirar la estructura

Utilizando las grúas viajeras se retira la estructura para que sea transportada a su siguiente proceso que es pintura.

El producto obtenido de esta operación es la estructura soldada definitivamente.

El supervisor de planta o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad, pero usan los planos de diseño para guiarse. La variable que se controla es la calidad de la soldadura. El sensor es la observación visual y se acepta si las uniones están bien soldadas. El supervisor debe aceptar o rechazar las estructuras que no tengan la calidad requerida o enviar a reprocesar si es necesario. El supervisor también registra las estructuras soldadas definitivamente.

7.1.3.4. Descripción del proceso de pintura

Nombre del proceso: Pintura

Función del proceso: Darle un acabado a la estructura en correspondencia a su diseño y almacenar hasta la entrega al cliente.

Las operaciones que se realizan en este proceso son: Preparación y Acabado.

La distribución del proceso de pintura (ver ilustración 28) es:

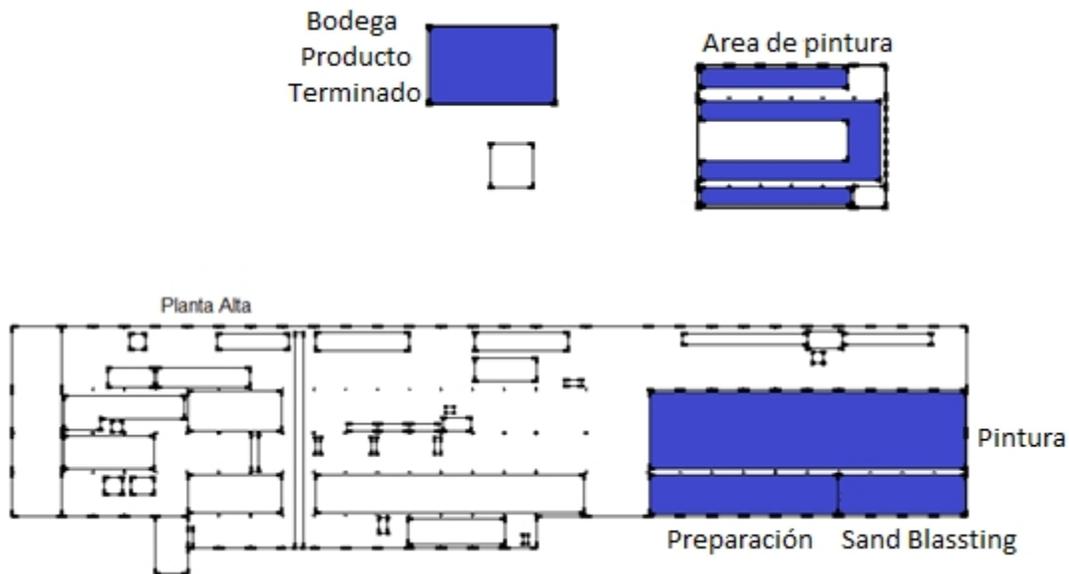


Ilustración 28 Distribución de áreas del proceso de pintura

7.1.3.4.1. Descripción de la operación preparación

Nombre de la operación: preparación

Función de la operación: Preparar las superficies de las estructuras que recibirán un acabado.

La información que se requiere para realizar esta operación son planos de la estructura y su respectiva preparación. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

Para realizar esta operación se requiere que la piezas, partes o estructura estén soldadas definitivamente.

Para esta operación se requiere de Máquina de soldadura, cincel, mazo, espátula, esmeril, disco de alambre, disco de pulido, equipo de Sand Blasting (compresor

RS37 Ingersold Rand, tanque de arena, mangueras y pistola especial para sand blassting), equipo de acetileno y gas butano y diluyente anticorrosivo.

La capacidad de la máquina para soldar es hasta 400 A, compresor RS-37ie para Sand Blassting (125 atm, 50 hp) y esmeril a 3600 RPM.

Para realizar esta operación se requiere 1 operario para cincelado, 1 operario para pulido, 1 operario para Sand Blassting, 2 operarios para enderezado por acetileno, 1 operario para enderezado por mazo y 1 operario para limpieza con diluyente. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos.

Las actividades que se realizan en esta operación son:

- a. Inspección
- b. Soldadura
- c. Remoción de virutas y escoria con cincel y espátula
- d. Sand Blassting (opcional)
- e. Pulido
- f. Enderezado
- g. Limpieza con diluyente anticorrosivo

Descripción de las actividades:

- a. Inspección

Se debe realizar una inspección visual en la estructura con respecto a contaminantes, deformidades o defectos que afecten la estética del producto. Según lo que se identifique se tomarán medidas para corregirlo.

- b. Soldadura

Si la estructura tiene defectos de soldadura, específicamente si le hace falta soldadura en alguna unión, entonces se aplica soldadura de arco manual para corregir y que la estructura corresponda a su diseño.

c. Remoción de virutas y escoria con cincel y espátula

Un operario con un cincel de mano y un mazo, remueve cualquier residuo de viruta o escoria que sea notable y afecte la calidad de diseño del producto. Si es necesario remover algún defecto más notable se usa una espátula.

d. Sand Blassting (Opcional)

Sand Blassting es una actividad que se realiza impactando arena en una superficie metálica, para esto se emplea aire comprimido desde un compresor. La finalidad es remover restos de pintura, corrosión o cualquier otro contaminante, por lo cual se prepara la superficie(s) para un revestimiento o adherencia de otro material.

Esta actividad se realiza si es solicitada por el cliente, para un acabado de mayor calidad.

e. Pulido

Las superficies necesitan prepararse para la pintura, para lograr esto, un operario debe usar un esmeril para cepillar con un disco de alambre para remover cualquier resto que de viruta o escoria. Por último, para afinar las superficies de la estructura se pule con discos para pulir.

f. Enderezado

Aquí se realizan dos actividades:

1. Enderezado por acetileno y gas butano: En dónde un operario calienta la superficie de la estructura con un soplete alimentado por gas acetileno y gas butano a una temperatura alrededor de 1000 a 1500 °C (Esta temperatura no es de fundición para el acero), cuando la pieza va alcanzando el rojo vivo, entonces otro operario debe enfriar la parte de la estructura utilizando agua. El descenso rápido de la temperatura, hará que la superficie metálica se contraiga y por tanto se enderece.

2. Enderezado por impacto utilizando mazo: Cuando hay superficies que no pueden ser enderezadas por acetileno y gas butano, entonces se procede a enderezar por impacto, un operario golpea la superficie utilizando un mazo.

g. Limpieza con diluyente anticorrosivo

Se realiza una limpieza con diluyente anticorrosivo, esto lo hace un operario mojando un trapo con diluyente y pasándolo por las superficies de la estructura. El diluyente permite remover la corrosión en las zonas afectadas y también protege de una futura oxidación.

El producto obtenido de esta operación es una estructura con la calidad necesaria para pintarse.

El supervisor del área de pintura o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad, pero usan los planos de diseño para guiarse. Se inspecciona las superficies de la estructura que serán pintadas; si corresponden a las características necesarias para ser pintadas. El supervisor registra la cantidad de piezas preparadas para el acabado.

7.1.3.4.2. Descripción de la operación acabado

Nombre de la operación: Acabado

Función de la operación: Darle un acabado a la estructura según su diseño.

La información que requiere esta operación son los planos de la estructura, color, datos de la pintura a utilizar y cantidad de veces que será pintado. Además, adicional debe contener identificación del proyecto y datos del supervisor del proyecto.

La operación requiere que la estructura haya sido preparada previamente, es decir, que la estructura no tenga ningún contaminante que afecte el acabado.

Esta operación requiere compresor de pintura (existen 2, uno en planta alta y el otro en el área de pintura), equipo de pintura (mangueras, tanque de pintura y pistola) y pintura anticorrosiva o epóxica.

La capacidad que tienen los compresores de pinturas son: Compresor del área de pintura 50 atm de presión y compresor para pintura en planta alta 75 atm de presión.

Para esta operación se requiere de 1 operario. La preparación que ha tenido el personal ha sido en la propia empresa por operarios más antiguos.

Actividades de la operación:

- a. Pintado
- b. Secado
- c. Almacenamiento

Descripción:

a. Pintado

Para la protección de la estructura, se debe realizar un pintado por aspersion, para eso se utiliza un equipo de pintura que recibe aire comprimido desde un compresor, un tanque de pintura, un sistema de mangueras y una pistola para pintar. El operario mezcla con un 80% de pintura y 20% de diluyente y colocar esta mezcla en el tanque del equipo de pintura. El operario debe realizar el pintado según a como está indicado en el plano del diseño del producto, con respecto a la pintura que debe aplicarse en cada parte de la estructura y también si se debe pintar una o dos veces o más.

b. Secado

La pintura que se aplica es de rápido secado, así que debe esperarse un tiempo de 15 a 30 minutos antes de mover la estructura a un espacio determinado para almacenamiento. Este secado se hace a la intemperie, así que recibe bastante viento para que se seque rápido.

c. Almacenamiento

Cuando la estructura está seca, entonces un vehículo montacargas debe transportarlo al espacio determinado para almacenar la estructura pintada. Puede ser en la bodega de producto terminado o en las áreas aledañas al área de pintura.

El producto obtenido de esta operación es la estructura pintada en correspondencia a su diseño.

El supervisor del área de pintura o supervisor de proyecto realizan la inspección final. No utilizan un formato de control de calidad, pero usan los planos de diseño

para guiarse. Se inspecciona las superficies de la estructura que han sido pintadas; si corresponden a las características de diseño. El supervisor registra los productos o estructuras que han sido pintados y reporta esto al departamento de producción.

7.2. IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE DEFECTO DE CALIDAD EN LOS PRODUCTOS TERMINADOS.

7.2.1. Identificación de posibles causas de defectos de calidad en productos en general

Hemos hecho un esquema general mediante un diagrama de Ishikawa (ver ilustración 29) acerca de las posibles causas de defecto de calidad en base a las 6 M que son mano de obra, métodos, medición, materiales, maquinaria y medio ambiente.

Mano de obra:

- El personal tiene poca formación (aprendizaje ha sido informal y limitado en la empresa con operarios más antiguos, además no cuentan con certificación de las actividades que realizan).
- El método para realizar las actividades lo aplican de la forma más conveniente que ellos creen.
- No preparan las máquinas adecuadamente por falta de capacitación y porque puede ser dificultoso algunas veces.
- No respetan las tolerancias de diseño de los productos, esto puede ser por descuido, desconocimiento o una mala interpretación de los planos.

Métodos:

- No hay información formal de los métodos de trabajo (no existe un manual de procedimientos u operaciones y no hay descripción de los métodos).
- Las instrucciones que reciben los operarios no son claras.
- Deficiente reglamento interno de trabajo. Al parecer fue un intento de creación de un manual de seguridad industrial, pero con muy escasa

información sobre los procesos, operaciones y métodos de trabajo que se realizan en la planta de estructuras.

Medición:

- No hay control formal, ni registro de calidad de productos en la planta de estructuras. No existe un gerente de calidad y no hay información concreta de que miden los supervisores de planta o proyecto, o los supuestos supervisores de calidad que hay en los procesos.
- No hay sistema de gestión de calidad, no existen formatos.
- No está establecido las características a medir en los productos en cada proceso u operación.
- Los operarios no cuentan con instrumentos de medición para inspeccionar los productos.

Materiales:

- El material es propenso a oxidarse.
- Es vulnerable a ser deformado en los procesos, operaciones y transporte.
- Inadecuado almacenamiento.

Maquinaria:

- Obsolescencia de la maquinaria.
- Carencia de información para regular las máquinas.
- Algunas máquinas provocan daño o deterioro en los productos (falta de mantenimiento y falta de protección al producto).
- La máquina no recibe limpieza.
- Inadecuado medio de transporte.

Medio ambiente:

- Condiciones desfavorables en puestos de trabajo (diseño inadecuado, mala iluminación, polvo y suciedad presente)
- Inadecuada distribución de las operaciones en la planta de estructuras.
- Organización (no hay información sobre el organigrama de la planta de estructuras y falta de claridad en las funciones).

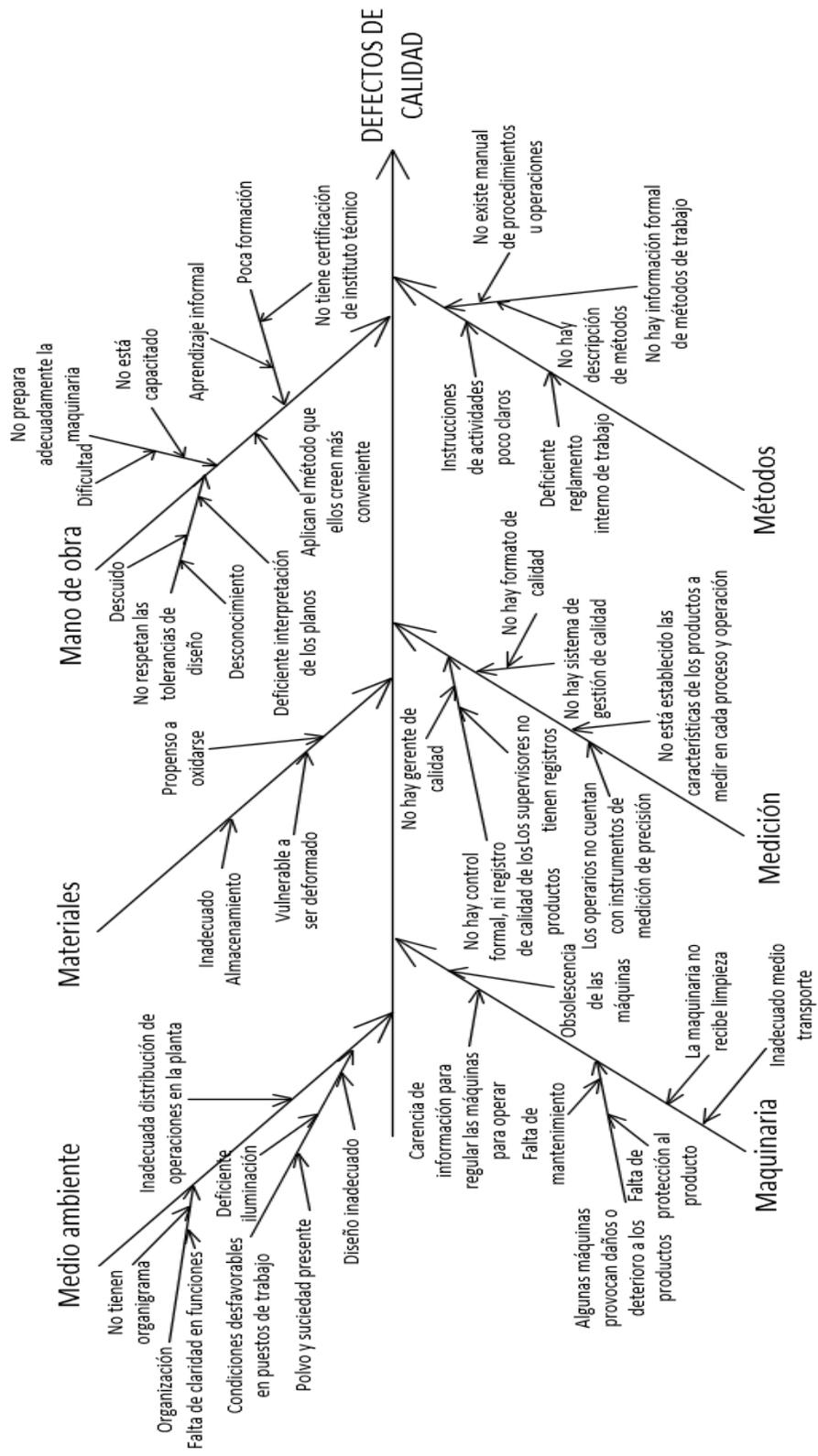


Ilustración 29 Diagrama causa - efecto de defectos de calidad en productos metálicos que se fabrican en planta de estructuras

7.2.2. Causas de defectos de calidad en productos

1. Vigas (perfiles H, I, U).

Defectos de calidad identificados: medidas de las piezas sin respetar las tolerancias de diseño, deformidad, abolladuras, ralladuras, presencia de virutas, defectos de soldadura, presencia de escoria, corrosión, desprendimiento y decoloración de la pintura.

En los siguientes diagramas de matriz se puede observar la relación entre las operaciones y la generación de defectos (ver tabla 3 y tabla 4)

Tabla 3 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de vigas (largo máx. 6 m)

Operaciones	Medidas no respetan la tolerancia	Defectos								
		Deformidad	Abolladuras	Ralladuras	Virutas	Defectos de soldadura	Escoria	Corrosión	Desprendimiento de pintura	Decoloración
Transporte en montacargas		⊙								
Transporte en grúa		⊙								
Corte por guillotina	⊙	△	○	○	△					
Transporte en grúa		○								
Rectificado										
Transporte en grúa		○								
Armado	⊙				○	△	△			
Transporte en grúa		△								
Soldadura						⊙	⊙			
Transporte en grúa		△								
Transporte en montacargas		△	△	△						
Preparación					△					
Transporte en montacargas			△	△						
Acabado										
Transporte en montacargas									△	
Almacenamiento								⊙	⊙	⊙

Tabla 4 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de vigas (largo máx. 18 m)

Operaciones	Medidas no respetan la tolerancia	Defectos								
		Deformidad	Abolladuras	Ralladuras	Virutas	Defectos de soldadura	Escoria	Corrosión	Desprendimiento de pintura	Decoloración
Transporte en montacargas		⊙								
Transporte en grúa		⊙								
Corte por guillotina	⊙	△	○	○	△					
Transporte en grúa		○								
Rectificado										
Transporte en grúa		○								
Armado viga menor a 6 m	⊙				○	△	△			
Transporte en grúa		△								
Armado viga mayor a 6 m	⊙				△	△	△			
Transporte en grúa		△								
Enderezado de viga										
Transporte en grúa		△								
Soldadura arco sumergido						⊙	⊙			
Transporte en grúa		△								
Transporte en montacargas		△	△	△						
Preparación					△					
Transporte en montacargas			△	△						
Acabado										
Transporte en montacargas									△	
Almacenamiento								⊙	⊙	⊙

Descripción de causas de defectos de calidad en vigas:

Causas de medidas sin respeto a la tolerancia: Los operarios cortan las láminas en la guillotina sin tomar en cuenta la tolerancia para obtener las piezas de la viga. Las piezas de la viga no tienen las medidas exactas, se arman con puntos de soldadura aún con problemas en las medidas.

Causas de deformidad: El transporte de las láminas se hace con el montacargas y grúa viajera, en donde las láminas se doblan por la mitad debido al peso. Así las láminas dobladas, se introducen en la guillotina para ser cortadas y obtener las piezas de las vigas. Las piezas de las vigas al ser transportadas por la grúa, se deforman por el peso. Las piezas presentan deformidades superficiales y laterales.

Causas de abolladuras y ralladuras: Cuando se realiza el corte por guillotina en las láminas, la pieza obtenida cae e impacta con el suelo. No existe protección de la máquina para proteger a la pieza.

Causa de presencia de virutas: En el armado, se debe esmerilar con disco de desbaste a las piezas de las vigas para prepararlas para la unión con puntos de soldadura. Las virutas son desechos del desbaste y quedan presentes en las piezas.

Causa de defectos de soldadura y escoria: La inadecuada regulación de la corriente de las máquinas de soldadura de arco sumergido puede generar defectos en la unión. Si la corriente es muy alta, las piezas se funden o se deforman y no se realiza bien la soldadura, además que genera mucha escoria. Si la corriente es baja, entonces, la soldadura es deficiente y no quedan bien unidas las partes.

Causas de la corrosión: El almacenamiento de las vigas (como producto terminado) se hace a la intemperie, en donde es afectado por el polvo, la humedad y el calor solar.

Causas de desprendimiento de la pintura: Se debe a que la mezcla de la pintura ha sido deficiente y no protege adecuadamente a la viga. También, si la aplicación de la pintura ha sido en una superficie sucia y no queda bien impregnada en la viga.

Causas de la decoloración: El calor solar deteriora la pintura que se ha aplicado a las vigas debido a estar expuesto a la intemperie.

2. Perlínes (perfil U, L, Z y C).

Defectos de calidad identificados: medidas no respetan las tolerancias de diseño, deformidad, abolladuras, ralladuras.

En el siguiente diagrama de matriz se puede observar la relación entre las operaciones y la generación de defectos (ver tabla 5)

Tabla 5 Diagrama de matriz (defecto - operación) para la fabricación de perlínes

Operaciones	Defectos			
	Medidas no respetan la tolerancia	Deformidad	Abolladuras	Ralladuras
Transporte en montacargas		⊙		
Transporte en grúa		⊙		
Corte por guillotina	⊙	△	○	○
Transporte en grúa		○		
Rectificado				
Transporte en grúa		○		
Plegado				
Transporte en carretilla		△		
Transporte en montacargas		△		
Preparación				
Transporte en montacargas		△		
Acabado				
Transporte en montacargas				
Almacenamiento				

Descripción de causas de defectos de calidad en perlines:

Causas de medidas sin respeto a la tolerancia: Los operarios cortan las láminas en la guillotina sin tomar en cuenta la tolerancia para obtener las piezas de los perlines. El pliegue no es preciso o exacto debido a que no se fijó correctamente la pieza o los operarios realizaron el pliegue sosteniendo la pieza con sus manos.

Causas de deformidad: El transporte de las láminas se hace con el montacargas y la grúa viajera, en dónde las láminas se doblan por la mitad debido al peso. Así las láminas dobladas, se introducen en la guillotina para ser cortadas y se obtuvieron las piezas que luego serán los perlines.

Causas de abolladuras y ralladuras: Cuando se realiza el corte por guillotina en las láminas, la pieza obtenida cae e impacta con el suelo. No existe protección de la máquina hacia al producto.

3. Tanques cisternas cilíndricos.

Defectos de calidad: Medidas sin respetar las tolerancias de diseño, deformación, presencia de virutas, presencia de escoria, corrosión, desprendimiento y decoloración de la pintura.

En los siguientes diagramas de matriz se puede observar la relación entre las operaciones y la generación de defectos (ver tabla 6 y tabla 7).

Tabla 6 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de estructura cilíndrica

Operaciones	Defectos						
	Medidas no respetan la tolerancia	Deformidad	Virutas	Escoria	Corrosión	Desprendimiento de la pintura	Decoloración de la pintura
Transporte en montacargas		○					
Transporte en grúa		○					
Corte por guillotina	⊙		△				
Transporte en grúa		○					
Rolado	⊙		⊙				
Transporte en grúa		△					
Armado de estructura elíptica	⊙		△				
Soldadura por arco manual							

Tabla 7 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de tanque cisterna cilíndrico

Operaciones	Defectos						
	Medidas no respetan la tolerancia	Deformidad	Virutas	Escoria	Corrosión	Desprendimiento de la pintura	Decoloración de la pintura
Transporte en montacargas							
Transporte en grúa							
Armado de cilindros (2 o más)	⊙		△				
Soldadura arco manual				△			
Transporte en montacargas	⊙		⊙				
Oxicorte para accesos		△		○			
Armado de accesorios				△			
Transporte en montacargas							
Preparación							
Acabado							
Transporte en montacargas							
Almacenamiento					⊙	⊙	⊙

Descripción de causas de defectos de calidad en tanques cisternas cilíndrico:

Causas de medidas sin respeto a la tolerancia: Los operarios cortan las láminas en la guillotina sin tomar en cuenta la tolerancia para obtener la lámina que será rolada para conformar la estructura cilíndrica.

Causas de deformidad: El transporte de las láminas se hace con el montacargas y la grúa viajera, en dónde las láminas se doblan por la mitad debido al peso. Así las láminas dobladas, se introducen en la guillotina para ser cortadas según el tamaño que se desea la lámina que luego será conformada como la estructura cilíndrica. Y luego se vuelve a transportar hasta la máquina roladora para hacer el rolado, en este transporte deforma la lámina.

Causas de la presencia de virutas: Para conformar la estructura cilíndrica, se debe preparar los bordes de la unión, se esmerila con disco de desbaste hasta que la superficie esté preparada, para poner los puntos de soldadura. Las virutas son desechos a partir del esmerilado.

Causas de la presencia de escoria: La escoria se genera a partir de una inadecuada regulación de la corriente al aplicar la soldadura con arco manual y este material fundido se queda impregnado a la estructura,

Causas de la corrosión: El almacenamiento de los tanques cisternas cilíndricos se hace a la intemperie, en dónde es afectado por el polvo, la humedad y el calor solar. Esto provoca la oxidación del material que compone el tanque.

Causas de desprendimiento de la pintura: Se debe a que la mezcla de la pintura ha sido deficiente y no protege adecuadamente al tanque. También, si la aplicación de la pintura ha sido en una superficie sucia.

Causas de la decoloración: El calor solar deteriora los pigmentos de la pintura que se ha aplicado al tanque debido a estar expuesto a la intemperie.

4. Tanques cisternas elípticos.

Defectos de calidad: Medidas sin respetar las tolerancias de diseño, deformación, presencia de virutas, presencia de escoria, corrosión, desprendimiento y decoloración de la pintura.

En los siguientes diagramas de matriz se puede observar la relación entre las operaciones y la generación de defectos (ver tabla 8 y tabla 9).

Tabla 8 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de estructura elíptica

Operaciones	Defectos						
	Medidas no respetan la tolerancia	Deformidad	Virutas	Escoria	Corrosión	Desprendimiento de la pintura	Decoloración de la pintura
Transporte en montacargas		○					
Transporte en grúa		○					
Corte por guillotina	⊙		△				
Transporte en grúa		○					
Rolado	⊙		⊙				
Transporte en grúa		△					
Armado de estructura elíptica	⊙		△				
Soldadura por arco manual							

Tabla 9 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de tanque cisterna elíptico

Operaciones	Defectos						
	Medidas no respetan la tolerancia	Deformidad	Virutas	Escoria	Corrosión	Desprendimiento de la pintura	Decoloración de la pintura
Transporte en montacargas							
Transporte en grúa							
Armado de estructuras elípticas (2 o más)	⊙		△				
Soldadura arco manual				△			
Transporte en montacargas	⊙		⊙				
Oxicorte para accesos		○		○			
Armado de accesorios				△			
Transporte en montacargas							
Preparación							
Acabado							
Transporte en montacargas							
Almacenamiento					⊙	⊙	⊙

Descripción de causas de defectos de calidad en tanque cisterna elíptico:

Causas de medidas sin respeto a la tolerancia: Los operarios cortan las láminas en la guillotina sin tomar en cuenta la tolerancia para obtener la lámina que será rolada para conformar la estructura elíptica.

Causas de deformidad: El transporte de las láminas se hace con el montacargas y la grúa viajera, en dónde las láminas se doblan por la mitad debido al peso. Así las láminas dobladas, se introducen en la guillotina para ser cortadas según el tamaño que se desea la lámina que luego será conformada como la estructura elíptica. Y luego se vuelve a transportar hasta la máquina roladora para hacer el rolado, en este transporte deforma la lámina.

Causas de la presencia de virutas: Para conformar la estructura elíptica, se debe preparar los bordes de la unión, se esmerila con disco de desbaste hasta que la superficie esté preparada, para poner los puntos de soldadura. Las virutas son desechos a partir del esmerilado.

Causas de la presencia de escoria: La escoria se genera a partir de una inadecuada regulación de la corriente al aplicar la soldadura y este material fundido se queda impregnado al tanque.

Causas de la corrosión: El almacenamiento de los tanques cisternas elípticos se hace a la intemperie, en dónde es afectado por el polvo, la humedad y el calor solar. Esto provoca la oxidación del material que compone el tanque.

Causas de desprendimiento de la pintura: Se debe a que la mezcla de la pintura ha sido deficiente y no protege adecuadamente a la estructura. También, si la aplicación de la pintura ha sido en una superficie sucia.

Causas de la decoloración: El calor solar deteriora la pintura que se ha aplicado al tanque debido a estar expuesto a la intemperie.

5. Tubos cañerías.

Defectos de calidad: Medidas sin respetar las tolerancias de diseño, deformación, presencia de virutas, presencia de escoria, corrosión, desprendimiento y decoloración de la pintura.

En los siguientes diagramas de matriz se puede observar la relación entre las operaciones y la generación de defectos (ver tabla 10 y tabla 11).

Tabla 10 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de estructura cilíndrica para tubos cañerías

Operaciones	Defectos						
	Medidas no respetan la tolerancia	Deformidad	Virutas	Escoria	Corrosión	Desprendimiento de la pintura	Decoloración de la pintura
Transporte en montacargas		○					
Transporte en grúa		○					
Corte por guillotina	⊙		△				
Transporte en grúa		○					
Rolado	⊙		⊙				
Armado de tubo	⊙						
Transporte en grúa		△					
Soldadura por arco sumergido				⊙			
Transporte en grúa							
Soldadura por arco manual				⊙			

Tabla 11 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de tubos cañerías

Operaciones	Defectos						
	Medidas no respetan la tolerancia	Deformidad	Virutas	Escoria	Corrosión	Desprendimiento de la pintura	Decoloración de la pintura
Transporte en montacargas							
Transporte en grúa							
Armado de tubos (2 o más)	⊙		△				
Soldadura arco manual				○			
Transporte en montacargas							
Preparación							
Acabado							
Transporte en montacargas							
Almacenamiento					⊙	⊙	⊙

Descripción de causas de defectos de calidad en tubos cañerías:

Causas de medidas sin respeto a la tolerancia: Los operarios cortan las láminas en la guillotina sin tomar en cuenta la tolerancia para obtener la lámina que será rolada para conformar la estructura cilíndrica.

Causas de deformidad: El transporte de las láminas se hace con el montacargas y la grúa viajera, en dónde las láminas se doblan por la mitad debido al peso. Así las láminas dobladas, se introducen en la guillotina para ser cortadas según el tamaño que se desea la lámina que luego será conformada como la estructura cilíndrica. Y luego se vuelve a transportar hasta la máquina roladora para hacer el rolado, en este transporte deforma la lámina. En la operación rolado, no se comprueba bien la circunferencia por no tener los instrumentos para medir si es uniforme o no.

Causas de la presencia de virutas: Para conformar la estructura elíptica, se debe preparar los bordes de la unión, se esmerila con disco de desbaste hasta que la superficie esté preparada, para poner los puntos de soldadura. Las virutas son desechos a partir del esmerilado.

Causas de la presencia de escoria: La escoria se genera a partir de una inadecuada regulación de la corriente al aplicar la soldadura y este material fundido se queda impregnado al tubo.

Causas de la corrosión: El almacenamiento de los tanques cisternas elípticos se hace a la intemperie, en dónde es afectado por el polvo, la humedad y el calor solar. Esto provoca la oxidación del material que compone el tanque.

Causas de desprendimiento de la pintura: Se debe a que la mezcla de la pintura ha sido deficiente y no protege adecuadamente a la estructura. También, si la aplicación de la pintura ha sido en una superficie sucia.

Causas de la decoloración: El calor solar deteriora la pintura que se ha aplicado al tubo debido a estar expuesto a la intemperie.

6. Estructuras armadas con tubos.

Defectos de calidad: Medidas sin respetar las tolerancias de diseño, presencia de virutas, presencia de escoria, desprendimiento y decoloración de la pintura.

En el siguiente diagrama de matriz se puede observar la relación entre las operaciones y la generación de defectos (ver tabla 12)

Tabla 12 Diagrama de matriz (defecto - operación) fabricación de estructuras con tubos

Operaciones	Defectos					
	Medidas no respetan la tolerancia	Virutas	Escoria	Corrosión	Desprendimiento de la pintura	Decoloración de la pintura
Transporte en montacargas						
Transporte en grúa						
Corte con sierra circular	⊙	△				
Corte con sierra sin fin	⊙	△				
Doblado de tubo	⊙					
Roscado	⊙	○				
Transporte en grúa						
Armado		○	△			
Soldadura arco manual			⊙			
Transporte en montacargas						
Preparación						
Acabado						
Transporte en montacargas						
Almacenamiento				⊙	⊙	⊙

Descripción de causas de defectos de calidad en estructuras armadas con tubos:

Causas de medidas sin respeto a la tolerancia: Los operarios cortan los tubos en la sierra circular y sierra sin fin, sin tomar en cuenta la tolerancia que debe tener el tubo. Así mismo hay alta posibilidad de que se cometan errores en el doblado de tubos por hacerse de forma manual.

Causas de la presencia de virutas: Los tubos que serán utilizados para armar la estructura, deben ser esmerilados con disco de desbaste en las superficies en dónde se realizará la unión, esta actividad deja virutas presentes en el tubo.

Causas de la presencia de escoria: La escoria se genera a partir de una inadecuada regulación de la corriente al aplicar la soldadura y este material fundido se queda impregnado a la estructura.

Causas de la corrosión: El almacenamiento de la estructura se hace a la intemperie, en dónde es afectado por el polvo, la humedad y el calor solar. Esto provoca la oxidación del material que compone la estructura.

Causas de desprendimiento de la pintura: Se debe a que la mezcla de la pintura ha sido deficiente y no protege adecuadamente a la estructura. También, si la aplicación de la pintura ha sido en una superficie sucia.

Causas de la decoloración: El calor solar deteriora los pigmentos de la pintura que se ha aplicado al tanque debido a estar expuesto a la intemperie.

7. Piezas, partes, equipos y estructuras especiales

Los defectos de calidad que puedan presentarse en estos productos dependerá de las operaciones necesarias para su fabricación.

7.2.3. Causas principales de defectos de calidad en los productos terminados que se deben corregir

1. Falta de capacitación de los operarios en la realización de sus actividades
2. Inexistencia de información de métodos de trabajo
3. Inexistencia de un sistema de gestión de calidad
4. No hay protección del material a través de las etapas de su procesamiento
5. Condiciones desfavorables en los puestos de trabajo
6. Inadecuada distribución de las operaciones en la planta de estructuras
7. Contrariedades en la organización que dirige la planta de estructuras

7.3. PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA PREVENIR LOS DEFECTOS DE CALIDAD EN LOS PRODUCTOS QUE SE FABRICAN EN LA PLANTA DE ESTRUCTURAS.

7.3.1. El departamento de recursos humanos debe crear planes de capacitación para los operarios de la planta de estructuras

Es necesario que los operarios de la planta de estructuras reciban constantemente capacitación para consolidar y mejorar sus conocimientos sobre las actividades que realizan en la planta. Es importante, que los operarios reciban capacitación en institutos tecnológicos para que obtengan certificación y tengan amplitud de conocimientos especializados con nuevas tecnologías y técnicas. Si los operarios reciben un aprendizaje formal desarrollarán sus habilidades y con esto se espera que realicen bien su trabajo en su puesto. Con esto se tiene la expectativa que el operario no cometa errores en el procesamiento de materiales y productos.

7.3.2. El departamento de producción debe elaborar un manual de operaciones y capacitar a los operarios en su utilización

Es sumamente importante que mediante un manual de operaciones se establezca una normalización de los procesos y operaciones de producción en la planta de estructuras. Se debe implementar este manual de operaciones a todas las áreas y procesos de la planta, además de capacitar al personal sobre su utilización. Así los operarios tendrán suficiente información para realizar sus actividades de forma correcta con las debidas premisas para cumplir adecuadamente los objetivos y metas que tiene la planta de estructuras.

7.3.3. El departamento de producción debe iniciar un proceso de creación de un sistema de gestión de calidad para implementarlo en la planta de estructuras

Es necesario que se inicie un proceso de creación de un sistema de gestión de calidad para controlar y asegurar las características de sus productos mediante el análisis de todos los elementos que intervienen en la producción. Este sistema de gestión de calidad permitirá mejorar los procesos y operaciones de producción para alcanzar la meta de entregar al cliente el producto que requiera en tiempo y forma. Es importante que la planta de estructuras contrate un gerente de calidad para que gestione el sistema y supervisores de calidad para todos los procesos de la planta de estructuras con el fin de que lleven control y registro de la calidad de los productos.

7.3.4. El departamento de producción debe poner esfuerzos por la protección de los productos en todas sus etapas de fabricación, incluso en el almacenamiento de producto terminado.

Es indispensable, que se haga el esfuerzo de mejorar la protección de los productos en los procesos de producción. Existen operaciones y actividades en donde se cumple la función, pero provocan daño o deterioro en los materiales. Por lo tanto, proponemos lo siguiente:

1. Los materiales que salen de la bodega de materiales deben ser transportados a su proceso u operación destino y no ser dejados a la intemperie en espera o zonas aledañas a la bodega de materiales.
2. Las máquinas de corte por guillotina requieren de una estructura que amortigüe el impacto por la caída de las láminas o piezas al momento de ser cortadas.

3. En el transporte de láminas o piezas que se hacen por grúa viajera, carretillas o montacargas se debe utilizar andamios que prevengan deformidad de los productos.
4. Colocar información de preparación o escala de regulación de las máquinas, para que los operarios puedan con facilidad preparar o regular las máquinas y así prevenir que una mala regulación de alguna máquina dañe a los productos.
5. Planificar las actividades de los operarios para prevenir que métodos no apropiados generen daño o deterioro en los materiales.
6. Mejorar las condiciones en los puestos de trabajo para asegurar que las operaciones se realicen correctamente. Se debe analizar el diseño del puesto de trabajo, mejorar la iluminación y que se realice limpieza constante. Todo esto contribuye a que el operario realice su trabajo cómodamente.

7.3.5. El departamento de producción debe evaluar una redistribución de la planta de estructuras y rediseño del área de pintura.

Es necesario que se evalúe una redistribución en la planta de estructuras, ya que, desde su fundación, nunca ha tenido modificaciones y su crecimiento ha sido de forma desordenada bajo los enfoques de negocio de los dueños que ha tenido. Pero, en la actualidad la planta de estructuras debe tener la visión de mejorar sus procesos de producción y la mejor forma es un análisis detallado de cómo se realizan los procesos y operaciones, acortar en distancia las rutas de procesos, evitar el entrecruzamiento de la secuencia de operaciones que tiene cada producto, especializar las áreas y mejorar las condiciones de trabajo. Se debe rediseñar el área de pintura, separar las áreas de las operaciones de preparación, acabado, secado y almacenamiento, para esto es necesario que se construya dos instalaciones, una para la aplicación de la pintura a las estructuras y otra para el secado y almacenamiento. Estas áreas deben estar protegidas con paredes para

que no entren polvos o la tolvana. También es necesario que haga un adoquinado de las áreas aledañas al área de pintura para reducir el polvo y la tolvana.

7.3.6. Formalización de la organización que dirige la planta de estructuras

Es necesario que el departamento de producción establezca un organigrama, en dónde se muestre la información sobre la organización y detalles de la función que cumple cada uno de los elementos en el proceso productivo, para que todo el personal tenga esa información disponible y conozca lo importante que es la función que cumple y la de los demás en el sistema productivo.

8. CONCLUSIONES

En este documento se ha descrito las condiciones actuales en los procesos y operaciones de producción de productos metálicos que se fabrican en la planta de estructura. Los productos metálicos más comunes que se fabrican son vigas, perlines, tanques cisternas cilíndricos y elípticos, tubos cañerías, estructuras con tubos y piezas, partes, equipos y estructuras metálicas.

Se partió desde el problema de la calidad en los productos que se fabrican en la planta de estructuras, por lo cual, identificamos las causas más relevantes que provocan defectos de calidad en los productos. La falta de capacitación de los operarios y, por lo tanto, cometen errores en las actividades que realizan en las operaciones; No existen métodos de trabajo, ni manual de operaciones, ni algún documento que normalice las actividades de las operaciones, por lo esto, los operarios realizan las actividades de la forma en que ellos creen que es más conveniente; En la planta de estructuras no hay un sistema de gestión de calidad, no hay gerente de calidad y carece de supervisores de calidad, por lo cual, de ningún modo se asegura que los clientes reciban en tiempo y forma el producto que requieren y con la calidad solicitada; El sistema de producción, los procesos y operaciones no están enfocados a la protección del material del producto, ni al aseguramiento de la calidad; Hay condiciones desfavorables en los puestos de trabajo que afectan la calidad de los productos en sus etapas de fabricación; Existen problemas de distribución de las operaciones en la planta de estructuras que tiene como consecuencia largas rutas de proceso con alta posibilidad de que se genere deterioro durante el transporte de los materiales entre procesos y operaciones; No hay formalidad en la información sobre la organización, no hay claridad formal en las funciones que cumple el personal, los departamentos, las áreas, los procesos y operaciones, lo que dificulta una cultura organizacional y el trabajo en equipo.

En base a las causas más relevantes encontradas, realizamos propuestas para prevenir los defectos de calidad en los productos terminados, las cuales son planes

de capacitación a los operarios para consolidar y mejorar sus conocimientos en su área de trabajo, por lo cual se espera que realice mejor su trabajo; se requiere que el departamento de producción elabore un manual de operaciones para formalizar los procesos, operaciones y actividades que debe realizar los operarios, para que el trabajo se realice de forma correcta; Es necesario que el departamento de producción inicie un proceso de creación de un sistema de gestión de calidad, para controlar y asegurar la calidad de los productos que fabrica; se debe realizar un esfuerzo para proteger la integridad de los productos en cada etapa de su fabricación; El departamento de producción debe evaluar una redistribución de la planta, para mejorar la relación de las operaciones para la fabricación de sus productos y prevenir deterioro en el transporte por largas rutas de proceso; Además se debe formalizar la organización y mostrar la información a todo el personal, para que cada uno conozca sus funciones y responsabilidades, para mejorar la cultura organizacional y el trabajo en equipo.

Todas estas propuestas contribuyen con la mejora de los procesos de producción en la planta de estructuras, así igual con la prevención de defectos de calidad en los productos.

9. RECOMENDACIONES

La empresa INDENICSA debe invertir para conocer más a profundidad sobre la situación que hay dentro de la empresa y así poder detectar los problemas presentes para luego tomar acciones de corrección.

La empresa INDENICSA debe contratar un gerente de calidad para la planta de estructuras, porque actualmente no hay. Este gerente debe realizar formatos de calidad para evaluar las características de los productos en cada etapa de su fabricación con el fin de asegurar la calidad del producto. Con los formatos y el registro de la información de calidad se puede identificar más rápido los problemas presentes en los procesos y operaciones y así tomar medidas de corrección eficazmente.

El departamento de producción debe ser más influyente en la planificación y ejecución de los métodos y actividades que se realicen en los procesos y operaciones.

Este documento debe ser tomado como base para la indagación en los procesos de producción y futuras investigaciones en la planta de estructuras, debido a que la descripción de los procesos y operaciones ha sido bien detallada.

10. BIBLIOGRAFÍA

Engel, H. (2001) Sistemas de estructuras. Barcelona: Editorial Gustavo Gil S.A.

Guzmán, M.P. Conceptos básicos Universidad de Hidalgo. Hidalgo.

Medina, J.O. (2012). Sistemas estructurales. Venezuela.

Mixed, N.R. (2009). Concreto en la práctica.

Rodelo, I, C. (2013). Laminación ECCI. Colombia.

Norma ISO 9000:2005 (2005), Ginebra, Suiza.

Norma ISO 12944-7:1998), Ginebra, Suiza.

ladeldefinicionde.blogspot.com/2012/09/abolladura.html

www.tecnosefarad.com/wp-content/archivos/bach

<http://www.dgplades.salud.gob.mx>

<http://es.thefreedictionary.com/deformidad>

<http://www.ccee.edu.uy>

<http://adminoperaciones.blogspot.com>

<http://www.wordreference.com/>

<http://es.thefreedictionary.com/>

<http://www.indenicsa.com/productos/Perfiles>

<http://www.indenicsa.com/productos/Perlines>