

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables”.

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

Guía para el control de calidad en la construcción de estructuras metálicas

Fredy Alexander Devera Rueda y Denise Carolina Ortiz Palencia

**Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Interventoría y Supervisión de
la Construcción**

Director

Ing. Miguel Peralta

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Arquitectura

2019

Tabla de contenido

Introducción	18
1. Planteamiento del problema	19
1.1 Descripción del problema	19
2. Justificación	20
3. Objetivos	21
3.1. Objetivo general	21
3.2. Objetivos específicos	21
4. Delimitación	22
4.1. Delimitación Espacial.	22
4.2. Delimitación temporal.	22
4.3. Delimitación temática.	23
5. Marcos de referencia	24
5.1. Marco geográfico	24
5.2. Estado del arte	24
5.3. Marco teórico	27
5.4. Marco legal	29
5.4.1. Normas que reglamentan la construcción en Colombia.	29
5.4.1.1 Ley 400 de 1997	29
5.4.1.2 NSR 10	30
5.4.1.3 Decreto 945 de 2017	30
5.4.1.4 Norma técnica colombiana 5832	30
5.4.1.5 ISO 9001-	31
5.4.2. Normatividad internacional.	31
5.4.2.1 Norma Española - EAE Instrucción de Acero Estructural	31
5.4.2.2 Norma Española - CTE	31
5.4.2.3 Reglamento CIRSOC 301-2005.	32

5.4.2.4 Norma Peruana - E.090.....	32
5.4.2.5 UNE EN.1090-2. 2011+a1.....	32
6. Metodología	34
6.1. Definición de la metodología.....	34
6.2. Definición de los recursos.....	35
6.3. Cronograma de actividades.....	37
7. Resultados	38
8. Conclusiones y recomendaciones	49
8.1 Conclusiones	49
8.2 Recomendaciones	49

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Definición de la metodología</i>	34
--	----

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Cronograma de actividades.....	37
<i>Figura 2.</i> Formato recepción de material	38
<i>Figura 3.</i> Etiqueta de identificación	39
<i>Figura 4.</i> Ficha de control dimensional.....	39
<i>Figura 5.</i> Ficha de inspección de limpieza	40
<i>Figura 6.</i> Ficha de inspección de soldaduras.....	41
<i>Figura 7.</i> Ficha de inspección de pintura.....	42
<i>Figura 8.</i> Ficha de no conformidad	42
<i>Figura 9.</i> Formato seguimiento de obra	43
<i>Figura 10.</i> Ficha de inspección diaria.....	44
<i>Figura 12.</i> Infografía etapas control de calidad.....	46
<i>Figura 13.</i> Programa de inspección	47
<i>Figura 14.</i> Ficha de inspección y ensayos	48

Lista de apéndices

Apéndice A. Guía de control de calidad para la construcción de una estructura metálica	50
Apéndice B. Implementación.....	117

Glosario

Acero. Producto resultante de la aleación del hierro con un componente de carbono que oscila entre el 0,02 y 1,7 %. Es un material maleable, de gran resistencia mecánica, dureza y elasticidad, y es utilizado en estructuras de hormigón armado para absorber esfuerzos de tracción y cortante (Fundación laboral de la construcción, s.f.).

Acero estructural. Acero laminado en caliente y moldeado en frío; se lo usa como elemento portante (Construmática, s.f.).

Calidad. Grado en que un conjunto de características de una entidad, que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas, cumple con los requisitos.

Compresión. Presión a que está sometido un cuerpo por la acción de fuerzas opuestas que tienden a disminuir su volumen.

Control de calidad. Actividades, herramientas y técnicas utilizadas para verificar si se cumplen los requisitos de calidad de un producto o servicio.

Corrosión. Se llama corrosión a la alteración que causa el ambiente en un objeto manufacturado, excluyendo los efectos puramente mecánicos (como el desgaste por frotación y la ruptura por impactos). Los ejemplos más conocidos son las alteraciones químicas de los metales a causa del aire, como la herrumbre del hierro y el acero o la formación de pátina verde en el cobre y sus aleaciones (bronce, latón).

Estructuras metálicas. Se denominan Estructuras Metálicas al conjunto de los elementos metálicos (pilares, vigas, correas, etc.) que constituyen el esqueleto de un edificio.

Fatiga. Disminución de la resistencia mecánica de los materiales al someterlos a esfuerzos repetidos.

Flexión. Acción a la cual está sometida un cuerpo que se dobla o se curva por efecto de la carga que soporta.

Inspección. Acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.

Interventoría de obra. La interventoría se define como el conjunto de funciones desempeñadas por una persona natural o jurídica, para controlar, seguir y apoyar el desarrollo de un contrato; asegurar su correcta ejecución y cumplimiento, dentro de los términos establecidos en las normas vigentes sobre la materia y en las cláusulas estipuladas por el contrato.

Lista de chequeo. La lista de chequeo es la herramienta más fácil de implementar y una de las más efectivas para el control de los procesos. Lo más conveniente es que la lista se origine del plan de seguimiento y medición de los procesos.

Lista de verificación. Son documentos que incluyen anotaciones claves para la ejecución de las actividades de auditoría. Generalmente elaboradas como un formulario, cuestionario o planilla, estas listas son como una ayuda memoria para que el auditor siga una secuencia organizada de observaciones durante la ejecución de la auditoría.

Plan de calidad. Documento que especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, las prácticas específicas y la secuencia de actividades relacionadas todas con la calidad para un producto o contrato específico

Sección. Cualquier plano o corte oblicuo en un edificio, infraestructura o construcción.

Siderurgia. Proceso que consiste en la extracción y la utilización de hierro.

Soldar. Pegar y unir sólidamente dos cosas, o dos partes de una misma cosa, normalmente con alguna sustancia igual o semejante a ellas.

Torsión. Deformación provocada por un Esfuerzo que provoca el giro relativo de una sección del cuerpo respecto a otra sección próxima.

Tracción. Esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la acción de dos fuerzas opuestas que tienden a alargarlo.

Trazabilidad. Propiedad que dispone el resultado de un valor estándar, que puede vincularse con referencias específicas mediante una seguidilla continuada de comparaciones.

Abreviaturas

AAW: Air Acetylene Welding

AB: Adesive Bonding

ABW: Arc Braze Welding

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación

AHW: Atomic Hydrogen Welding

ANG HO: Ángulo Horizontal

ANSI: American National Standards Institute

ASME: American Society of Mechanical Engineers

ASNT: American Society for Nondestructive Testing

ASTM: American Society for Testing and Materials

AW: Arc Welding

AWS: American Welding Society

B: Brazing

BB: Block Brazing

BMAW: Bare Metal Arc Welding

BW: Braze Welding

CABW: Carbon Arc Braze Welding

CAW: Carbon Arc Welding

CAW-G: Gas Carbon Arc Welding

CAW-S: Shielded Carbon Arc Welding

CAW-T: Twin Carbon Arc Welding

CEW: Coextrusion Welding

CIRSOC: Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles.

CTE: Código Técnico de la Edificación

CW: Cold Welding

DB: Dip Brazing

DCEP: Direct Current Electrode Positive

DFB: Diffusion Brazing

DFW: Diffusion Welding

DS: Dip Soldering

EAE: Instrucción del Acero Estructural

EBBW: Electron Beam Braze Welding

EBW: Electron Beam Welding

EBW-HV: Electron Beam welding High Vacuum

EBW-MV: Electron Beam Welding Nonvacuum

EGW: Electrogas Welding

ESW: Electroslag Welding

ESW-CG: Consumable Guide Electroslag Welding

EXB: Exothermic Brazing

EXBW: Exothermic Braze Welding

EXW: Explosion Welding

FB: Furnace Brazing

FCAW: Flux Cored Arc Welding

FCAW-G: Gas-Shielded Flux Cored Arc Welding

FCAW-S: Self-Shielded Flux Cored Arc Welding

FLB: Flow Brazing

FLOW: Flow Welding

FOW: Forge Welding

FRW: Friction Welding

FRW-DD: Direct Drive Friction Welding

FRW-I: Inertia Friction Welding

FS: Furnace Soldering

FSW: Friction Stir Welding

FW: Flash Welding

GMAW: Gas Metal Arc Welding

GMAW-P: Pulsed Gas Metal Arc Welding

GMAW-S: Short Gas Metal Arc Welding

Gr.: Grado

GTAW: Gas Tungsten Arc Welding

GTAW-P: Pulsed Gas Tungsten Arc Welding

HIPW: Hot Isostatic Pressure Welding

HPW: Hot Pressure Welding

IB: Induction Brazing

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

INS: Iron Soldering

IRB: Infrared Brazing

IRS: Infrared Soldering

IS: Induction Soldering

ISO:International Organization for Standardization

IW: Induction Welding

LBBW: Laser Beam Braze Welding

LBW: Laser Beam Welding

MAG: Metal Active Gas

MIAW: Magnetically Impelled Arc Welding

MIG: Metal Inert gas

NA: No Aplica

NSR: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente

NTC: Norma Técnica Colombiana

OAW: Oxyacetylene Welding

OFW: Oxyfuel Gas Welding

OHW: Oxyhydrogen Welding

PAW: Plasma Arc Welding

PEW: Percussion Welding

PGW: Pressure Gas Welding

PW: Projection Welding

RB: Resistance Brazing

ROW: Roll Welding

RS: Resistance Soldering

RSEW: Resistance Seam Welding

RSEW-HF: High-Frecuency Seam Welding

RSEW-I: Induction Seam Welding

RSEW-MS: Mash Seam Welding

RSW: Resistance Spot Welding

RW: Resistance Welding

RW-PC: Pressure-Controlled Resistance Welding

S: Soldering

SAW: Submerged Arc Welding

SAW-S: Series Submerged Arc Welding

SMAW: Shielded Metal Arc Welding

SSPC: Steel Structures Painting Council

SSW: Solid State Welding

SW: Arc Stud Welding

TB: Torch Brazing

TCAB: Twin Carbon Arc Brazing

TS: Torch Soldering

TW: Thermite Welding

UNE: Una norma Española

USS: Ultrasonic Soldering

USW: Ultrasonic Welding

UW: Upset Welding

UW-HF: Hight Frecuency Upset Welding

UW-I: Induction Upset Welding

WS: Pressure Gas Soldering.

Resumen

El presente documento de investigación tipo monográfico está fundamentado en estudios de casos para la elaboración de un producto guía para el control de calidad en la construcción de estructuras metálicas, este documento se enfoca en el control de calidad de la construcción de estructuras metálicas e implementación de la misma en la práctica profesional de interventores y supervisores de la construcción, brindando una disposición metódica, clara y con soportes actualizados.

La guía obtenida está subdividida en tres (3) partes, la primera parte está enfocada al control de calidad de la recepción de materiales, la segunda se orienta al control de calidad de la ejecución de la construcción de la estructura y la tercera parte se dirige al control de calidad de la recepción de obra terminada.

La guía propuesta es consecuencia de un estudio basado en la supervisión técnica de la Instrucción del Acero Estructural (EAE), Código Técnico de la Edificación (CTE) y las normativas europeas Eurocódigo 3 y Una Norma Española (UNE) en 1090, Norma Técnica Colombiana (NTC) y el Reglamento Colombiano de Normas Sismo Resistentes NSR-10, guía desarrollada con teorías relevantes de estructuras metálicas y prácticas propuestas por expertos.

Palabras clave: Construcción, Control de calidad, Estructura metálica, Recepción, Supervisión.

Abstract

This monographic research document is based on case studies for the development of a guide product for quality control in the construction of metal structures, the monograph focuses on the quality control of the construction of steel structures and implementation of the same in the professional practice of construction auditors and supervisors, providing a methodical, clear and with updated supports.

This document is subdivided into three parts, the first part is focused on the quality control of the reception of materials, the second is aimed at the quality control of the execution of the construction of the structure and the third part is directed to the quality control of the reception of finished work.

The proposed guide is the result of a study, based on the technical supervision of the structural steel instruction EAE, CTE and the European regulations Eurocode 3 and UNE in 1090, Colombian Technical Standard (NTC) and the Colombian Regulation of Earthquake Resistant Standards NSR-10 a guide developed with relevant theories of steel structures and practices proposed by experts.

Keyword: Building, Quality control, Steel structures, Reception, Supervision.

Introducción

El sector de la construcción en Bucaramanga y el área metropolitana en la última década ha tenido un alza en la demanda, lo que ha generado una serie de necesidades relacionadas con la optimización de factores claves en la construcción como la economía, el tiempo y el recurso humano. Por el considerable desarrollo los métodos constructivos han evolucionado en búsqueda de nuevas alternativas para la optimización de dichos factores. Se implementaron nuevos sistemas constructivos como estructuras metálicas, los métodos tradicionales como sistema aporticado y de muros en concreto (industrializado) se han remplazado periódicamente; debido al alza de la construcción en edificaciones se empezaron a usar métodos constructivos mixtos (concreto con estructuras metálicas), actualmente se ha venido implementando notablemente el uso de estructuras metálicas como un método más factible dadas sus ventajas, “alta resistencia, menor coste de cimentación ya que son estructuras más ligeras, rapidez de montaje, adaptabilidad, amplia gama en sus aplicaciones con variedad de formas y tamaños, mayor durabilidad y reutilización” (Arquigráfico, s.f.).

La supervisión técnica e interventoría establecen una relación simultánea con la ejecución del proyecto, desde los preliminares hasta la entrega final de la obra, esto en su aplicación corresponde a la implementación de sistemas de control de calidad en respuesta a la necesidad de optimización de recursos.

La supervisión técnica y el control de calidad se encuentran tipificados en la NTC, NSR10 y las leyes que por constitución nacional las rigen. Dichas normas se limitan al control de requerimientos mínimos, brindando una serie de recomendaciones en la construcción, lo que hace necesario establecer una guía práctica que pueda simplificar y favorecer el trabajo de la supervisión técnica y el control de calidad en estructuras metálicas.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

Debido a la rápida introducción del sistema constructivo de estructuras metálicas en el área metropolitana de Bucaramanga se demanda un documento guía eficiente para controlar de manera específica la construcción de dichas estructuras.

La construcción de estructuras metálicas en Bucaramanga ha asumido una implementación acelerada del método constructivo dejando dilatación en materia de control; es claro que para innovar e implementar nuevos sistemas constructivos como estructuras metálicas los temas de personal calificado, herramientas, materiales y supervisión técnica tienen un papel con alta importancia que si no se manejan, ejecutan y controlan simultáneamente traen consigo repercusiones que se representa a mediano y/o largo plazo posterior a la entrega de las obras; la supervisión de este método constructivo hasta ahora se ha manejado a nivel general; el control de calidad de la construcción, cualquiera que sea, se debe realizar minuciosamente desde los diseños, pasando por la recepción de materiales, los procesos de ejecución o montaje y de ser necesario hasta sus respectivas pruebas.

La implementación de la metodología plasmada en un documento guía para la supervisión y el control de calidad mediante procedimientos específicos en la construcción de estructuras metálicas proporciona el fortalecimiento en la idoneidad de las especificaciones y normatividad previamente establecidas en el país frente a sismo resistencia, y además formula un modelo detallado para la inspección de la estructura que podrá prever fortuitos, y la aparición de patologías.

2. Justificación

Una guía es un documento que orienta, conduce y rige; el municipio de Bucaramanga y su área metropolitana carecen de este tipo de documentos que adicionalmente en materia de construcción constituyen, soportan y/o validan los procesos de sistemas constructivos, para este caso particular en sistemas estructurales metálicos.

Para facilitar el cumplimiento de la normativa legal y su misma aplicación se proyecta la herramienta tipo guía en la que se reúna la normativa utilizada actualmente para la supervisión de obras civiles con sistemas estructurales metálicos a nivel nacional NTC y NSR10 (título F y título I); esta herramienta será documentada de manera técnica y comprenderá factores de planificación, organización, coordinación, evaluación, regulación y seguridad con un enfoque directamente relacionado al control de calidad en cada una de ellas mediante soportes válidos como formatos, listas de chequeo y verificación, diagramas, tablas de reportes, registros fotográficos, recomendaciones y comentarios.

Por lo anterior, se postula el desarrollo de una herramienta práctica para llevar a cabo el control de calidad en la construcción de estructuras metálicas, mediante una investigación dirigida al control de calidad que se realiza en países como España ya que cuentan con experiencia específica en el tema y en las normas que los rige.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general. Documentar una guía de control de calidad para la construcción de estructuras metálicas con la cual se establezca una validación por parte de la interventoría y/o supervisión técnica.

3.2. Objetivos específicos

- Constituir una herramienta como elemento y técnica para la mejora de la calidad de la obra en las etapas de recepción de materiales, construcción de la estructura y recepción de obra terminada.
- Plasmar en la guía de control de calidad directrices para el seguimiento detallado de los procesos de recepción de materiales, construcción de la estructura y recepción de obra terminada.
- Constituir una guía práctica que de manera estratégica simplifique el control de la calidad de la construcción de estructuras metálicas, mediante modelos como listas de verificación, diagramas, tablas de reportes.
- Establecer en la guía pautas que muestren el orden, interrelación e importancia de los procesos.
- Realizar un modelo de seguimiento detallado y específico que permita detectar inconsistencias y constituir acciones correctivas inmediatas.
- Soportar la validación de la construcción eficaz de estructuras metálicas en edificaciones para aumentar estratégicamente la idoneidad y mejora continua de la calidad del elemento estructural mediante una guía.

4. Delimitación

4.1. Delimitación Espacial. La monografía se inició en la universidad Santo Tomas seccional Bucaramanga, división de Ingenierías y Arquitectura, como requisito para optar al título de especialistas en Interventoría y supervisión de la construcción,

La monografía enfocada en una guía práctica para el control de calidad de las estructuras metálicas se realizó específicamente para la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana con el fin de mejorar el método de supervisión técnica de dichas estructuras, proporcionar una validación de la obra terminada, todo esto con el fin de asegurar que el sistema organizacional, es decir, constructores, comunidad, proveedores y supervisores ejecuten de mejor manera los procesos de la obra y se logren los objetivos a cabalidad.

4.2. Delimitación temporal. El proyecto investigativo de grado inició en el mes de septiembre del año 2017; en el módulo de investigación I comprendido por 16 h, se desarrolló la parte investigativa para definir el tema a desarrollar teniendo en cuenta una necesidad, en los meses de octubre y noviembre del año 2017 se inició la documentación y elaboración de la monografía a fin de construir una clara metodología de investigación que responda satisfactoriamente a la necesidad identificada; en el mes de diciembre de 2017 se da finalización a la fase I de la monografía; para el mes de enero de 2018 se da inicio al módulo II comprendido por 32 h, con el apoyo del director y asesor metodológico durante 50 h más el tiempo de construcción del documento se realizó en un periodo total de 8 meses para entrega y publicación del documento final.

4.3. Delimitación temática. Esta investigación se realizó teniendo en cuenta el tema base “control de calidad en la construcción de estructuras metálicas”, enmarcado en la normatividad de estructuras metálicas que en Colombia se encuentra regulada en la NTC, NSR10 donde a nivel general se entrega una pauta para el control de requerimientos mínimos.

5. Marcos de referencia

5.1. Marco geográfico

La investigación se realizó en el departamento de Santander, en el área metropolitana de Bucaramanga, conformado por los municipios Girón, Floridablanca, Piedecuesta y Bucaramanga, pertenecientes a la provincia de Soto. El censo realizado en el año 2005 y proyectados al año 2012 arrojó que en el área metropolitana de Bucaramanga concentra aproximadamente el 50 % de la población total del departamento de Santander con un total de 1'033.142 habitantes, de los cuales en Girón. 147.732 habitantes (14.29%), Piedecuesta. 112.898 habitantes (10.93%), Floridablanca. 253.128 habitantes (24.5%) y Bucaramanga. 519.384 habitantes (50.27%); debido a esto se destaca la importancia en el contexto regional y nacional, siendo el principal centro de desarrollo del nororiente colombiano (Corporación Metropolitana de Planeación y Desarrollo de Bucaramanga, 2003).

El área municipal es de 165 kilómetros cuadrados, su altura sobre el nivel del mar es de 959m y sus pisos térmicos se distribuyen en cálido, 55 kilómetros cuadrados; medio, 100 kilómetros cuadrados; y frío, 10 kilómetros cuadrados. Su temperatura media es 23°C y su precipitación media anual es de 1.041 mm (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

5.2. Estado del arte

Hacia el año 1.000 a.C., los griegos conocían la técnica de cierta complejidad para endurecer armas de hierro mediante tratamiento térmico. Las aleaciones de hierro producidas hasta el siglo

XIV d.C., se clasificarían actualmente como hierro forjado, a finales del siglo XVIII se usó en la construcción de puentes; como material alternativo a la piedra y la madera se utilizaría en edificaciones durante el siglo XIX.

En 1855 el inventor británico Henry Bessemer desarrolló el horno convertidor que lleva su nombre e introdujo el acero estructural, con el que se construyeron la mayoría de los puentes de la época, así como varios edificios; “las estructuras Metálicas como método constructivo se implementan y difunden en función de la industrialización a mediados del siglo XVIII en Europa” (Arquitectura+Acero, 2009).

Dentro del siglo XIX y en la década de los 40, se construyeron con estructura de acero varios edificios en Inglaterra; uno de los primeros fue el edificio de Watling Street en Londres. En las décadas de 1880 y 1890, en Norteamérica, los edificios de gran altura para oficinas, de estructura de acero, empiezan a invadir las grandes ciudades americanas, convirtiéndose en símbolo e imagen de la nueva potencia mundial, el uso del acero estructural aumenta por ventajas como la optimización de tiempo en la ejecución de las obras y la correlación del costo mano de obra.

En Colombia a mediados del siglo XX se inaugura la acería Paz de Río en el departamento de Boyacá produciendo acero a partir de mineral de hierro (hematita).

A finales del siglo XIX se construye la fábrica de Bavaria en Bogotá importando la estructura metálica desde Alemania; a inicios del siglo XX en las plantas de energía del río Bogotá se montan armaduras de acero francesas, en el año 1930 se destacan los montajes de cubiertas metálicas para los talleres de ferrocarriles en Chipichape.

Durante la segunda guerra mundial aumenta la construcción de industrias como galpones con armaduras metálicas remachadas y cerchas de perfiles angulares en todo el país. Con el cambio de siglo en los edificios industriales se añaden estructuras con mayores luces, pequeñas pendientes,

iluminación y ventilación integrada a la techumbre, cerramientos laterales livianos, diseños y fabricaciones que consideren las conveniencias de mantenimiento y demandas de calidad.

En los años sesenta se comienza a edificar coliseos deportivos con cubiertas metálicas, además de edificios para la educación como el campus de la UIS en el año 1948 donde se observan elementos metálicos en sus cubiertas.

En el área metropolitana de Bucaramanga hasta el momento no se encuentran registros que soporten la cantidad de construcciones con estructuras de acero, ni su orden cronológico, más sin embargo con la memoria colectiva podemos recopilar en una línea del tiempo las edificaciones con estructuras en acero más representativas.

1991 - Terminal de transporte de Bucaramanga.

– Modernización de cervecería Bavaria

– Coliseo UIS Bucaramanga

2010 – Coliseo Sol de Aquino Universidad Santo Tomas Piedecuesta

2010 – Estaciones y puentes sistema integrado de transporte masivo Metrolínea

Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta.

– Centro comercial Cacique Bucaramanga.

– Centro comercial Caracolí Floridablanca.

2015 – Puente peatonal Malecón Girón.

2018 – Portal Girón metro-línea (en construcción)

5.3. Marco teórico

El acero como método constructivo se implementa y difunde en función de la industrialización a mediados del siglo XVIII en Europa (Arquitectura+Acero, 2009); “el acero es la aleación de hierro (Fe) y carbono(C), donde la proporción en que se encuentra el carbono es inferior al 2%, ya que a medida que aumenta este contenido el acero se va volviendo más rígido y resistente, pero también aumenta la fragilidad y disminuye su ductilidad. El acero tiene gran aceptabilidad debido a que es un material que permite tener una construcción más versátil y adaptable” gracias a su resistencia, peso, facilidad de fabricación, ensamblaje entre otras propiedades que son convenientes para realizar una obra.; el avance de la producción de acero estructural aumenta su uso por ventajas como la optimización de tiempo en la ejecución de las obras y la correlación del costo mano de obra, asimismo presenta una gran capacidad de resistencia lo que da lugar a la solución constructiva de elementos de luces amplias y cargas representativas, posee poco peso, las piezas de acero son prefabricadas y su ensamble se realiza a partir de uniones, estas con mayor flexibilidad; el acero estructural se construye en el mismo contexto que las estructuras en concreto, sus diseños están dirigidos a la resistencia de acciones tanto verticales como horizontales.

El acero como método constructivo posee unas desventajas que se deben tener en cuenta, este tiende a ser susceptible a los efectos de la corrosión al estar expuesto al agua y aire, esto hace que el mantenimiento de pintura tenga una periodicidad más corta; las estructuras de acero deben ser resguardadas contra incendios ya que estas son susceptibles al calor gracias a las propiedades que componen el acero, por consiguiente se deben usar materiales con características aislantes, por lo que el costo de la producción contra el fuego se incrementa, además de que la estructura se debe ajustar con sistemas rociadores para que puedan cumplir con los requerimientos de seguridad de la construcción; presenta también susceptibilidad al pandeo, esta desventaja se da cuando el

elemento diseñado es demasiado largo o esbelto poniendo en peligro la estructura; cuando el acero es sometido a esfuerzos de tensión mayores al soportado por presenta fatiga, es decir se disminuye la resistencia del elemento, su fractura es frágil y puede ser producto de temperaturas bajas y fatiga, además de un esfuerzo triaxial (McCormac, 1999, págs. 3-4).

En países como España, Estados Unidos, Argentina, Perú, Colombia, entre otros, se han elaborado distintas normas para la ejecución y supervisión de construcción de estructuras metálicas en edificaciones; para el caso particular de Colombia encontramos una serie de leyes, decretos, normas y manuales como lo son la Ley 400 de 1997, la NSR10 con sus títulos A, F e I y el decreto 945 del 2017, que se desarrollan de manera generalizada, estas abordan temas como requisitos generales de diseño, montaje, fabricación y supervisión técnica, documentados de una forma teórica y legislativa.

En cuanto al manejo del control de calidad se encuentra la norma ISO 9000 que de manera estandarizada propone concentrar los procesos para conducirlos hacia la eficiencia y excelencia del producto final. El control de la calidad en la construcción demanda una supervisión técnica de forma continua, para detectar y corregir errores particulares en cada etapa que pueden dar lugar a falta de seguridad relacionada con el tiempo de uso o habitabilidad de una edificación.

Dentro de las etapas para el control de la calidad de estructuras metálicas se encuentran. El control de la calidad de recepción de materiales, se realiza con el fin de avalar la confiabilidad de las características físicas y mecánicas de los elementos previamente especificados por el diseñador; el control de la calidad en la ejecución de la construcción, consiste en la supervisión detallada del montaje de la estructura conteniendo todas las formas indicadas en los planos, comprobando y asegurando la resistencia y estabilidad estructural, se debe tener una metodología secuencial para el montaje donde se mida el desempeño...

...el control de la calidad en la recepción de la obra terminada, donde se verifica mediante pruebas de servicio, programación y controles especificados en los planos y/o pliegos de condiciones, de la recepción de la obra dependerá la acreditación de la obra y se dejará la constancia documentada (Alferingeniería, s.f.).

5.4. Marco legal

La investigación está encuadrada dentro del ámbito integral del control de calidad en la construcción de estructuras metálicas en edificaciones, donde se involucran tres aspectos básicos la recepción de materiales, la ejecución de la construcción y la recepción de obra terminada.

Existen aspectos legales ya establecidos, a nivel nacional encontramos normas con énfasis en sismo resistencia, control de calidad de materiales y supervisión técnica para construcciones en concreto; se pretende usar el apoyo de normas internacionales que sostienen específicamente el comportamiento de las estructuras metálicas dentro de las tres etapas ya nombradas, esto con el fin de no incurrir de una u otra manera en faltas estudiadas y/o demostradas; se pretende establecer una trazabilidad proporcional al contexto incluyendo factores como geografía, clima, naturaleza, materia prima, dimensiones, uso, entre otros.

5.4.1. Normas que reglamentan la construcción en Colombia.

5.4.1.1 Ley 400 de 1997. Expedida por el congreso de la republica el 19 de agosto de 1997, tiene como objeto principal según lo expresa el título I, Artículo 1°: establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad

con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos. Además, señala los requisitos de idoneidad para el ejercicio de las profesiones relacionadas con su objeto y define las responsabilidades de quienes las ejercen, así como los parámetros para la adición, modificación y remodelación del sistema estructural de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente ley (Congreso de Colombia, 1997).

5.4.1.2 NSR 10. Creada por la ley 400 de 1997 y la comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistente, norma en la que se “establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones y señala los requisitos de idoneidad para el ejercicio de las profesiones relacionadas” (Cámara Colombiana de la Construcción, 2016) Donde se tipifican las exigencias así.

Título A. Requisitos generales de diseño.

Título F. Las estructuras metálicas.

Título I. La supervisión técnica

5.4.1.3 Decreto 945 de 2017 “Por el cual se modifica parcialmente el Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR 10”.

5.4.1.4 Norma técnica colombiana 5832, Creada Por ICONTEC y ratificada por el consejo directivo 2012-02-22. Practicas normalizadas para fabricación y montaje de estructuras en acero.

Edificios y puentes, su objetivo es. “Establece las condiciones técnicas mínimas y las buenas prácticas documentadas para la fabricación y montaje de los proyectos de estructuras de acero” (Icontec, 2012).

5.4.1.5 ISO 9001- (Cuarta actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 2015-09-23, en esta norma se establece el sistema de la calidad; gestión por procesos y administración de la calidad, de manera general con el que una empresa pueda lograr un sistema de administración eficiente que mejore la calidad de sus productos o servicios.

5.4.2. Normatividad internacional.

5.4.2.1 Norma Española - EAE Instrucción de Acero Estructural. El Real Decreto 751/2011 de 27 de mayo, por el que se aprueba la “Instrucción de acero estructural (EAE)” tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir las estructuras ejecutadas en acero, relativas a seguridad estructural, seguridad en caso de incendio y protección del medio ambiente, y aportar un procedimiento para poder cumplirlos y que afecta al proyecto, ejecución y control de las estructuras de acero; todo ello con el objetivo final, en el marco de la fiabilidad estructural establecido en los Eurocódigos estructurales, de conseguir la adecuada seguridad de las mismas, preservando la de las construcciones que en ella se sustentan y la de los usuarios que las utilizan (Gobierno de España, 2011).

5.4.2.2 Norma Española - CTE. La Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, de la que nace el Código Técnico de la Edificación, es el pilar fundamental para el

proceso de la edificación La Ley fija los requisitos básicos de los edificios, actualiza y completa la configuración legal de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación, fija sus obligaciones y establece las responsabilidades y las garantías de protección a los usuarios. El CTE, es el marco normativo que establece y desarrolla las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, permitiendo demostrar que se satisfacen los requisitos básicos de la edificación que establece la Ley (Gobierno de España, 2015).

5.4.2.3 Reglamento CIRSOC 301-2005. Es un reglamento argentino en el cual se “establece los requisitos mínimos para el proyecto, fabricación, montaje, protección, control de calidad y conservación de las estructuras de acero para edificios” (Gerencia de Servicios Logísticos, 2017).

5.4.2.4 Norma Peruana - E.090. El Comité Técnico especializado es el encargado de “elaborar el Proyecto de propuesta de las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, que posteriormente es sometida a discusión pública y, finalmente, aprobada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (Gerencia de Servicios Logísticos, 2017). Podemos encontrar en el CAPITULO 13 normalizada la fabricación, el montaje y el control de calidad de estructuras metálicas.

5.4.2.5 UNE EN.1090-2. 2011+a1. Esta norma europea “especifica requisitos para la ejecución de construcciones metálicas como estructuras o componentes fabricados, producidos a partir de. - Productos de acero estructural, laminados en caliente, hasta la clase S690 inclusive; - Productos de acero inoxidable ferríticos, austeníticos, y austeníticos - ferríticos conformados en frío y acabados en caliente; - Perfiles estructurales huecos conformados en frío y acabados en caliente,

incluyendo los perfiles huecos y productos laminados hechos a medida y de la gama estándar fabricados por soldeo” (AENOR, s.f.).

6. Metodología

6.1. Definición de la metodología

Esta monografía se desarrolló mediante el un modelo de investigación documental, el cual consiste en la recolección y selección de información a través del estudio de múltiples recursos mediante una técnica cualitativa.

La metodología empleada para el desarrollo de la monografía presenta los siguientes elementos y definiciones.

Tabla 1. *Definición de la metodología*

FASE	ETAPA	ACTIVIDAD
1. DIAGNÓSTICO	1.1. Identificación.	Estudio del entorno
	1.2. Análisis.	Recopilación y clasificación de la información. Trazado cronológico del estado del arte del control de calidad de las estructuras metálicas.
2. PLANEACIÓN	2.1. Determinación de los objetivos.	Definición del alcance de la investigación.
	2.2. Diseño de la metodología.	
	2.2.1 Definición de los recursos.	Estructuración de técnicas y procedimientos para el desarrollo de la investigación.
	Proyección del cronograma.	
3. EJECUCIÓN.	3.1. Elaboración del producto.	Materialización de los objetivos.
		Construcción de formatos básicos para Consolidación del documento.
4. APLICABILIDAD.	4.1. Puesta en marcha.	Implementación del modelo.

6.2. Definición de los recursos

Son los materiales de apoyo para recopilar datos, diseñar y lograr el desarrollo del proyecto, es decir son los recursos esenciales para ejecutar el proyecto.

Técnicos

- Software. Paquete office
- Dispositivos digitales. Cámara fotográfica
- Distancio-metro
- Flexo-metro
- Planos.
 - Planos estructurales
 - Planos de taller
 - Elementos 3D

Bibliográficos

- Norma técnica colombiana 5832
- NTC-ISO 9001.
- NSR 10 Títulos
 - Título A. Requisitos generales de diseño.
 - Título F. Las estructuras metálicas.
 - Título I. La supervisión técnica.
 - Steel Structures Painting Council, Pittsburgh USA
- ANSI/AWS
 - A3.0 Standar welding terms and definition
 - A2.4 Standar symbols for welding, brazing and nondestructive examination.

Fotográficos

- Fotografías tomadas in situ.
- Visita a obra
- Taller

Logísticos

- Trabajo de campo

Humanos

- Director de monografía. Ing. Miguel Peralta.
- Autores. Fredy Devera y Denise Ortiz.
- Colaboradores.
 - Ing. Residente de obra. Juan Pablo Peralta
 - Personal de oficina.
 - Ing. Javier Martínez
 - Ing. Brayan Pinzón
 - Personal de obra.
 - Ing. Yesika Pirateque
 - Jairo Cárdenas

6.3. Cronograma de actividades

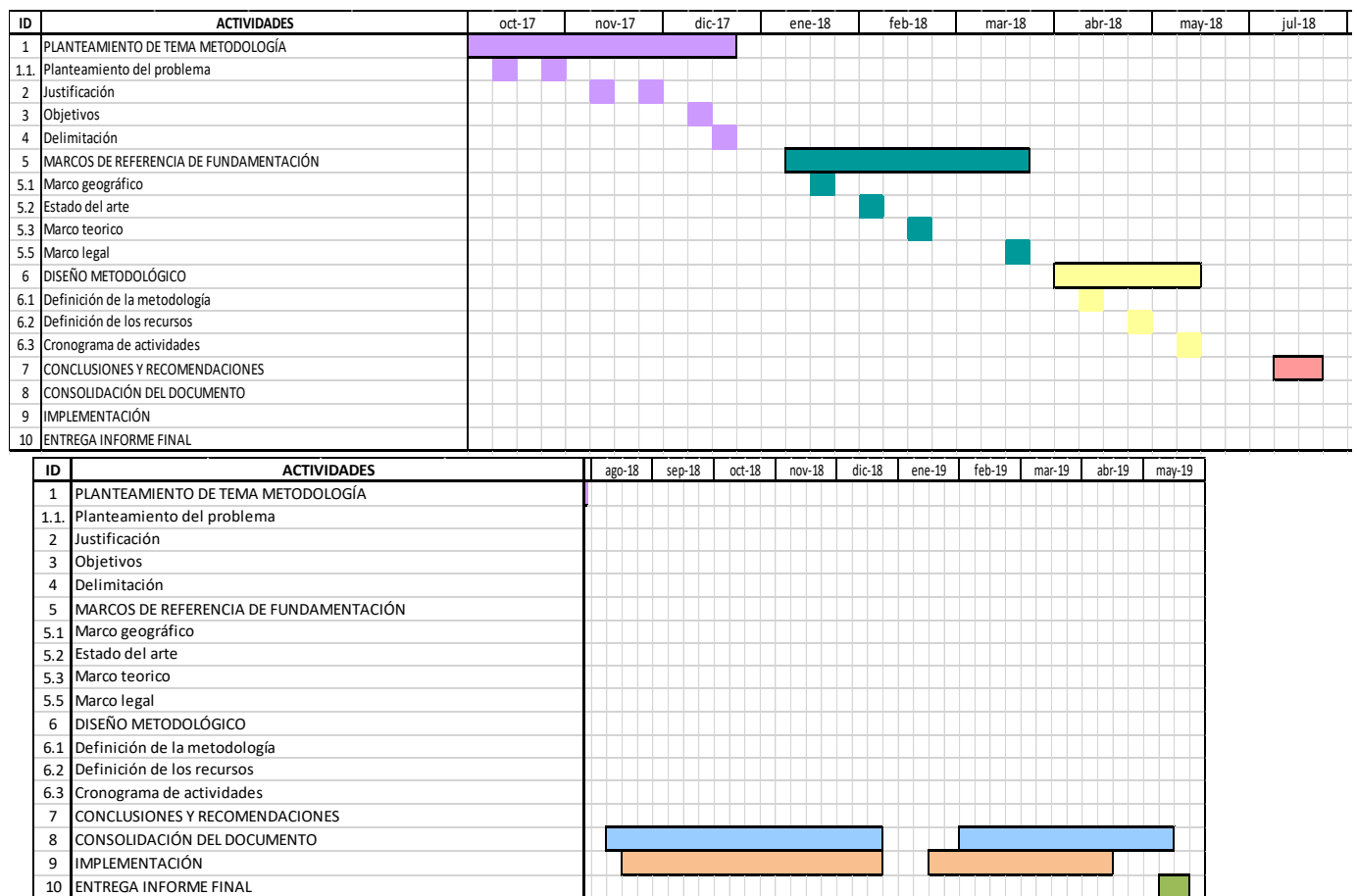


Figura 1. Cronograma de actividades

Fuente: Elaboración propia

7.1. Constituir una herramienta como elemento y técnica para la mejora de la calidad de la obra en las etapas de recepción de materiales, construcción de la estructura y recepción de obra terminada.

LOGO		RECEPCIÓN DE MATERIAL				Código: _____ Versión: 1 Página: ____ de ____				
NOMBRE Y LUGAR DE LA OBRA:										
FECHA: DD/MM/AA								HORA:		
RESPONSABLE:										
CANTIDAD	No DE REMISIÓN U ORDEN	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL		DISTINTIVOS DE CALIDAD	A	R	ESTADO DEL MATERIAL		
								B	R	M
DESPACHADO POR:										
RECIBIDO POR:										
OBSERVACIONES:										

REVISADO POR: _____

A: ACEPTADO
R: RECHAZADO
B: BUENO
R: REGULAR
M: MALO

Figura 2. Formato recepción de material

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL			
LOGO		Nombre y lugar de la obra	
		CODIGO Y VERSIÓN	
		responsable:	
		Fecha: DD/MM/AA	
FORMATO	(TIPO Y DIMENSIONES DEL MATERIAL)		
PAQUETE	(# DE REMISIÓN U ORDEN)		
CALIDAD	B ☐	R ☐	M ☐
INSPECCION	(ACEPTADO O RECHAZADO)		
OBSERVACIONES			

Figura 3. Etiqueta de identificación

		CONTROL DIMENSIONAL		Cód.:	
				VERSIÓN:	
				PÁGINA: ____ DE ____	
OBRA:				FECHA: DD/MM/AA	
ACTIVIDAD:					
Cód. actividad:		Lote:		Ubicación/referencia elemento:	
Descripción:					

INSPECCIONES		Medidas	valor tomado (muestra)	Tolerancia	Resultado	Observaciones	VoBo
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
OBSERVACIONES:							

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

Figura 4. Ficha de control dimensional

Logo	INSPECCIÓN DE LIMPIEZA			CÓDIGO:	
	PROYECTO:	VERSIÓN 01		PÁGINA ____ DE ____	

CONTRATO DE OBRA N°	INTERVENTORIA:		FECHA	FORMATO
			DD/MM/AA	No 1 de 00

ELEMENTO INSPECCIONADO:		PT - ANGULO - IP - PBR			
TIPO DE LIMPIEZA:	SSPC1	LIMPIEZA CON SOLVENTES	MÉTODO:		
	SSPC2	LIMPIEZA CO HERRAMIENTAS MANUALES			
	SSPC3	LIMPIEZA CON HERRAMIENTAS MECANICAS			
OTROS					

VERIFICACIÓN		INSPECCIÓN DE LA LIMPIEZA EN:		OBSERVACIONES	ACEPTADO/ RECHAZADO	RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN
MATERIAL	HERRAMIENTAS	BORDES				
SOLVENTE Y DESENGRASANTES	DISCO TRENADO	PERFORACIONES				
OTROS	DISCOS DE COPA	UNIONES				
	PULIDORA	EMPALMES				
	CLEAN&STRIP	SUPERFICIES PLANAS				
	OTROS	OTROS				

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE:

REVISADO POR:

Figura 5. Ficha de inspección de limpieza

Logo	INSPECCIÓN DE SOLDADURAS				CÓDIGO:	
	PROYECTO:		VERSIÓN 01		PÁGINA ____ DE ____	

NOMBRE DEL SOLDADOR				REVISIÓN	
PROCESO DE SOLDADURA				FECHA: DD/MM/AA	
NÚMERO DE LOS SOPORTES(PQR)				AUTORIZADO POR	

JUNTA UTILIZADA				MATERIAL BASE			
SENCILLA ☐ DOBLE SOLDADURA ☐ RESPALDO SI ☐ NO ☐				ESPECIFICACIÓN: TIPO O GRADO: CLASE DE ELECTRODO FUNDENTE: DIÁMETRO (TUBO) ESPESOR : RANURA: FILETE:			
MATERIAL DE RESPALDO							
ÁNGULO DE LA UNIÓN							
MÉTODO							
MATERIAL DE APORTE				TÉCNICA			
ESPECIFICACIÓN AWS:				CORDÓN RECTO ☐ CORDÓN OSCILANTE ☐			
CLASIFICACIÓN AWS:				PASO SENCILLO O MÚLTIPLE			
PRECALENTAMIENTO				NÚMERO DE ELECTRODOS			
TEMPERATURA				LIMPIEZA ENTRE PASES			

INSPECCIÓN VISUAL				OTRAS PRUEBAS Y / O ENSAYOS			
APARIENCIA:		SOCAVADO:					
POROSIDAD:		CONVEXIDAD:					
CONCAVIDAD:							
FECHA DEL ENSAYO DD/MM/AA		TESTIGO					

ETAPA DE SOLDEO		ENSAMBLE				POSICIÓN DE LA SOLDADURA			
FONDEO	☐	DE CANTO	☐	TRASLAPE	☐	1G	☐	2G	☐
RELLENO	☐	TE	☐	ESQUINA	☐	3G	☐	4G	☐
PRESENTACIÓN	☐	A TOPE	☐	OTRO:					

Pase o capa(s) de soldadura	proceso	Metales de aporte		Corriente		CELERIDAD DE AVANCE UNID DE MEDIDA / TIEMPO	DETALLE DE LA JUNTA
		clase	diámetro	Tipo y polaridad	AMPS		

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

Figura 6. Ficha de inspección de soldaduras

Logo	INSPECCIÓN DE PINTURA		CÓDIGO:
	PROYECTO:	VERSIÓN 01	PÁGINA ____ DE ____

FECHA: DD/MM/AA	FECHA DE APLICACIÓN DE LA PINTURA: DD/MM/AA	HORA:
ESQUEMA DE PINTURA	PINTURA DE PROTECCIÓN ☐	PINTURA DE ACABADO ☐
ELEMENTO A PINTAR	ÁREA A PINTAR	TIPO DE PINTURA
MARCA DE LA PINTURA	NÚMERO DE CAPAS	COLOR DE PINTURA
TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	PUNTO DE ROCÍO

LA SUPERFICIE A PINTAR SE ENCUENTRA:	SI	NO	OBSERVACIONES	MÉTODO DE APLICACIÓN
SEÑALIZADA				BROCHA ☐ PISTOLA CALIENTE ☐
LIMPIA				RODILLO ☐ AIRLESS ☐
SECA				ESPÁTULA ☐
LIBRE DE CONDENSACIÓN				PISTOLA POR AIRE ☐
LA PINTURA HA SIDO DILUIDA				ATOMIZADOR ☐

CAPAS DE PINTURA	TIEMPO ENTRE CAPAS	TIEMPO DE SECADO Y/O CURADO	ESPOSOR CAPA SECA	GRADO DE ADHERENCIA	ACEPTADO/ RECHAZADO	RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN	OBSERVACIONES

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

Figura 7. Ficha de inspección de pintura

INFORME DE NO CONFORMIDAD		
PROYECTO		No conformidad No _____
ACTIVIDAD:		FECHA: DD/MM/AA
Cód. actividad:	Lote:	Situación/PK:
Descripción actividad:		
PROCEDENTE DE:		

IDENTIFICACIÓN DE LA NO CONFORMIDAD	
PROCESO/S:	
DESCRIPCIÓN:	CAUSA:
ACCIÓN INMEDIATA	ACCIÓN CORRECTIVA
COMPROMISO:	
DETECTADA POR:	RESPONSABLE COMPROMISO
VERIFICACIÓN DE LA ACCIÓN:	OBSERVACIONES:

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

Figura 8. Ficha de no conformidad

Logo	SEGUIMIENTO DE OBRA				CÓDIGO:	
	VERSIÓN 01				PÁGINA ____ DE ____	
CONTRATO DE OBRA N°			INTERVENTORÍA:	PERIODO DEL SEGUIMIENTO		Desde: Hasta:
						FORMATO No 1 de 00
OBJETO DE LA OBRA:			NOMBRE Y LUGAR DE LA OBRA:			
INFORMACIÓN DE EJECUCIÓN OBRA			AVANCE DE OBRA			
Fecha de inicio de obra:	Días totales:		INICIO REAL (DD/MM/AAAA)	PROGRAMA DO %	EJECUCIÓN REAL	FINALIZACIÓN REAL
Fecha de fin de obra:	Días transcurridos					COMENTARIOS
Porcentaje	#DIV/OI					
Prorróga N° 0000	Prorróga N° 0000					
Prorróga N° 0000	Prorróga N° 0000					
ACTIVIDAD PROGRAMADA						
ITEM	ACTIVIDAD	INICIO	DURACIÓN (días)	FIN	PERSONAL EMPLEADO	
REVISIÓN DE CALIDAD DE LOS MATERIALES	OBSERVACIONES	PRUEBAS REALIZADAS A LOS MATERIALES				OBSERVACIONES
CERTIFICADO S		INSPECCIÓN A LA SOLDADURA		INSPECCIÓN A LA PINTURA		
		INSPECCIÓN VISUAL		MEDICIÓN DE ESPESOR DE PINTURA		
		ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE TINTAS		PRUEBA DE ADHERENCIA		
ULTRASONIDO						
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:						
REALIZÓ		VERIFICÓ		APROBÓ		CONSTANCIA DE RECIBIDO
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:		Fecha recibida: (dd/mm/aaaa) __/__/__
CARGO:		CARGO:		CARGO:		
DEPENDENCIA:		DEPENDENCIA:		DEPENDENCIA:		Firma _____
FECHA ENTREGA:		FECHA ENTREGA:		FECHA ENTREGA:		Nombre _____

Figura 9. Formato seguimiento de obra

FICHA DE INSPECCIÓN (DIARIA)					Cód.:
					VERSIÓN:
					PÁGINA: ____ DE ____
OBRA:					
ACTIVIDAD:					
Cód. actividad:		Lote:		Situación/PK:	FECHA: DD/MM/AA
Descripción:					

TURNOS	HORARIO DE TRABAJO	HORAS DE TRABAJO POR TURNO
DIURNO	DE:	HASTA:
NOCTURNO	DE:	HASTA:

INSPECCIONES	Documentación – Plano de referencia	Archivo fotográfico generado	Aceptado	Rechazado	Firma
1.1					
1.2					
1.3					
1.4					
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
OBSERVACIONES:					

RESPONSABLE: _____	REVISADO POR: _____
--------------------	---------------------

Figura 10. Ficha de inspección diaria

7.2. Plasmar en la guía de control de calidad directrices para el seguimiento detallado de los procesos de recepción de materiales, construcción de la estructura y recepción de obra terminada

Para los procesos de recepción de materiales, ejecución y recepción de obra terminada en una estructura metálica se formulan las siguientes directrices.

1. EL CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIALES
2. EL CONTROL DE LA EJECUCIÓN

Fabricación

Trazado y preparación

Corte

Pre-armado

Limpieza

Pintura

Montaje

Transporte de piezas

Recepción

Armado

Pintura

Inspección

3. EL CONTROL DE LA RECEPCIÓN DE OBRA

Elaboración de documento de conformidad

Inspección y ensayos

7.3.Constituir una guía práctica que de manera estratégica simplifique el control de la calidad de la construcción de estructuras metálicas, mediante modelos como listas de verificación, diagramas, tablas de reportes.

La constitución de la guía se realiza bajo la premisa de simplicidad y aplicabilidad en campo, por lo que se desarrolla de manera ilustrativa y presenta una serie de formatos compuestos, en los que se agrupan tablas, listas de verificación y registro fotográfico. (ver Apéndice B Implementación).

7.4. Establecer en la guía pautas que muestren el orden, interrelación e importancia de los procesos.

Establecimiento de pautas que muestran el orden, interrelación e importancia de los procesos.

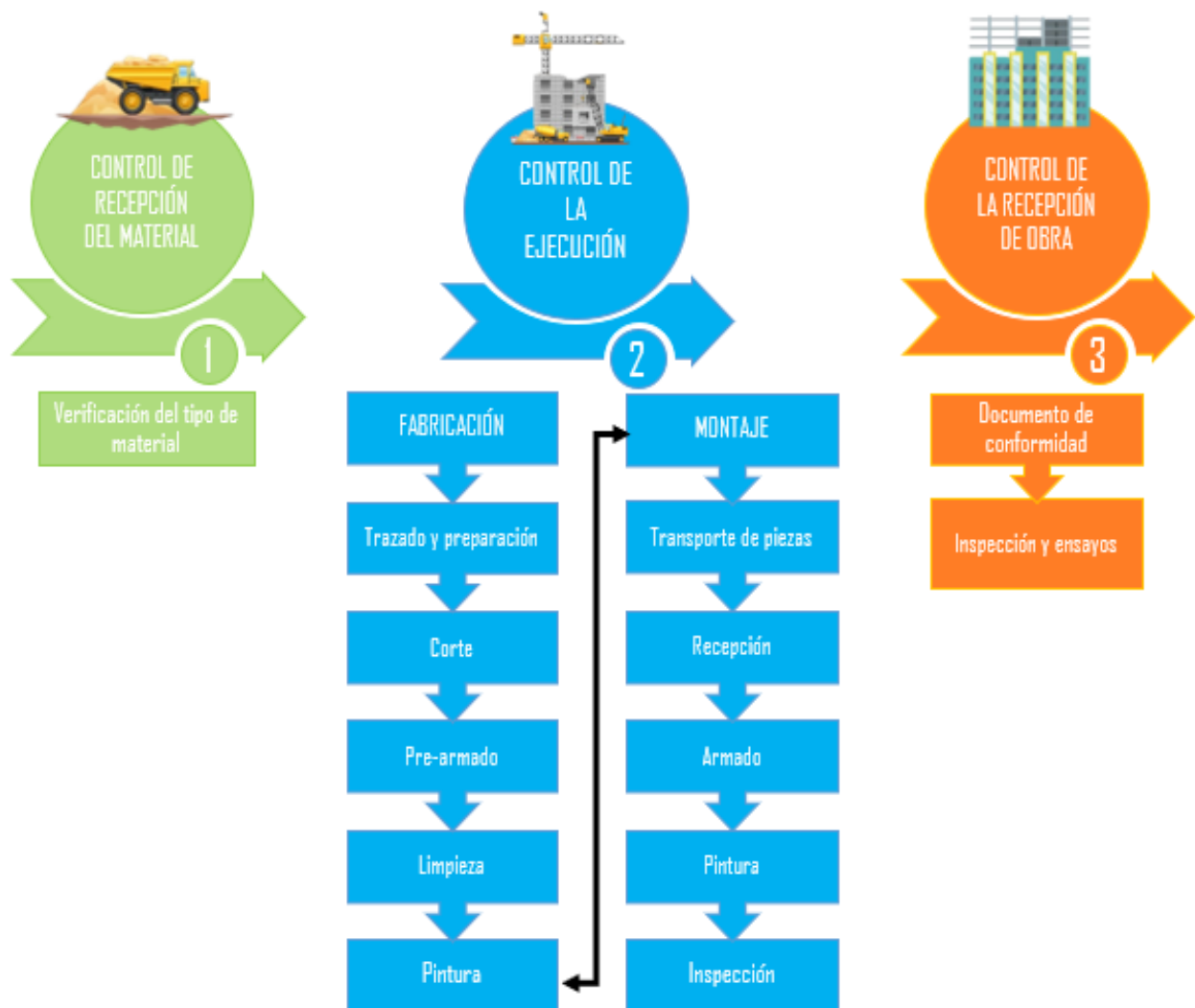


Figura 11. Infografía etapas control de calidad

7.5. Realizar un modelo de seguimiento detallado y específico que permita detectar inconsistencias y constituir acciones correctivas inmediatas.

Para la detección de inconsistencias y la constitución de acciones correctivas inmediatas se realizan los siguientes modelos.

		PROGRAMA DE INSPECCIÓN				Cód.: _____	
						VERSIÓN: _____	
						PÁGINA: _____ DE _____	
NOMBRE Y LUGAR DE LA OBRA: _____							
N°	Control	Método de Inspección	Documentación empleada	Responsable	Firma	Fecha	Observaciones
1	RECEPCIÓN DE MATERIALES						
1.1	Ficha de suministros, guía o remisión	Revisión documental	Formato de recepción de material				
1.2	Certificados de garantía	Revisión documental	Formato de recepción de material				
1.2	Disintivos de calidad	Revisión documental	Formato de recepción de material				
2	CONTROL DE LA EJECUCIÓN						
2.1	FABRICACIÓN						
2.1.1	Inspección del trazado y preparación	Visual - Medición	Ficha de control dimensional				
2.1.2	Corte de material	Verificación - Medición	Ficha de control dimensional / planos de taller				
2.1.3	Pre-armado	Visual - Medición	Ficha de control dimensional / planos de taller				
2.1.4	Armado A. Unión con remaches B. Unión con pernos C. Unión con soldadura	Visual - Medición - END					
2.1.5	Limpieza						
2.1.6	Pintura						
2.2	MONTAJE						
2.2.1	Transporte de piezas						
2.2.2	Recepción						
2.2.3	Preparación						
2.2.4	Pre-armado	Visual - Medición	Ficha de control dimensional / planos de taller				
2.2.5	Armado A. Unión con remaches B. Unión con pernos C. Unión con soldadura	Visual - Medición - END					
2.2.6	Limpieza						
2.2.7	Pintura						
3	CONTROL DE LA RECEPCIÓN DE LA OBRA						
3.1	Recepción	Identificación y estado	S/ Proyecto/pedido/planos y especificaciones del fabricante				
3.2	Colocación	Verificación	S/ Proyecto/pedido/planos				
3.3	Pruebas Funcionamiento	Verificación	S/Protocolo Fabricante				
3.4	Ensayos e inspección						
4	DOSIER FINAL						
4.1	Elaboración de dossier	Revisión documental	Verificar que la documentación es completa y correcta				
4.2	Documento de conformidad de la obra						

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

Figura 12. Programa de inspección

Logo		FICHA DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS										
PROYECTO :		Cód.:			VERSIÓN:			PÁGINA: DE				
ITEM	DESCRIPCIÓN	DOCUMENTO DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA DE INSPECCIÓN	REGISTRO DE CONTROL	TIPO DE INSPECCIÓN			MOMENTO DE LA INSPECCIÓN			RESPONSABLE
Número	Variable a controlar Punto de inspección y ensayo					IV	RD	TM	INI	DUR	FIN	

OBSERVACIONES:

|

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

TIPO DE INSPECCIÓN		MOMENTO DE LA INSPECCIÓN	
IV	Inspección visual	INI	Inicio
RD	Revisión documentación	DUR	Durante
TM	Toma de muestra (ensayos)	FIN	Final

Figura 13. Ficha de inspección y ensayos

7.6. Soportar la validación de la construcción eficaz de estructuras metálicas en edificaciones para aumentar estratégicamente la idoneidad y mejora continua de la calidad del elemento estructural mediante una guía.

El proceso de validación de la Guía para el control de calidad de estructuras metálicas se realizó con la Empresa PRESACO “Consultoría y Construcción” en la obra del Puente peatonal intercambiador vial mesón de los Búcaros, ubicado en la ciudad de Bucaramanga entre los meses septiembre de 2018 a febrero de 2019, para la cual se realizaron visitas de campo con registro fotográfico que evidencia la inspección y seguimiento a la misma. (Ver apéndice B Implementación)

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones

- Con la producción de esta monografía se puede concluir que la interventoría y la supervisión técnica cuenta con la aptitud competente para validar el control de calidad en la construcción de estructuras metálicas en todas sus etapas, control de recepción de material, control de la ejecución, fabricación - montaje, y recepción de la obra terminada.
- El estricto seguimiento de normas y códigos previamente establecidos son indispensables para el control de calidad eficaz.
- Cumplir con la trazabilidad de la metodología favorece y garantiza el cumplimiento de la gestión de calidad.
- Los formatos tipo permiten un avance sistemático y eficiente simplificando y facilitando la interrelación de los procesos.
- El documento consolidado como guía y sus formatos tipo servirá para el control de calidad de proyectos a fines brindando un modelo respaldado por normatividad nacional e internacional con especificaciones validas dentro del mercado, fabricación, montaje y producción de estructuras metálicas.

8.2 Recomendaciones

- La presente monografía compiló información sustentada de diversas normas y directamente relacionadas con la calidad de estructuras metálicas en obras civiles, las normas son descritas en el cap.5 sección 5.4.; se recomienda la revisión tipológica del montaje y correlación con la normatividad para su posterior aplicabilidad.

Apéndice A. Guía de control de calidad para la construcción de una estructura metálica

Tabla de contenido

Guía de control de calidad para la construcción de una estructura metálica	55
1. Alcance	56
2. Control de recepción de material	57
2.1 Inspección de la recepción de los materiales	58
3. Control de ejecución	59
3.1 Fabricación.....	59
3.1.1 Trazado y preparación.....	59
3.1.2 Corte del material.....	59
3.1.3 Pre-armado.....	60
3.2 Montaje	112
3.2.1 Transporte de piezas.	112
4. El control de la recepción de obra.....	114
4.1 Elaboración de documento de conformidad de la obra.....	115
4.2 Inspección y ensayos	115
4.3 Informe final	116
Referencias bibliográficas.....	139
Programación de obra	117

Lista de tablas

Tabla A 1. <i>Caracterización física de pernos</i>	62
Tabla A 2. <i>Apretamiento de los pernos ASTM A449</i>	65
Tabla A 3. <i>Apretamiento de los pernos ASTM A325</i>	66
Tabla A 4. <i>Apretamiento de los pernos ASTM A490</i>	66
Tabla A 5. <i>Apretamiento de los pernos ASTM A307</i>	67
Tabla A 6. <i>Clasificación de chaflanes por su geometría</i>	79
Tabla A 7. <i>Tipos de uniones</i>	81
Tabla A 8. <i>Posiciones de soldeo</i>	82
Tabla A 9. <i>Causas y solución grietas en el cordón</i>	87
Tabla A 10. <i>Causas y soluciones inclusiones en la soldadura</i>	88
Tabla A 11. <i>Causas y soluciones porosidades en la soldadura</i>	90
Tabla A 12. <i>Preparación de superficies limpieza</i>	96

Lista de figuras

<i>Figura A 1.</i> Control de calidad para la construcción de una estructura metálica	56
<i>Figura A 2.</i> Clasificación tipos de remaches según la forma de su cabeza	61
<i>Figura A 3.</i> Clasificación de pernos según su resistencia a tracción	63
<i>Figura A 4.</i> Dimensiones nominales de las perforaciones.....	63
<i>Figura A 5.</i> Distancia mínima de perforación al borde – perforación estándar.....	64
<i>Figura A 6.</i> Distancia mínima de perforación al borde – perforación agrandada o ranurada.....	64
<i>Figura A 7.</i> Mínima tensión de los pernos K_n *pernos con diámetro en pulgadas	67
<i>Figura A 8.</i> Procesos de soldadura y unión.	70
<i>Figura A 9.</i> Clasificación de los procesos de soldadura más comunes	71
<i>Figura A 10.</i> Sistema de clasificación AWS	79
<i>Figura A 11.</i> Posiciones de soldeo EN	84
<i>Figura A 12.</i> Cordón recto y con balanceo	84
<i>Figura A 13.</i> Movimientos circulares	85
<i>Figura A 14.</i> Movimientos en forma de zigzag	85
<i>Figura A 15.</i> Paso de avance.....	86
<i>Figura A 16.</i> Grietas en la soldadura	87
<i>Figura A 17.</i> Poros en la soldadura.....	89
<i>Figura A 18.</i> Clasificación de ensayos de la soldadura	92
<i>Figura A 19.</i> Herramientas para la aplicación de pinturas.....	104
<i>Figura A 20.</i> Medidor de espesor Galgas	108
<i>Figura A 21.</i> Medidor de espesor PIG	108
<i>Figura A 22.</i> Sonda de medición de espesor.....	109

<i>Figura A 23. Medidor de espesor de capa humada Rulina</i>	<i>109</i>
<i>Figura A 24. Termómetros</i>	<i>110</i>
<i>Figura A 25. Medidor de adherencia por trama cruzada o rayador</i>	<i>110</i>
<i>Figura A 26. Placa multifuncional.....</i>	<i>111</i>

Guía de control de calidad para la construcción de una estructura metálica

La presente guía se desarrolla en torno a los conceptos de supervisión técnica, interventoría y control de calidad, relacionados directamente con la construcción de estructuras metálicas, su principal objetivo es simplificar el control de la calidad de la construcción de estructuras metálicas y establecer una validación por parte de la interventoría y/o supervisión técnica.

De cada una de las actividades de inspección establecidas en esta guía para el control de calidad se deberá dejar constancia mediante documento físico o electrónico, firmado por cada uno de los responsables y así mismo por la supervisión técnica. Las funciones contenidas en la guía como ensayos y pruebas deberán ser realizadas por entidades avaladas y ajenas a la supervisión técnica.

Para el correcto inicio de actividades se deberá contar con disponibilidad de planos de taller, planos de montaje y especificaciones, todo esto con las referencias y estándares aplicables.

1. Alcance

El control de calidad para la construcción de una estructura metálica se ejecutará en las siguientes etapas.

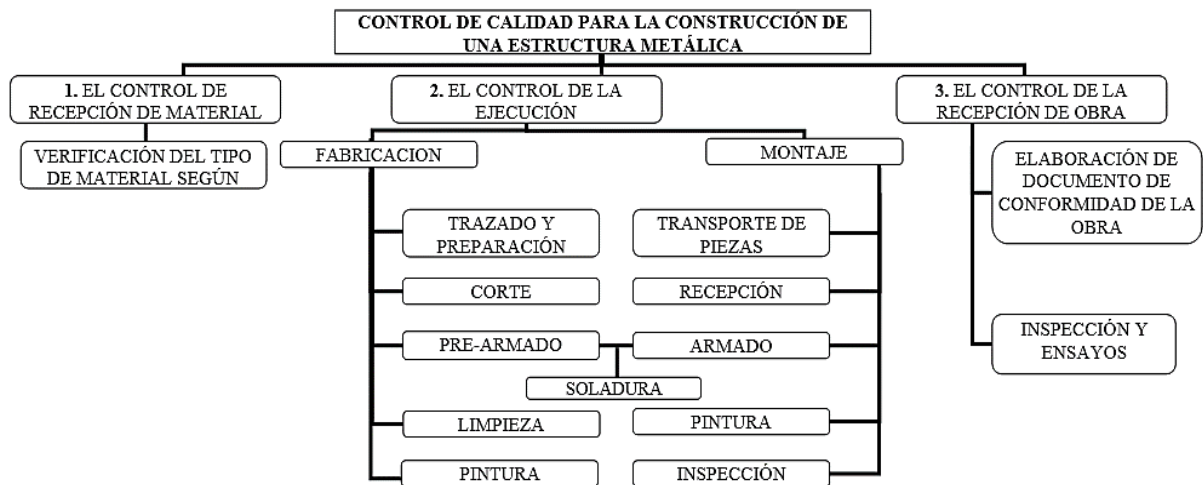


Figura A 1. Control de calidad para la construcción de una estructura metálica

2. Control de recepción de material

El control de recepción tiene por objeto comprobar las características técnicas mínimas exigidas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente en el proyecto, así como las condiciones de suministro y las garantías de calidad.

La supervisión técnica en esta etapa se encargará de controlar. El producto adquirido de acuerdo a sus especificaciones, los registros de la calidad de los productos recibidos y la clasificación y registro del producto no conforme, de la siguiente manera.

A. Documentación de suministros.

Los proveedores entregarán al constructor, quien facilitará a la supervisión técnica, los documentos de identificación de cada uno de los materiales exigidos por la normativa de necesario cumplimiento. Esta documentación incluirá.

- Documento de origen, ficha de suministro, guía o remisión.
- El certificado de garantía del fabricante propiamente firmado.

B. Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas.

El proveedor proporcionará la siguiente documentación.

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso de productos y equipos.

C. Control de los certificados

En el caso venir con certificado expedido por el fabricante se controlará que se corresponde de forma inequívoca cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.

El supervisor deberá verificar que esta documentación sea suficiente para la aceptación del material.

2.1 Inspección de la recepción de los materiales

La inspección de la recepción de los materiales se realizará mediante copia de pedido al proveedor y soporte de entrega (orden de entrega o remisión) con lo que se verificará el cumplimiento del pedido en cantidad, tipo de material recibido y estado superficial es decir que el material se encuentre libre de óxido o golpes.

Se diligenciará ficha de recepción de material, si el material es aceptado se procederá a almacenar, diligenciar formato de material aceptado y además se realizará identificación del material mediante etiquetas (ver Apéndices 1 y 2). Si el material es rechazado, se realizará anotación en el soporte de entrega (orden de entrega o remisión), y de la misma forma se diligenciará formato de material rechazado (ver Apéndice 1), se enviará copia al departamento de compras quien registrará la incidencia.

En la ficha de recepción se hará observación según corresponda a los certificados recibidos junto con el material y los certificados que serán o ya han sido enviados al departamento de compras.

3. Control de ejecución

3.1 Fabricación

3.1.1 Trazado y preparación. Consiste en transcribir o grabar sobre la superficie metálica referencias como dimensiones generales de las piezas, cotas de nivel, medidas para biseles, medidas para cortes y perforaciones sin distinción ya sea manual o mediante equipos automatizados, este proceso se realiza de acuerdo a las indicaciones de los planos de taller.

3.1.1.1 Inspección de trazado y preparación. El taller tendrá recursos de medida como escuadras, mesas, bastidores, listones, etc., estos previamente inspeccionados, para así ejecutar una correcta toma de medidas y posterior corte, los recursos para medición deberán estar incluidos en la ISO 8322.

Se realizará verificación de medidas mediante registro fotográfico, ficha de inspección y/o ficha de control dimensional (Ver Apéndice 3) según corresponda, de encontrar alguna irregularidad se realizará levantamiento de no conformidad.

3.1.2 Corte del material. Este proceso dependerá del trazado y dimensionamiento especificado en los planos de taller, con esto los elementos tendrán sus dimensiones definitivas.

3.1.2.1 Tipos de corte.

A. Corte con disco

Este tipo de corte se realiza mediante un disco fabricado en óxido de aluminio (Corindón) el cual se adapta a una herramienta eléctrica como el esmeril angular, pulidora o rotaflex, por ser un disco muy fino garantiza un corte preciso de los metales (Ollarves, 2016).

B. Corte con arco de plasma

El corte plasma corta metales al fundir un área localizada del material mediante un arco eléctrico restringido que elimina el material fundido con un chorro de gas ionizado caliente a alta velocidad (Metalurgialauro, 2017).

C. Corte con láser

El corte láser es un proceso de corte térmico basado en la fusión o vaporización altamente localizadas que produce un haz de luz coherente de alta energía, por lo general con la ayuda de un gas de asistencia. El gas de asistencia desaloja el material fundido de la zona de corte (Metalurgialauro, 2017).

D. Corte con oxicorte

Este método consiste en efectuar el corte de piezas metálicas mediante soldadura autógena, una soldadura por fusión conocida como oxi-combustible u oxiacetilénica, la combustión se realiza por la mezcla de acetileno y oxígeno que arden a la salida de una boquilla o soplete (Construrámica, s.f.).

3.1.2.2 Inspección de proceso de corte. Se deberá comprobar que las piezas elaboradas poseen las dimensiones expresadas en los planos de taller, teniendo en cuenta las tolerancias indicadas en la norma ISO 7976-2 a menos de que los planos y/o especificaciones técnicas enuncien alguna particularidad, Sobrepasar las tolerancias puede traer consecuencias como imposibilitar la unión adecuada con de los elementos o hasta influir en la capacidad de estos.

3.1.3 Pre-armado. En esta actividad se ensamblan las piezas en la posición referente que tendrán al ejecutar las uniones definitivas, para esto se deben revisar los siguientes aspectos.

3.1.3.1 Unión con remaches. Los remaches son usados para la unión de perfiles, platinas y láminas, por lo general son hechos de materiales como acero, acero inoxidable, cobre, aluminio, hierro, zinc, entre otros dependiendo del uso destinado, se clasifican por sus características físicas,

La norma UNE 17012 clasifica los tipos de remaches denominados remaches especiales según su forma, y según los tipos de cabeza son tipificados en la norma UNE17003.

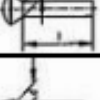
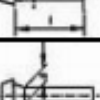
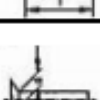
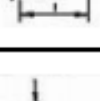
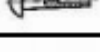
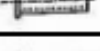
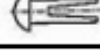
Tipo	Representación grafica	Denominación
1		Remaches de cabeza esférica
2		Remaches de cabeza esférica para construcciones estancas
3		Remaches de cabeza avellanada
4		Remaches de cabeza avellanada y abombada
5		Remaches de cabeza tronco-cónica
6		Remaches de cabeza tronco-cónica y avellanada
7		Remaches de cabeza plana y avellanada para construcciones navales y estancas
8		Remaches de cabeza avellanada y bombeada para construcciones navales y estancas
9		Remache perforado
10		Remache hueco
11		Remache tubular hendido
12		Remache entallado

Figura A 2. Clasificación tipos de remaches según la forma de su cabeza

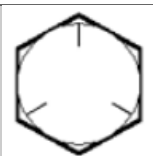
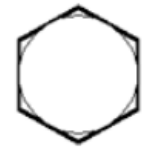
Fuente: (UNE 17003 , 2003, págs. 1-2)

Los remaches son instalados mediante una pistola remachadora la cual forma una nueva cabeza en su instalación.

3.1.3.1.1 Inspección de proceso unión con remaches. La inspección para uniones con remaches se realizará mediante la verificación visual y con herramientas de medición como calibradores para determinar la altura de los remaches, diámetro de cierre, espaciamiento mínimo y máximo entre los centros de los remaches de acuerdo con la NSR-10 título F 5.6.3.

3.1.3.2 Unión con pernos. Los pernos son usados para unión de piezas desmontables, Las principales clases de pernos admitidos para estructuras de acuerdo con su caracterización física y según lo indicado en la NSR10 título F. 2.1.5.3 son.

Tabla A 1. Caracterización física de pernos

IDENTIFICACIÓN FÍSICA	DESIGNACIÓN ASTM	Fu (Mpa)	MATERIAL	RANGO DE DIÁMETRO
	A449	724	Acero al carbono, templado y revenido	¼" a 1" 1⅛" a 1½" 1¾" a 3"
	A325	825	Acero al carbono, templado y revenido	½" a 1" 1⅛" a 1½"
	A490	1029	Acero aleado, templado y revenido	½" a 1½"
	A307	410	Acero de bajo carbono	¼" a 4"

Fuente: (STUDYLIB, 2013)

Además, la NTC4034 los clasifica por grados que indican su resistencia a tracción y su uso previsto como se designan en la siguiente tabla:

Grado	Descripción
Grado A	Tornillos y pernos que tienen una resistencia mínima a la tracción de 60 ksi y están previstos para uso general,
Grado B	Tornillos y pernos que tienen una resistencia a la tracción de 60 ksi a 100 ksi y están previstos para juntas bridadas en sistemas de tuberías con bridas de hierro fundido, y
Grado C	Remplazado por el Grado 36 de la Especificación ASTM F1554

Figura A 3. Clasificación de pernos según su resistencia a tracción

Dimensión de las perforaciones

Dimensión de las perforaciones en las conexiones de los elementos, las perforaciones se han clasificado en perforaciones estándar, agrandadas, cortas y largas, la dimensión de la perforación depende directamente del diámetro del perno, como lo muestra la siguiente tabla tomada de la NSR10 - F2.10.3-3

Pernos con diámetro en pulgadas

Diámetro del Perno mm (pulg.)	Dimensiones de las Perforaciones			
	Perforación estándar mm	Perforación agrandada mm	Ranura corta (Ancho x largo) mm	Ranura Larga (Ancho x largo) mm
12.7 (1/2")	14.3	15.9	14.3 x 17.5	14.3 x 31.8
15.9 (5/8")	17.5	20.6	17.5 x 22.2	17.5 x 39.7
19.1 (3/4")	20.6	23.8	20.6 x 25.4	20.6 x 47.6
22.2 (7/8")	23.8	27.0	23.8 x 28.6	23.8 x 55.6
25.4 (1")	27.0	31.8	27.0 x 33.3	27.0 x 63.5
≥ 28.6 (≥ 1 1/8")	d + 3.2	d + 7.9	(d + 3.2) x (d + 9.5)	(d + 3.2) x (2.5 x d)

Figura A 4. Dimensiones nominales de las perforaciones

Las perforaciones tienen un espaciamiento y distanciamiento mínimo determinado e indicado en la NSR10 capítulo F.2.10.3.3 donde el espaciamiento para cualquiera de las perforaciones no podrá ser menor que 2 2/3 veces el diámetro nominal del conector d, es recomendado usar mínimo 3d; el distanciamiento varía según el tipo de perforación de la siguiente manera.

Perforación estándar.

Tabla F.2.10.3-4M
Distancia Mínima al Borde^(a), del centro de una perforación estándar^(b) al borde de la parte conectada
Pernos con diámetro en milímetros

Diámetro del Perno mm (pulgadas)	Distancia mínima al borde mm
16	22
20	26
22	28
24	30
27	34
30	38
36	46
mayor que 36	1.25 x d

- (a) Se permiten distancias al borde menores que las dadas en esta tabla si se satisfacen las provisiones aplicables de los numerales F.2.10.3.10 y F.2.10.4, sin embargo no se permiten distancias menores que (1) diámetro del perno.
 (b) Para perforaciones agrandadas o de ranura, véase la tabla F.2.10.3-5M.

Figura A 5. Distancia mínima de perforación al borde – perforación estándar

Perforación agrandada o ranurada.

Tabla F.2.10.3-5M
Valores del Incremento de la distancia al borde C_2
Pernos con diámetro en mm

Diámetro Nominal del Conector (mm)	Perforaciones Agrandadas (mm)	Perforaciones Ranuradas		
		Ranura Perpendicular al Borde		Ranura Paralela al Borde
		Ranuras Cortas (mm)	Ranuras Largas ^(a)	
≤22	2	3	0.75d	0
24	3	3		
≥27	3	5		

- (a) Cuando la longitud de la ranura es menor que el máximo permisible (véase la tabla F.2.10.3-3M), se permite reducir el valor de C_2 en la mitad de la diferencia entre las longitudes máxima y real de la ranura.

Figura A 6. Distancia mínima de perforación al borde – perforación agrandada o ranurada

Tolerancia en la ubicación de las perforaciones

Se establece a partir de la holgura permitida en perforaciones estándar, como se indica en la

NSR10 F.2.10.3.2 no debe ser mayor a 1,6 mm.

Corrección de perforaciones

Es permitido corregir de manera moderada las perforaciones mal ubicadas, se podrán corregir con métodos como pulido, soldado o corte térmico con el fin de facilitar el paso de los pernos en perforaciones desalineadas, se debe contar con el concepto y visto bueno del diseñador previamente a cada corrección.

Lubricación de los pernos

La lubricación de los pernos es importante ya que aporta y mejora el rendimiento de las conexiones roscadas teniendo en cuenta que estas nos ofrecen la facilidad de montar y desmontar piezas, gracias a la correcta lubricación se pueden prevenir inconsistencias relacionadas con la fricción y el desgaste, además de dar protección al perno frente a efectos como la corrosión.

Se debe tener en cuenta que para apretar un perno no lubricado se necesitará aplicar un torque mayor, esto implica el uso de herramienta robusta disminuyendo posiblemente la ductilidad del perno debido al aumento de esfuerzos.

Si un perno es lubricado con aceite soluble en agua se debe tener en cuenta que su exposición a la intemperie producirá deterioro en el lubricante.

Si un perno presenta partículas de suciedad u óxido deberá ser re lubricado.

Apretamiento de los pernos

Para realizar el apretamiento de los pernos se tendrá en cuenta el tipo de perno a usar y su respectiva norma.

Tabla A 2. *Apretamiento de los pernos ASTM A449*
ASTM A449

Diámetro	Carga de prueba (lb)	Fuerza de apriete	Torque (ft-lb)		
			Lubricado	Galvanizado	Negro
1/4"	2.700	2.025	4	11	8
1/2"	12.050	9.038	38	94	75

1"	51.500	38.625	322	805	644
-----------	--------	--------	-----	-----	-----

Tabla A 2. (Continuación)

1 ¼"	71.700	53.775	560	1.400	1.120
1 ½"	104.000	78.000	975	2.438	1.950
2"	137.500	103.125	1.719	4.297	3.438
3"	328.350	246.263	6.157	15.391	12.313

Tabla A 3. Apretamiento de los pernos ASTM A325
ASTM A325

Diámetro	Tensión		Torque (ft-lb) (min-máx.)		
	Min	Max	Lubricado	Galvanizado	Negro
½"	12.000	14.000	50-58	125-146	100-117
1"	51.000	61.000	425-508	1063-1271	850-1017
1 ¼"	71.000	85.000	740-885	1849-2214	1479- 1771
1 ½"	103.000	124.000	1288-1550	3219-3875	2575- 3100

Tabla A 4. Apretamiento de los pernos ASTM A490
ASTM A490

Diámetro	Tensión		Torque (ft-lb) (min-máx.)		
	Min	Max	Lubricado	Galvanizado	Negro
½"	15.000	18.000	63-75	156-188	125-150
1"	64.000	77.000	533-642	1334-1604	1067-1283
1 ¼"	102.000	122.000	1063-1271	2656-3178	2125-2542
1 ½"	148.000	178.000	1850-2225	4625-5563	3700-4450

Tabla A 5. *Apretamiento de los pernos ASTM A307***ASTM A307**

Diámetro	Carga de prueba (lb)	Fuerza de apriete	Torque (ft-lbs)		
			Lubricado	Galvanizado	Negro
1/4"	1.145	859	2	4	4
1/2"	5.108	3.831	16	40	32
1"	20.000	15.000	125	313	250
1 1/4	32.000	24.000	250	625	500
1 1/2"	46.400	34.800	435	1.088	870
2"	90.000	67.500	1.125	2.813	2.250
3"	214.920	161.190	4.030	10.074	8.060

Tabla F.2.10.3-1
Mínima Tensión de Instalación de los Pernos, kilonewtons*
Pernos con diámetro en pulgadas

Tamaño del perno mm (pulgadas)	Grupo A Pernos ASTM A325, ASTM F1852	Grupo B Pernos ASTM A490, ASTM F2280
12.7 (1/2")	53	67
15.9 (5/8")	84	107
19.1 (3/4")	125	156
22.2 (7/8")	173	218
25.4 (1")	227	285
28.6 (1 1/8")	249	356
31.8 (1 1/4")	316	454
34.9 (1 3/8")	378	538
38.1 (1 1/2")	458	658

* Igual a 0.70 veces la resistencia mínima a tensión de los pernos, redondeada al kN más cercano, como se establece en las especificaciones ASTM para pernos A325 y A490 con roscas UNC.

*Figura A 7. Mínima tensión de los pernos Kn*pernos con diámetro en pulgadas*

Reutilización de pernos.

Según lo establecido en la RCSC se permite reutilizar pernos A325 únicamente con autorización del director, no se podrán reutilizar pernos galvanizados ni A490 ya que poseen una ductilidad baja.

3.1.3.2.1 Inspección de proceso unión con pernos. Para realizar la inspección del proceso se realizará inspección en tres (3) etapas de acuerdo con la NSR 10 título F.3.10.3.

1. Inspección antes del empernado.
 - a. Selección correcta de los pernos.
 - b. Selección del procedimiento de acuerdo con la junta.
 - c. Correcta fabricación de los elementos de conexión.
 - d. Ensayo de a calificación del procedimiento.
 - e. Almacenamiento adecuado de los pernos y en caso de que se requieran tuercas y arandelas.
2. Inspección durante el empernado
 - a. Correcta colocación de los pernos y en caso de que se requieran tuercas y arandelas.
 - b. Verificación de la lubricación de los pernos.
 - c. Verificación del apriete de los pernos.
 - d. Garantía de la no rotación de los elementos.
 - e. Verificación del pre-tensionamiento según lo especificado previamente en la tabla F.2.10.3-1.
 - f. Verificación del apriete desde la junta hacia los bordes libres.
3. Inspección después del empernado
 - a. Documentar as conexiones aceptadas o rechazadas.

3.1.3.3 Soldadura. La *American Welding Society* define una soldadura como una coalescencia localizada de metales o no metales producidos mediante el calentamiento de los materiales calentándolos a la temperatura de soldadura requerida, con o sin la aplicación de presión sola y con el uso de material de aportación.

En otras palabras, una soldadura se produce cuando piezas distintas se unen y forman una sola pieza al ser calentadas y unidas mediante fusión. Existe una clasificación de los procesos de soldadura y unión en la AWS y se agrupan de la siguiente manera.

3.1.3.3.1 Procesos de soldadura y unión

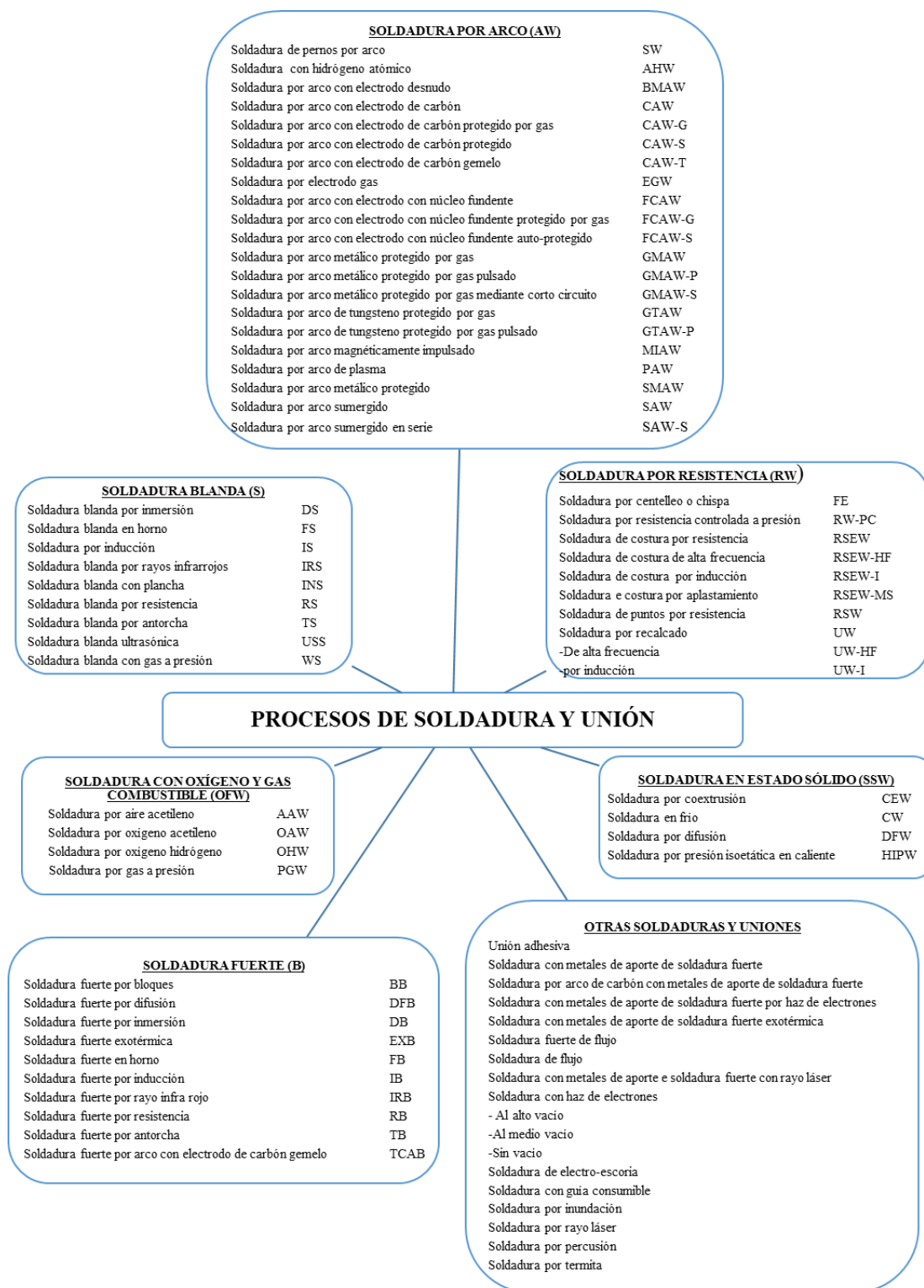


Figura A 8. Procesos de soldadura y unión.

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.3.2 Clasificación de los procesos de soldadura más comunes

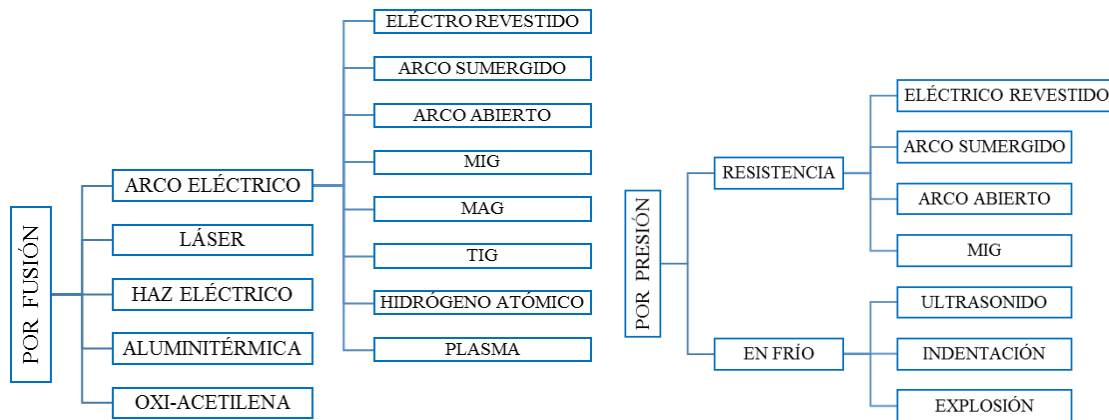


Figura A 9. Clasificación de los procesos de soldadura más comunes

1. Soldadura por arco eléctrico

Es un proceso de soldadura, donde la unión es producida por el calor generado por un arco eléctrico, con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte. La energía eléctrica se transforma en energía térmica, pudiendo llegar esta energía hasta una temperatura de aprox. 4 000°C. La energía eléctrica es el flujo de electrones a través de un circuito cerrado.

Cuando ocurre una pequeña ruptura dentro de cualquier parte, o apertura del circuito, los electrones se mueven a gran velocidad y saltan a través del espacio libre entre los dos terminales, 1,5 - 3 mm produciendo una chispa eléctrica, con la suficiente presión o voltaje para hacer fluir los electrones continuamente. A través de esta apertura, se forma el arco eléctrico, fundiéndose el metal a medida que se avanza.

El arco eléctrico es, por lo tanto, un flujo continuo de electrones a través de un medio gaseoso, que genera luz y calor.

1.1. Soldadura por arco eléctrico con electrodo metálico revestido.

La soldadura por arco eléctrico manual con electrodo revestido o simplemente “Soldadura Eléctrica”, es un proceso de unión por fusión de piezas metálicas. Para lograr la unión, se concentra el calor de un arco eléctrico establecido entre los bordes de las piezas a soldar y una varilla metálica, llamada electrodo, produciéndose una zona de fusión que, al solidificarse, forma la unión permanente.

1.2. Soldadura por arco sumergido

En sus fundamentos físicos es similar a la soldadura de arco eléctrico manual. En su operación, el electrodo es reemplazado por un alambre desnudo que, a medida que se consume, es alimentado mediante un mecanismo automático. El arco es cubierto y protegido por un polvo granular y fusible, conocido como fundente o flujo, el mismo que es un compuesto de silicatos y minerales. El fundente cumple el mismo papel que el revestimiento de los electrodos, desde el punto de vista físico y metalúrgico. Físicamente, haciendo que la escoria proteja al baño de soldadura de la acción de los gases atmosféricos, formando un cordón libre de poros e impidiendo una pérdida de calor demasiado rápida. Metalúrgicamente, impidiendo pérdidas de elementos de aleación, compensando o agregándolos al metal depositado.

El arco eléctrico que se forma produce el calor necesario para fundir el metal base, el alambre y el flujo, que cae por gravedad cubriendo la zona de soldadura.

Como el arco es invisible por estar cubierto, el proceso se denomina soldadura por Arco Sumergido, no observándose durante la operación de soldar ni el arco, ni chispas o gases. El alambre es alimentado desde un rollo.

1.3. Soldadura por arco abierto

Es un proceso de soldadura, en el que la fusión se logra mediante un arco producido entre un electrodo tubular (alambre consumible) y la pieza. La protección se obtiene de un fundente contenido dentro del alambre tubular. Protección adicional de un gas suministrado externamente no es necesaria.

Hay que seleccionar el tipo de alambre tubular de acuerdo con la aleación, composición y nivel de resistencia del metal base a soldarse. Están disponibles varios diámetros para permitir la soldadura en diferentes posiciones. Los alambres están disponibles en carretes y bobinas y están empaquetados en recipientes especiales para protegerlos de la humedad.

1.4. Soldadura por arco eléctrico con alambre sólido y gas (MIG/MAG).

Este proceso de soldadura se da mediante el uso de un electrodo de metal que sirve como material de relleno (en el mismo proceso se consume formando un hilo o cordón) y una pieza de metal, dependiendo del tipo de gas el proceso se clasifica así.

Soldadura por arco Metálico con Gas Inerte (MIG), donde se emplea un gas puro-inerte como el helio o el argón, la función de este gas es proteger la soldadura de oxidaciones e impurezas del ambiente para así garantizar una unión limpia, al ser el gas inerte no tiene participación en la reacción de la soldadura, su actuación es simplemente protectora, dicha protección es empleada comúnmente en la fusión de metales clasificados como no ferrosos.

En la soldadura por arco Metálico con Gas Activo (MAG), el gas utilizado participa activamente en la soldadura, su función puede ser oxidante o reductora según la necesidad, en este proceso se utilizan gases como el dióxido de carbono o argón mezclado con oxígeno; es empleada comúnmente en la fusión de metales clasificados como ferrosos.

Este método es recomendado solo para soldadura de taller ya que al implementarlo en campo abierto cualquier corriente de aire puede desplazar el gas protector y de esta manera se forman defectos en la soldadura.

1.5. Soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas TIG

La soldadura por arco de tungsteno con gas (TIG) es un proceso, en que la fusión es producida por el calor de un arco que se establece entre un electrodo de tungsteno no-consumible y la pieza de trabajo. La protección se obtiene de un gas inerte (argón o helio).

El proceso TIG puede emplearse para aluminio, magnesio, acero inoxidable, bronce, plata, cobre, níquel y aleaciones, hierro fundido, aceros dulces, aceros aleados, abarcando una amplia gama de espesores de metal.

También se emplea para pases de raíz en juntas soldadas de tubos de acero, buscando la mayor eficiencia en primer pase.

1.6. Soldadura oxi-acetilénica

En la soldadura oxi-acetilénica podemos diferenciar 2 procedimientos, que son los siguientes.

1.6.1. Soldadura por fusión. Se llama así, cuando dos piezas metálicas se juntan y cuando los bordes en contacto se funden por medio de la llama oxiacetilénica. Los bordes en fusión fluyen juntos hasta que cada uno se funde completamente, con o sin aportación de un metal en fusión proveniente de una varilla de soldar. Después de que el metal se ha enfriado, el resultado será un solo trazo continuo de metal. En la soldadura por fusión, el metal base y la varilla de soldar deben tener, en la mayoría de los casos, la misma composición; por ejemplo, al soldar hierro fundido se utiliza una varilla también de hierro fundido. De igual manera será al soldar acero dulce, acero inoxidable, cobre, níquel, aluminio, etc.

1.6.2. Soldadura Fuerte y Soldadura Blanda. Hay procedimientos para unir piezas metálicas, sin necesidad de llegar a la fusión del metal base y que, sin embargo, producen juntas de alta resistencia. Estos procedimientos reciben las denominaciones "Brazing" o Soldadura Fuerte y "Soldering" o Soldadura Blanda. La diferencia básica entre ambos es la temperatura. Las aleaciones no ferrosas, que fluyen a una temperatura máxima de 427°C , son utilizadas en la soldadura blanda y aquellas, que lo hacen a una temperatura mínima de 427°C , son para soldadura fuerte. Indudablemente, la temperatura de trabajo debe ser inferior a la temperatura de fusión del metal base. Estas bajas temperaturas de trabajo permiten el uso de este tipo de procedimientos de soldadura sobre materiales sujetos a cambios estructurales por efecto de altas temperaturas.

También existe un método de clasificación e identificación de los electrodos según su revestimiento.

Celulosicos. Estos electrodos contienen grandes cantidades de material orgánico, tales como la celulosa que, cuando se descompone por el arco, genera cantidades considerables de metal líquido.

La cantidad de escoria producida es pequeña y el arco es muy violenta, causando gran cantidad de salpicaduras y una alta penetración en comparación con otros; los electrodos con revestimiento de celulosa se recomiendan especialmente para la soldadura fuera de la posición plana, con amplia aplicación en la soldadura circunferencial de tuberías. Debido a la alta penetración y grandes pérdidas por salpicaduras, no se recomiendan para el llenado de biseles.

Sus características son.

- Máxima penetración
- Solidificación rápida
- Buenas características de resistencia
- Elasticidad y ductilidad

- Presentación regular

Rutilicos. Se denominan así por el alto contenido de rutilo (óxido de titanio) en el revestimiento y producen una escoria rica, densa y fácilmente extraíble.

Los electrodos con este recubrimiento son fáciles de manejar y se pueden utilizar en cualquier posición, excepto cuando contiene un gran contenido de polvo de hierro; son considerados altamente versátil y de uso común. Cuando se utiliza en corriente continua o alterna, producen un cordón bien parecido, pero con media o baja penetración. La resistencia a la fisuración en caliente es relativamente baja.

Sus características son.

- Penetración mediana a baja
- Arco suave
- Buena presentación
- Buena resistencia

Minerales. Los principales componentes del revestimiento de estos electrodos son óxidos de hierro y manganeso.

Sus características son.

- Buena penetración
- Buena apariencia del depósito
- Buenas propiedades mecánicas
- Alta velocidad de deposición

Básicos o bajo hidrógeno. El revestimiento de base de estos electrodos contiene grandes cantidades de carbonato de calcio o de otro material y fluorita. Estos componentes son los responsables de la generación de escoria con características básicas, protege la soldadura del

contacto con la atmósfera. Esta escoria ejerce una acción beneficiosa sobre la soldadura desulfurando y reduciendo el riesgo de grietas de solidificación.

Este recubrimiento produce soldaduras con bajo contenido de hidrógeno y minimiza el agrietamiento y fragilidad. Los electrodos recubiertos básicos son adecuados para la soldadura de grandes espesores y alto grado de restricción, es decir, dificultad de expansión y contracción de la pieza.

El revestimiento de base también es adecuado para la soldadura de aceros de baja soldabilidad.

Sus características son.

- Alta ductilidad
- Máxima resistencia en los depósitos
- Alta resistencia a los impactos a baja temperatura
- Depósitos de calidad radiográfica
- Penetración mediana a alta

Hierro en polvo añadido. A esta clasificación pertenecen todos los electrodos cuyo revestimiento contiene una cantidad balanceada de hierro en polvo, con esto se aumenta el rendimiento del electrodo; el polvo de hierro se funde y se incorpora en el baño de fusión, a fin de mejorar la utilización de la energía del arco, la estabilidad del arco para aumentar - en el caso de adiciones en el revestimiento correspondientes a 50% del peso de metal depositado - hacer el recubrimiento más resistente al calor, permitiendo el uso de soldadura corrientes con valores más altos, y para aumentar la velocidad de deposición del electrodo. Sin embargo, la adición de polvo de hierro para el recubrimiento también provoca algunos resultados desfavorables, tales como el aumento de cordón de soldadura y una mayor dificultad en el control del charco, lo que dificulta o incluso hacer imposible la soldadura fuera de posición plana.

Sus características son.

- Suaviza la energía del arco
- Se mejora la presentación del cordón
- Mejora la ductilidad (Maturana, 2009).

Identificación de los electrodos de acero al carbón según la AWS-ASTM

Debido a que hay muchos tipos diferentes de electrodos en el mercado, puede resultar muy confuso escoger los correctos para el trabajo que se va a ejecutar. Como resultado la AWS (*American Welding Society*) estableció un sistema numérico aceptado y utilizado por la industria de la soldadura.

Tomando como ejemplo los electrodos E 6011 (CELLOCORD AP), E 7010 (CELLOCORD 70), E 7018 (SUPERCITO) y E 11018 (TENACITO 110), podemos interpretar la Norma.

A) La letra E designa el producto. Electrodo para soldadura eléctrica manual.

B) Los primeros 2 dígitos -en un número de 4 dígitos- o 3 dígitos -en un número de 5 dígitos señalan la resistencia mínima a la tracción, sin tratamiento térmico post soldadura.

E 60XX 62 000 lbs/pulg mínimo

E 70XX 70 000 " "

E 110XX 110 000 " "

C) El tercer dígito indica la posición en la que se puede soldar satisfactoriamente con un electrodo. Por ejemplo, el número 1 en el electrodo E 60 1 significa que el electrodo es apto para soldar en toda posición (plana, vertical, sobre-cabeza y horizontal). El número 4 en un electrodo E 70 8 indica que el electrodo es conveniente para posición plana y también para posición vertical descendente.

D) El último dígito, es indicativo del tipo de revestimiento del electrodo, la corriente eléctrica y polaridad que debe utilizarse.

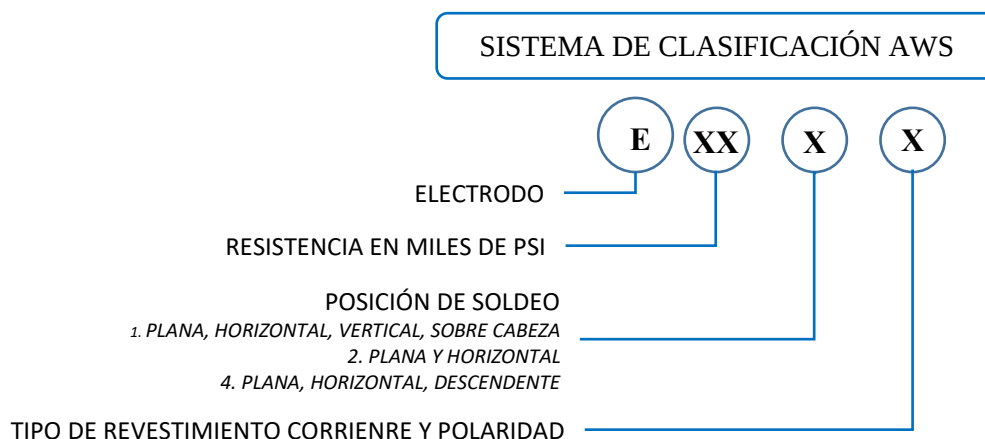
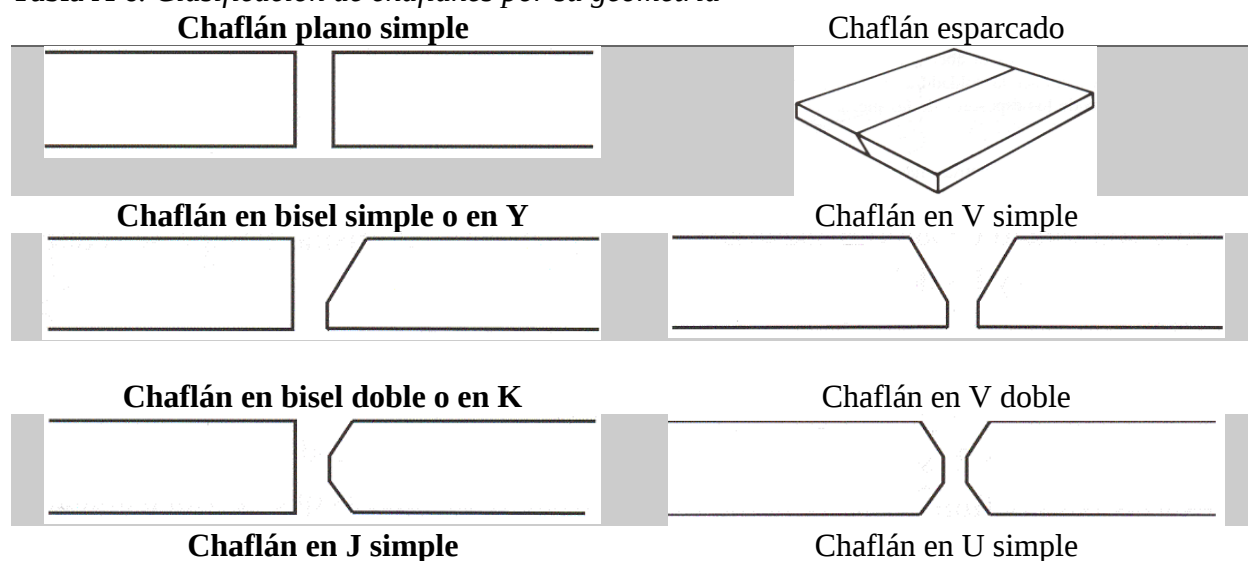


Figura A 10. Sistema de clasificación AWS

3.1.3.3 Tipos de preparación de bordes para soldadura. El chaflán de una soldadura es la abertura entre las dos piezas a soldar que facilita el espacio para contener la soldadura. Este chaflán podrá tener diversas geometrías dependiendo de los espesores de las piezas, el proceso de soldeo y la aplicación de la soldadura.

En la tabla se indican las geometrías más usuales con sus denominaciones

Tabla A 6. Clasificación de chaflanes por su geometría



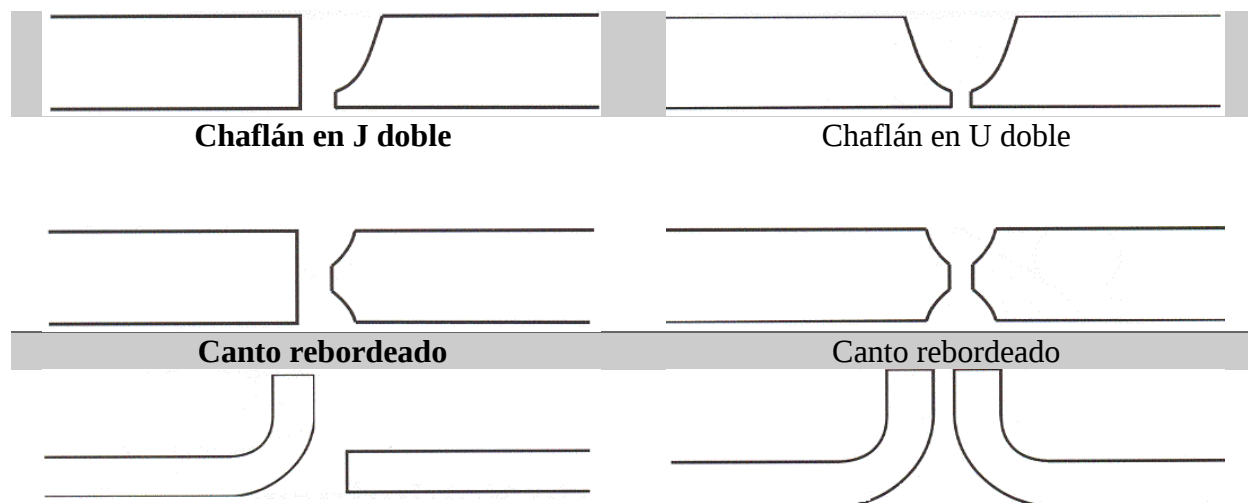


Tabla A 6. (Continuación)
Fuente: (Romero, 2006)

La conexión de las piezas como perfiles y/o planchas con soldadura obedece a diversos factores como el tamaño, forma, carga y área de la misma, existe una clasificación tipológica de unión y es la siguiente.

3.1.3.3.4 Tipos de uniones.

A. Unión a tope (Butt joint). Es la unión entre dos miembros alineados aproximadamente en el mismo plano.

B. Unión en esquina. (Corner joint). Es la unión entre dos miembros situados en ángulo recto el uno del otro.

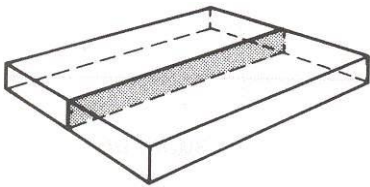
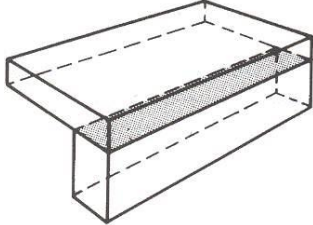
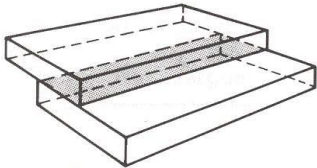
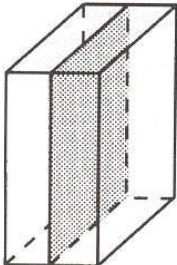
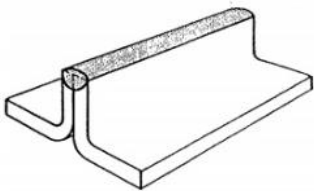
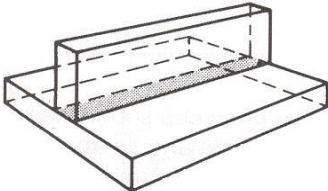
C. Unión a solape o traslape (Lap joint). Es la unión entre dos miembros superpuestos.

D. Unión de bordes (Edge joint). Junta entre bordes de dos o más miembros paralelos o cercanamente paralelos.

E. Unión en T (T-joint). Es la unión entre dos miembros situados aproximadamente en ángulo recto el uno del otro, formando una T.

F. Unión en canto. Se puede definir como la unión entre miembros que tienen sus extremos o filos paralelos.

Tabla A 7. *Tipos de uniones*

	
Unión a tope	Unión en esquinas
	
Unión a solape	Unión en canto
	
Unión de bordes	Unión en T

Fuente: (Romero, 2006; Pino J. M., 2013, pág. 51)

3.1.3.3.5 Posiciones de soldeo. La designación de las posiciones de soldeo está normalizadas y designadas con las ASME y las EN.

La designación ASME distingue entre soldaduras en ángulo, designándolas con una F, y soldaduras a tope, a las que se designa con la G.

En la tabla se representan las posiciones de soldeo y su designación; en la siguiente se ha representado la correlación entre la posición del consumible, o la fuente de calor, respecto a la unión a soldar y la designación de las posiciones según EN.

Tabla A 8. Posiciones de soldeo

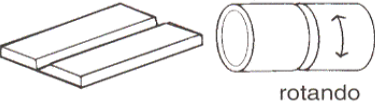
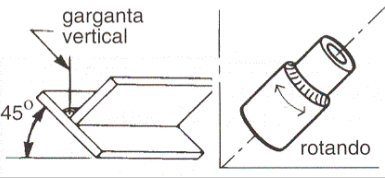
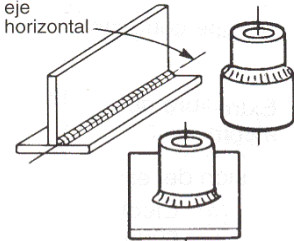
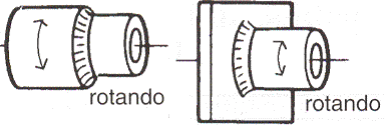
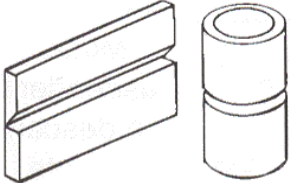
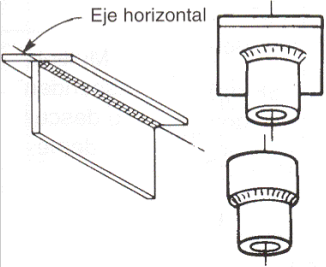
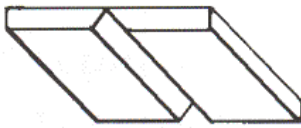
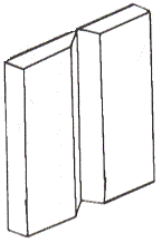
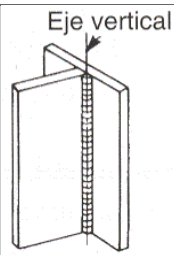
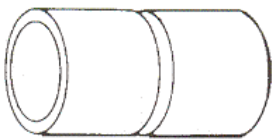
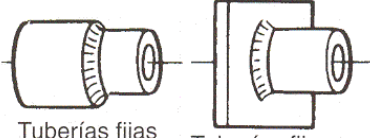
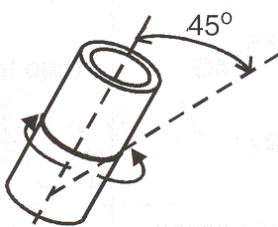
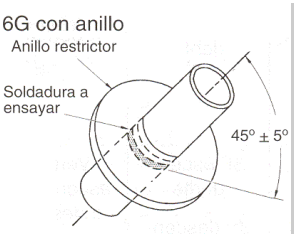
POSICIÓN DE LA UNIÓN	DESIGNACIÓN		
	EN	ASME	COMUN
	PA	1 G	Plana
	PA	1 F	Plana Acunada
POSICIÓN DE LA UNIÓN	DESIGNACIÓN		
	EN	ASME	COMUN
	PB	2 F	En ángulo
	PB	2 FR	En ángulo
	PC	2 G	Cornisa Horizontal – vertical
	PD	4F	Bajo techo
	PE	4G	Bajo techo

Tabla A 8. (Continuación)

	PF ascendente PG descendente	3G ascendente 3G descendente	Vertical ascendente o descendente	
	PF ascendente PG descendente	3F ascendente 3F descendente	Vertical ascendente o descendente	
 Tuberías fijas	PF ascendente PG descendente	5G ascendente 5G descendente	Múltiples ascendente o descendente	
 Tuberías fijas Tuberías fijas	DESIGNACIÓN			
	EN	ASME	COMUN	
	PF ascendente PG descendente	5F ascendente 5F descendente	Múltiple ascendente o descendente	
		 H-L045  J-L045  K-L045	6G	Múltiple
	 6G con anillo Anillo restrictor Soldadura a ensayar	6GR		Múltiples con anillo de restricción

Fuente: (Romero, 2006)

Diagrama posiciones de soldeo

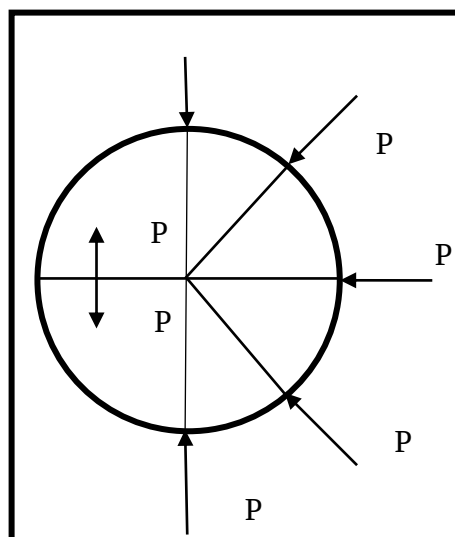


Figura A 11. Posiciones de soldeo EN
Fuente: (Romero, 2006)

Relación entre la posición y la fuente de calor, respecto a la unión a soldar indicada por la dirección de las flechas y las denominaciones de las posiciones de soldeo de acuerdo con la normativa europea (en).

3.1.3.3.6 Tipos de cordones de soldadura. El aspecto y el nombre de un cordón de soldadura dependen de la técnica utilizada por el soldador durante su ejecución. Si el soldador progresa a lo largo de la unión sin oscilar el electrodo de dirección transversal, el cordón de soldadura obtenido se denomina CORDON RECTO.

Se obtendrá un cordón con balanceo, u oscilante, si el soldador mueve el electrodo lateralmente.

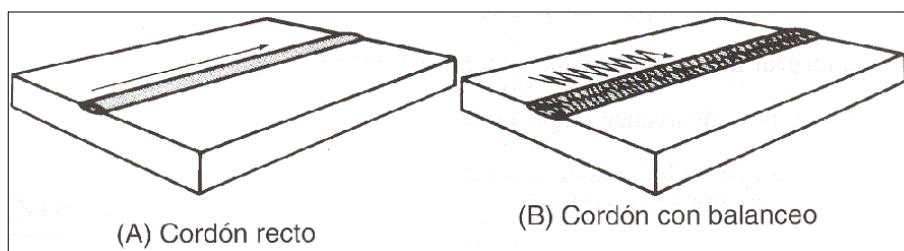


Figura A 12. Cordón recto y con balanceo

El cordón con balanceo será mayor que el recto y, por tanto, la velocidad de soldeo será menor cuando se realicen cordones con balanceo que con cordones rectos; por esta razón el calor aportado a las piezas es mayor cuando se realizan cordones oscilantes, pudiéndose impedir esta técnica en el soldeo de algunos materiales en los que no resulte beneficioso un aporte de calor excesivo.

Los movimientos que más normalmente se dan al electrodo son.

- Movimientos circulares, que suelen utilizar en las pasadas de raíz cuando la separación es excesiva, o cuando no se pretende una penetración elevada.



Figura A 13. Movimientos circulares

- Movimientos en forma de zig-zag, normalmente utilizados donde se desee depositar cordones anchos que permitan el relleno rápido de las uniones.

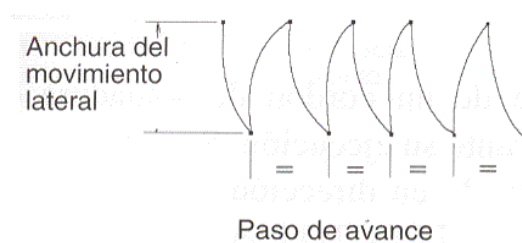


Figura A 14. Movimientos en forma de zigzag

Cordón oscilante

El espacio que se avanza en cada movimiento lateral para obtener un cordón de soldadura se denomina paso de avance.

Para utilizar un paso adecuado se deberá tener en cuenta que.

- Un paso de avance largo produce.

- Mayor velocidad de avance
 - Menor calor aportado
 - Aguas muy espaciadas y cordón poco vistoso
- Un paso de avance corto produce.
 - Menor velocidad de avance
 - Mayor calor aportado
 - Aguas juntas y vistosas

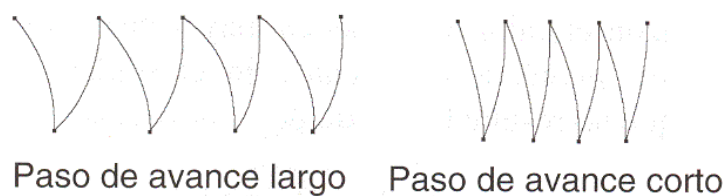


Figura A 15. Paso de avance

La elección del paso, conveniente a la unión a soldar, se tendrá que determinar en función del calor que se pueda aportar a las piezas.

El paso de avance adecuado está en relación con la velocidad de movimientos lateral.

- Un movimiento lateral lento, requiere un paso de avance mayor.
- Un movimiento lateral rápido, requiere un paso de avance menor.

3.1.3.3.7 Imperfecciones y defectos en el cordón. Son defectos o irregularidades que se presentan en la soldadura afectando el tamaño o localización de la misma, estos defectos pueden llegar a originar un fallo en las uniones. En la norma ASME Y UNE-EN ISO6520-1 se encuentran clasificados dichos defectos de la siguiente manera.

A. Grietas. Son el efecto de una rotura local incompleta, no se admite este tipo de defecto, ya que cuando el elemento soldado se someta a la carga para la que se diseñó la grieta crecerá y provocará la rotura.

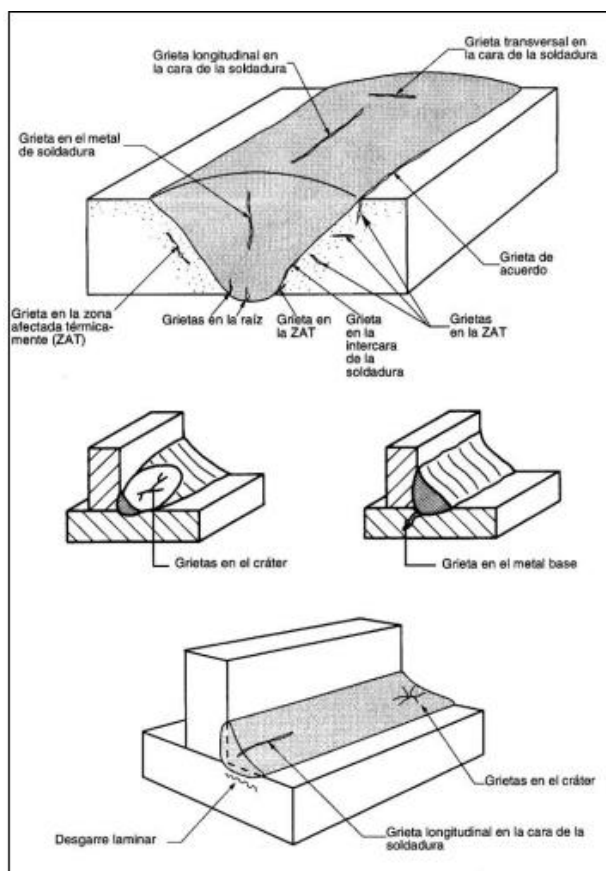


Figura A 16. Grietas en la soldadura
Fuente: (SOLDADURA Y CALDERERÍA, 2018)

Tabla A 9. *Causas y solución grietas en el cordón*

CAUSA	SOLUCIÓN
Alta rigidez en la junta	Precalentamiento. Usar golpeteo; cambie la sucesión de la soldadura por retroceso o aumente la sección transversal del cordón
Soldadura defectuosa	Vea porosidades o inclusiones
Electrodos defectuosos (excentricidad, humedad en el revestimiento, núcleo de alambre pobre)	Cambie electrodos, controle la humedad por buen almacenaje
Dilución pobre	Reduzca la separación de raíz
Cordón de escasa profundidad, a ancho	Aumenta la sección transversal profundidad o ancho, del cordón, cambie el tipo del electrodo

Tabla A 9. (Continuación)

Excesivo carbón o aleación tomado del metal de base	Reduzca penetración bajando la corriente y la velocidad de avance, cambie el tipo de electrodo
Distorsión angular, causando tensión a la raíz del cordón	Compense la soldadura en ambos lados, use martilleo o golpeteo precalentamiento
Excesivo azufre en el metal base	Use EXX15 16 electrodos
Grietas en el cráter	Rellene el cráter. Retroceda si es necesario retire

Fuente: (Defectos en Soldadura - Causa y Soluciones, 2019)

B. Inclusiones sólidas como escorias, óxidos, cobre, tungsteno, entre otras; residuos de revestimiento del electrodo o del fundente, que se han solidificado en la soldadura., la escala de este defecto depende del tamaño de la inclusión y de la distancia que exista entre las inclusiones. Se admiten inclusiones menores de un tercio del espesor de la soldadura, siempre que la longitud total de todas las inclusiones existentes sea menor del 25% de la longitud de la soldadura y la dimensión de cada inclusión sea menor del 0,3 veces el espesor del metal base a menor de 2 mm, si son mayores no están admitidas.

Tabla A 10. Causas y soluciones inclusiones en la soldadura

CAUSA	SOLUCION
Fracaso al remover la escoria de los depósitos previos	Limpie las superficies y los cordones previos, prolijamente.
Atmósfera oxidante en la soldadura	Regule la llama de gas a neutra.
Deficiente diseño de junta	Observe correcta la longitud de acero y manipulación.
Insuficiente protección de arco.	Provea la correcta protección y cubrimiento.

Fuente: (Defectos en Soldadura - Causa y Soluciones, 2019)

C. Imperfecciones de forma. Son aquéllas que afectan la forma final del cordón de soldadura, ya sea en su superficie o en su sección transversal.

Las imperfecciones de forma más frecuentes son.

- Mordedura, o falta de metal formando un surco, se admiten mordeduras inferiores a 0,5mm. Sus causas. electrodo demasiado grueso, exceso de intensidad en el soldeo, posición incorrecta del electrodo, velocidad de desplazamiento.

- Sobreepesor, exceso de metal depositado en las paradas finales, puede ocurrir por poca velocidad de soldeo y/o poca eparación entre las chapas a unir. El sobreepesor no deberá sobrepasae los 5,00m

- Exceso de penetración . Es un exceso de metal depositado en la raíz de una soldadura, normalmente ocurre cuando se suelda por un solo lado, se produce por Separación de los bordes excesiva, intensidad demasiado elevada al depositar el cordón de raíz., velocidad muy baja de soldeo, diseño de unión defectuoso con preparación incorrecta del talón.

El exceso de penetración debe ser generalmente de 1 a 2 mm no debiendo superar nunca los 3 mm (Fabricación Mecánica, s.f.).

D. Porosidades. Son cavidades formadas por inserciones gaseosas, se sitúan de forma aislada, alineadas o agrupadas, siendo siempre menos perjudiciales las aisladas, El diámetro máximo admitido de un poro aislado según la Norma Europea es de un tercio del espesor de la pieza cuando se suelda a tope; nunca debe superar los 3 mm, para el nivel elevado de calidad, los poros superficiales en el aluminio no pueden ser mayores de 1 mm. Cuando el nivel de calidad es elevado o intermedio, no se aceptan (Pino J. M., 2013, pág. 89).

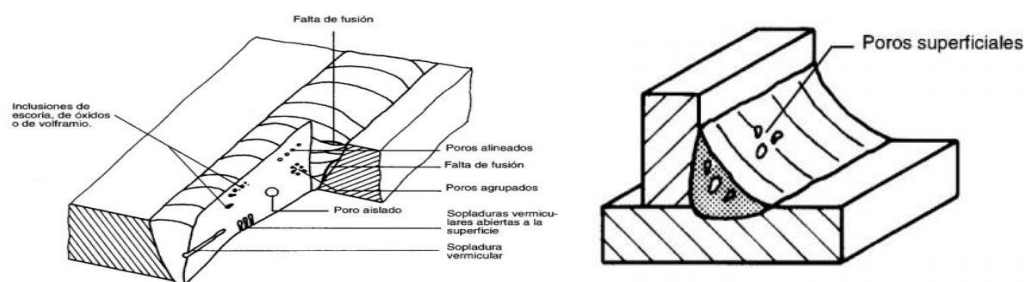


Figura A 17. Poros en la soldadura

Fuente: (SOLDADURA Y CALDERERÍA, 2018)

Tabla A 11. *Causas y soluciones porosidades en la soldadura*

CAUSA	SOLUCION
Excesivo H₂, O₂, N₂ o humedad en la atmósfera	Cambie el electrodo a EXX15 16 o use proceso de gas. Bajo Hidrógeno MIG-TIG (arco sumergido)
Alta velocidad de enfriamiento de soldadura	Aumente el calor absorbido, precalentamiento
Mucho azufre en el metal base	Use EXX16 16 o acero bajo en azufre
Aceite, pintura o herrumbre en el acero	Limpie las superficies de las juntas
Longitud de arco inadecuada corriente o manipulación	Use arco adecuado, controle la técnica de soldar
Excesiva humedad en el electrodo o en la junta	Use electrodos y materiales secos
Revestimientos galvanizados	Use E6010 para remover el Zn

Fuente: (Defectos en Soldadura - Causa y Soluciones, 2019)

3.1.3.3.8 Inspección de proceso de unión con soldadura. Para garantizar los resultados del proceso de soldadura se realiza un plan de inspección que se lleva a cabo en 3 etapas. antes, durante y después de la soldadura, donde cada material, pieza y elemento soldado se verificará teniendo así un proceso preventivo ya que como se describe anteriormente existen imperfecciones y defectos que pueden sobrevenir a la fractura o rotura de las piezas.

Antes de la soldadura.

- Se deberá considerar la revisión de planos y especificaciones técnicas.
- Disponibilidad y validación de los certificados de producción de materiales.
- Identificación de los materiales.
- Revisión de los materiales y piezas a utilizar.
- Revisión de juntas, alineación, y dimensiones.
- Calificación de los procedimientos y del personal.
- Trazar puntos de inspección.
- Dimensión (alineación y separación en la raíz)

- Limpieza (condición de la superficie)
- Punteado (Calidad y localización de los puntos de soldadura)
- Revisión de los equipos de soldadura
- Registro de lo anterior mediante acta.

Durante la soldadura

- Control y manipulación de los consumibles de soldadura (empaques y exposición).
- Condiciones ambientales (Temperatura y precipitación, velocidad del viento).
- Cumplimiento de los procedimientos de soldadura (WPS).
- Técnicas de soldadura.
- Limpieza entre pases.
- Limpieza final.
- Respaldos.
- Registro de lo anterior mediante formato ficha inspección de soldadura (*Ver Apéndice 5*).

Después de la soldadura

- Limpieza.
- Tamaño, longitud y localización de la soldadura.
- Criterios de aceptación visual

Grietas

Fusión soldadura

Perfil de soldadura

Tamaño soldadura

Socavación

Porosidad

- Golpes de arco
- Remoción de las platinas de respaldo
- Se documentará su aceptación o rechazo mediante formato de inspección de soldadura (Ver Apéndice 5).

Existen diversos tipos de ensayos para revelar fallas en la soldadura, estos se dividen en ensayos destructivos y no destructivos.

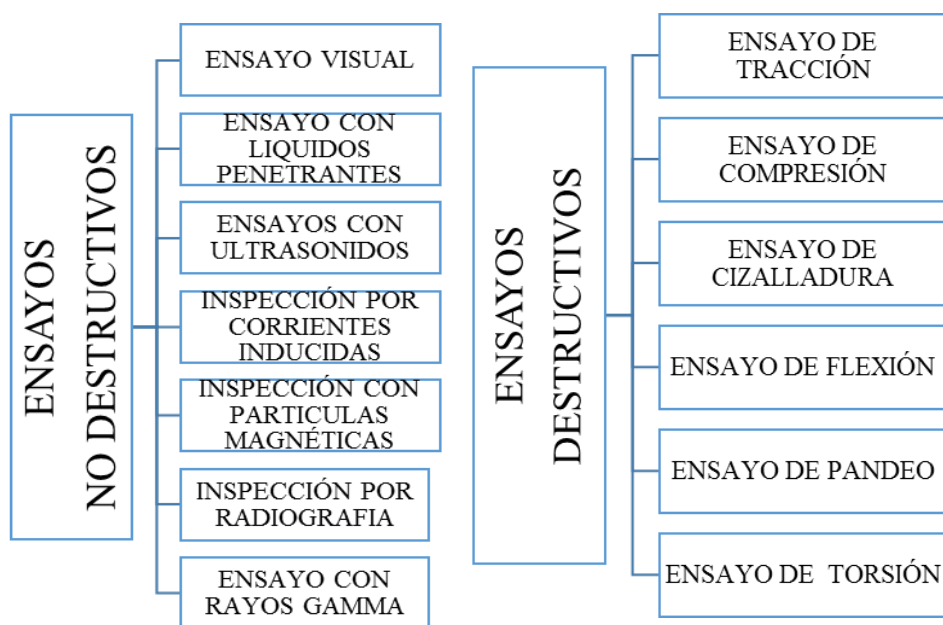


Figura A 18. Clasificación de ensayos de la soldadura

Ensayos no destructivos.

Ensayo visual (VT). Consiste en la inspección detenida y detallada de las superficies para determinar defectos, esta inspección se enfoca en la determinación de defectos en bordes, dimensiones y acabados superficiales; se realiza con el apoyo de elementos como lupa, flexómetro, linterna, galga, espejo, etc.

Esta inspección la debe realizar un inspector de soldadura formalmente certificado y cualificado por las normas UNE EN, ASME, ASNT, certificación ISO, etc.

Ensayo de líquidos penetrantes (PT). Consiste en la aplicación de un líquido sobre la superficie de la pieza a examinar, este líquido penetra por capilaridad en las imperfecciones, al limpiar los excesos se queda retenido en las imperfecciones como fisuras o poros. En algunos casos se aplica un líquido revelador con el que se incrementa la evidencia de las discontinuidades, existen líquidos fluorescentes y no fluorescentes. La superficie deberá estar completamente limpia.

Ensayos con ultrasonidos (UT). En este método un haz de sonido de alta frecuencia (125 KHz a 20 MHz) es circulado en la pieza a ser inspeccionada para detectar discontinuidades, inclusiones, fisuras, entre otros. El sonido recorre la pieza y refleja interfaces que detectan la presencia y localización de discontinuidades.

Inspección con partículas magnéticas (MT). En este método un flujo magnético es enviado a través de la pieza y al encontrar imperfecciones forma un campo de fuga que atrae el polvo del hierro que es rociado por la superficie, así la longitud de la imperfección es determinada de forma confiable, esta prueba no indica profundidad, las partículas magnéticas que se usan con frecuencia son limaduras u óxidos de hierro de un tamaño entre 0,1 y 0,4 mm con colores que intensifiquen el contraste como negro, rojo, verde y hasta fluorescentes.

Inspección por corrientes inducidas (ET). Consiste en pasar corriente alterna por un solenoide la que genera un campo magnético; al poner la pieza a inspeccionar en dirección perpendicular al campo magnético creado se generan corrientes inducidas circulares en la pieza, la variación de la corriente eléctrica que circula por la bobina es el parámetro de medición y es registrado. Los defectos de la pieza interrumpen la corriente inducida provocando que el campo magnético sea menor.

Inspección por radiografía (RT). Se trata de una radiación electromagnética penetrante, con una longitud de onda menor que la luz visible; los defectos de los materiales como grietas, bolsas,

inclusiones, etc. de distintas densidades, absorben las radiaciones en distinta proporción que el material base, de forma que estas diferencias generan detalles de contraste claro-oscuro en la placa fotográfica colocada detrás de la pieza. La radiografía industrial es entonces detecta variaciones de una región específica de la pieza que presenta una diferencia en espesor o densidad comparada con una región vecina (es un método capaz de detectar con buena sensibilidad defectos volumétricos).

Ensayos con rayos gamma (GT). Sus efectos son similares a los Rx, los indicadores de calidad de imagen consisten en alambres o plaquetas escalonadas del mismo material que el objeto a radiografiar, cuyos diámetros o espesores oscilan del 1%, 2%, 3% de espesor máximo del objeto, permitiendo evaluar por comparación la calidad radiográfica (Federación de Enseñanza, 2011).

Ensayos destructivos.

Ensayo de tracción. El ensayo de tracción consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta, con el objetivo de determinar las siguientes propiedades mecánicas, la resistencia mecánica, el límite de elasticidad, el alargamiento y la rotura. Permite obtener información sobre la capacidad de un material para soportar la acción de cargas estáticas o de cargas que varían lentamente a temperaturas homologas inferiores a 0,5 (parámetro adimensional que se define como el cociente entre las temperaturas de ensayo y de fusión).

Ensayo de compresión. El ensayo de compresión consiste en aplicar una carga estática a una probeta en dirección longitudinal de su eje, que tiende a provocar un acortamiento de la misma y cuyo valor se irá incrementando hasta la rotura, aplastamiento o suspensión del ensayo. Este ensayo estudia el comportamiento de un material sometido ante fuerzas o cargas de compresión

progresivamente crecientes. En los materiales elásticos no existe una carga de rotura por compresión, ya que se aplastan sin romperse.

Ensayo de cizalladura. Este ensayo determina el comportamiento del material sometido a un esfuerzo cortante, progresivamente creciente, hasta conseguir la rotura. El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de cizalladura determinado por la configuración del aparato de cizalladura.

Ensayo de flexión. consiste en someter a una deformación plástica una probeta recta de sección plena, circular o poligonal, mediante el pliegue de ésta, sin inversión de su sentido de flexión, sobre un radio especificado al que se le aplica una presión constante. Es importante que cumplas dichas condiciones, ya que todos los materiales oponen una resistencia contraria a cada cambio de forma o deformación. Es una prueba casi estática que determina el módulo de flexión, el estrés de flexión y la deformación por flexión.

Ensayo de pandeo. El pandeo se produce al comprimir un elemento esbelto, por medio de dos fuerzas opuestas, aplicadas en su eje (línea central) longitudinal. Dichas fuerzas deben trasladarse en línea recta a lo largo de ese eje, hasta anularse o contrarrestarse una frente a la otra. En teoría si el elemento comprimido es perfectamente recto, no debería producirse pandeo.

Ensayo de torsión. El ensayo de torsión tiene como objetivo determinar el comportamiento de materiales sometidos a cargas de giro. Consiste en aplicar un par torsor a una probeta por medio de un dispositivo de carga y medir el ángulo de torsión resultante en el extremo de la probeta. Este ensayo se realiza en el rango de comportamiento linealmente elástico del material. Sus datos se usan para construir un diagrama carga deformación y para determinar el límite elástico del módulo elástico de torsión, el módulo de rotura en torsión y la resistencia a la torsión. Las probetas

utilizadas en el ensayo son de sección circular (Federación de Enseñanza, 2011; Carpintero, 2013, págs. 93 – 103; Clement, Manual de inspección de estructuras metálicas, 2013, págs. 97 - 103).

3.1.3.4. Inspección de pre-armado. Se verificará la precisión de todas las partes y piezas tanto de los conjuntos y subconjuntos de los elementos, estos deberán estar alineados y nivelados según los planos y especificaciones técnicas. Los elementos de fijación para el ensamble no se retirarán hasta que se garantice la no distorsión o deformidad de las uniones.

3.1.4. Limpieza

Esta actividad se realiza previamente a la pintura para eliminar impurezas como polvo, grasa, óxido u otros que contaminen la superficie y puedan ocasionar fallas en el sistema de protección y proporcionar una buena adherencia a la superficie.

Los trabajos de preparación de superficies están normalizados por varias asociaciones internacionales siendo una de la más difundidas la norma americana SSPC (*Steel Structures Painting Council, Pittsburgh USA*) definiendo en cada categoría los distintos procedimientos requeridos para realizar una correcta limpieza de superficie previamente a la aplicación de un revestimiento o pintura.

Tabla A 12. *Preparación de superficies limpieza*

Norma SSPC	DESCRIPCIÓN	
SSPC-SP 1	Limpieza con Solventes	
SSPC-SP 2	Limpieza con herramientas manuales	Cepillos, lijas, etc
SSPC-SP 3	Limpieza con herramientas manuales mecánicas	Herramientas eléctricas o neumáticas
SSPC-SP 5	Limpieza con Chorro de abrasivo	Granallado Metal Blanco
SSPC-SP 6	Limpieza con Chorro de abrasivo	Granallado Comercial
SSPC-SP 7	Limpieza con Chorro de abrasivo	Granallado Ligero
SSPC-SP 8	Decapado químico	

Tabla A 12. (Continuación)

SSPC-SP 10	Limpieza con Chorro de abrasivo	Granallado Semi-blanco
SSPC-SP 11	Limpieza Manual con herramientas mecánicas	Limpieza metal limpio o desnudo c/rugosidad mínima de 25 micrones
SSPC-SP 12	Limpieza con Agua presión - Waterjetting	
SSPC-SP 14	Granallado industrial	
SSPC-SP 16	Limpieza metales no ferrosos	Galvanizado, Acero Inoxidable, cobre aluminio, latón, etc.

Fuente: (Silva, 2015)

SSPC-SP-1 (Limpieza con Solventes)

Es la preparación de una superficie mediante la limpieza con solventes, como vapor de agua, soluciones alcalinas, emulsiones jabonosas, detergentes y solventes orgánicos que remueven impurezas del sustrato como. grasa, aceite, polvo y sales solubles en el agente limpiador.

La limpieza con solventes puede utilizarse antes de la aplicación de la pintura y en conjunto con otros métodos de preparación de superficie mecánicos para la eliminación de óxido, cascarilla de laminación, o pinturas.

SSPC-SP-2 (Limpieza con herramientas manuales)

Para este tipo de limpieza se utilizan herramientas manuales (cepillos manuales, lijas, etc) para eliminar impurezas, tales como residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes. Este método puede no desprender completamente todas las incrustaciones que estén adheridas a la superficie.

SSPC-SP-3 (Limpieza con herramientas manuales mecánicas)

Es la limpieza manual con la utilización herramientas eléctricas o neumáticas, para eliminar impurezas, tales como residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes. Este método puede no desprender completamente las incrustaciones que estén adheridas a la superficie.

SSPC-SP-5 / NACE N°1 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado metal blanco)

Es la preparación de superficie con chorro de abrasivo conocido como granallado o arenado - Grado Metal Blanco, este tipo de limpieza utiliza cualquier tipo de abrasivo lanzado a presión para limpiar la superficie de esta manera se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación restos de pintura sin excepciones. Es utilizada donde las condiciones son extremadamente severas, con contaminantes ácidos, sales en solución, etc.

SSPC-SP-6 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado comercial)

Es la limpieza con chorro de abrasivo conocido como granallado o arenado - Grado Comercial. Este tipo de limpieza utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, eliminando toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido y los restos de capa de laminación no deben superar al 33% de la superficie en cada pulgada cuadrada de la misma. Los restos deben verse sólo como de distinta coloración. Generalmente se lo especifica en aquellas zonas muy poco solicitadas sin ambientes corrosivos.

SSPC-SP-7 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado rápido)

Es la limpieza con chorro abrasivo conocido como granallado o arenado rápido o ráfaga, este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método se elimina cascara de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. La superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, capa suelta de laminación, óxido suelto y capas de pintura desprendidas. Conserva la capa de laminación donde está firmemente adherida. Estas partes no deben desprenderse mediante un objeto punzante. Es utilizado sólo en los casos de condiciones poco severas.

SSPC-SP-8 (limpieza con decapado químico)

Es la preparación de superficie por reacción química, electrolisis o por medio de ambos para limpiar una superficie produciendo mordiente o penetración a través de una reacción química con un producto específico, las superficies metálicas son liberadas de laminilla, óxido, pintura y materiales extraños, posteriormente la reacción es neutralizada con alguna otra solución y secada con aire o vacío. Los resultados pueden ser considerados aceptables pero el método es de alto riesgo.

SSPC-SP-10 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado semiblanco)

Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado semi blanco. Este tipo de limpieza utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante, es la especificación más utilizada ya que reúne las características de buena preparación y rapidez en el trabajo. Se usa para condiciones regulares a severas.

SSPC-SP-11 (Limpieza manual con herramientas mecánicas - metal desnudo)

Limpieza manual utilizando herramientas eléctricas o neumáticas, para producir una superficie de metal desnudo eliminando impurezas, tales como. residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes produciendo una rugosidad mínima de 25 micrones (1 mil) es adecuada cuando se requiere una superficie limpia y rugosa, pero donde el proceso de granallado / arenado no es factible o permitido, esta norma difiere de la SSPC-SP 3, que solo exige la eliminación de materiales de baja adherencia y no requiere producir o conservar un perfil rugoso, esta norma difiere de SSPC-SP 15, que permite que un porcentaje de manchas de óxido, pintura, o cascarilla de laminación permanezcan en la superficie, mientras que en la norma SSPC-SP 11 sólo se permite que estos contaminantes permanezcan en el fondo de los cráteres.

SSPC-SP-12 / NACE N° 5 (Limpieza con agua a presión-Waterjetting)

Es la preparación de la superficie con el uso de agua a presión o waterjetting logrando un grado definido de limpieza de superficie antes de la aplicación de un recubrimiento o revestimiento protector. La norma tiene un alcance limitado al uso exclusivo de agua y es utilizada principalmente para aplicaciones en las que el sustrato es acero al carbono, sin embargo, el proceso de waterjetting se puede utilizar para limpieza de superficies no ferrosas tales como bronce, aluminio, y otros metales como el acero inoxidable.

SSPC-SP-14 (Granallado industrial)

Consiste en la limpieza con chorro abrasivo para el tratamiento de superficies de acero pintado o sin pintar en usos industrial. Estos requisitos incluyen la condición final de la superficie y los materiales procedimientos necesarios para lograr y verificar la condición final de la superficie la superficie granallada, cuando se ve sin aumento, deberá estar visiblemente libre de aceite, grasa, polvo y suciedad, restos de cascarilla de laminación, óxido y de revestimiento fuertemente adheridas están autorizados a permanecer dentro del 10% de cada unidad de área de la superficie tratada si están distribuidas de manera uniforme.

SSPC SP 3 y SSPC SP 11 SSPC-SP-16 (limpieza de metales no ferrosos)

Preparación de superficie para dar rugosidad y limpieza a sustratos metálicos no ferrosos revestidos y no revestidos, incluyendo, pero no limitado, a superficies galvanizadas, acero inoxidable, cobre, aluminio y latón. La superficie debe quedar libre de contaminantes y recubrimientos sueltos mediante inspección visual con un perfil de rugosidad mínimo de 19 micrones (0,75 mil) en la superficie del metal (C Y M Materiales S.A., 2015).

3.1.4.1 Inspección de proceso de limpieza. Se realizará inspección y comparación visual antes, durante y en la limpieza vs la estructura ya limpia, si la estructura cumple seguirá el proceso, de lo contrario se deberá realizar nuevamente la limpieza.

Se deberá inspeccionar la materia prima recibida, esta revisión debe ser de forma inflexible para controlar el grado de oxidación y así facilitar el proceso de limpieza. Para este proceso de inspección se diligenciará el formato inspección de limpieza (Ver Apéndice 4).

3.1.5 Pintura

Una de las maneras más comunes para la protección de las superficies metálicas es la pintura, ya que impide el proceso de corrosión bloqueando las piezas de los factores climáticos que la degradan.

Como medida se aplica un esquema de pintura que consiste en la aplicación de pintura tipo anticorrosivo y una capa base de la pintura de acabado en el taller, para de esta manera facilitar el trabajo de pintura en obra mediante la reparación y/o retoques de superficies dañadas a causa del transporte y las mismas labores de montaje.

La aplicación de la pintura deberá efectuarse sobre la superficie limpia y seca, previamente aprobado el protocolo de limpieza por la supervisión técnica y/o interventoría.

La aplicación de pinturas deberá ser realizada por personal calificado.

A. La temperatura, humedad relativa, punto de rocío y humedad son aspectos vitales para el éxito de la aplicación de un revestimiento. Estos parámetros determinan las condiciones de aplicación del revestimiento, la calidad y rendimiento resultantes del producto revestido. Entre otros aspectos puede verse afectada la estética, color, textura, adherencia, grado de protección

contra la corrosión o la vida útil del revestimiento. La Temperatura afecta a la vida útil, la viscosidad y las características de aplicación de los revestimientos. La medición de temperatura precisa y rápida de superficies y líquidos garantiza la aplicación correcta de revestimientos. La temperatura del aire y del sustrato afecta a las propiedades de secado de la pintura. Con un secado incorrecto, la pintura se arruga y pierde adherencia. Las altas temperaturas reducirán los tiempos de secado, pero puede hacer la aplicación más difícil, ya que puede ponerse en peligro la fluidez y el nivelado del producto-particularmente cuando se aplican acabados o barnices El punto de rocío define la temperatura a la que condensa la humedad sobre el material.

La temperatura tanto ambiente como del material en sí, debe ser superior al punto de rocío como mínimo en 3°C*. También es importante controlar la humedad en los materiales. La humedad en el material provoca que no haya una buena adherencia, produciendo así un fallo prematuro del revestimiento y que la apariencia final no sea satisfactoria. *Consulte ficha del fabricante de recubrimiento en cada caso.

3.1.5.6 Métodos de aplicación. Existen varios métodos de aplicación de la pintura, dentro de los más comunes encontramos.

A. Aplicación con brocha.

Para este método encontramos brochas de dos tipos según la cerda, brochas de cerdas artificiales como nylon, poliéster o combinadas y brochas de cerdas naturales con pelo de cerdo, también existe clasificación por su tamaño y angulación.

Para recubrimientos diluidos en agua se deberá usar únicamente brocha de fibra de Nylon ya que poseen características poco absorbentes, para trabajos con barnices se podrá usar cualquier

tipo de cerda, para solventes epóxicos, vinilos y uretanos no se deberá usar brocha de cerda artificial ya que por el grado de solvencia de la pintura se deteriorará y hasta desintegrará la brocha.

B. Aplicación rodillo.

El método de aplicación con rodillo es usado frecuentemente para reemplazar el uso de la brocha al facilitar y reducir aspectos como goteos, alcance, velocidad, densidad y uniformidad.

No es recomendada la aplicación de la primera capa de recubrimiento en contacto con la superficie metálica ya que no posee alto grado de penetración en superficies rugosas.

C. Aplicación pistola convencional (atomización por aire).

Se realiza este método con el uso de aire comprimido donde se atomiza el recubrimiento mediante una pistola a la que se le suministra presión desde un tanque que la abastece, El rociamiento con aire ofrece mayor selección de forma de patrones, con variación de la atomización y humedad del acabado.

D. Airless (rociador sin aire).

Se genera un rocío por presiones altas mediante una pistola y sin el uso de aire, el rocío provocado tiene un esquema de humedad para la formación rápida de la capa y mayor penetración de la superficie, por lo que la aplicación del recubrimiento se crea más rápido, sin embargo, se requiere mayor cuidado con la superposición de las capas evitando excesos que generen escurrimiento, arrugas y concavidades.

E. Aplicación con pistola en caliente.

En este método se emite una corriente de aire a temperaturas entre los 100 y 550 °C que conduce la pintura a través de un elemento de calentamiento eléctrico y lo expulsa por medio de una boquilla.

METODO DE APLICACIÓN	IMPRIMACIÓN	CAPAS INTERMEDIAS	CAPA DE ACABADO	PINTURA DE GRAN VISCOSIDAD
Brocha	Sí	Sí	Sí	NO ²
Rodillo	No	Sí	Sí	No
Pistola convencional (atomización por aire)	Sí ¹	Sí	Sí	No
Airless (Pistola sin aire)	Sí	Sí	Sí	No
Pistola en caliente	No	Sí	Sí	Sí

(1) Para ciertos productos está permitido siempre que la superficie haya sido chorreada a "metal blanco" (SP3 SP5) o "casi blanco" (Sa2 1/2-SP10).

(2) Empleado para productos epoxídicos, con restricciones.

Figura A 19. Herramientas para la aplicación de pinturas

Fuente: (Ingemecánica, s.f.)

Para la aplicación de pintura se tendrán en cuenta aspectos como.

A. Almacenamiento y mezclado

- Las pinturas y disolventes deberán ser almacenados en lugares separados, con buena ventilación y alejados del calor, del fuego, de las chispas y de los rayos solares.
- Los envases de pinturas permanecerán cerrados hasta su uso.
- El mezclado de los componentes de la pintura se realizará de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- La pintura indicará el periodo de caducidad de los productos mezclados pasado el periodo no podrá aplicarse el producto.
- Si una pintura de dos componentes tiene que ser diluida, entonces se realizará después de mezclar los componentes.

B. Temperatura y humedad

La temperatura, humedad relativa, el punto de rocío y humedad son factores importantes para el éxito de la aplicación de un revestimiento, pues estipulan la calidad y rendimiento efectivo del producto revestido, además de garantizar aspectos estéticos, color, textura, adherencia, grado de protección contra la corrosión y hasta la vida útil del revestimiento.

La Temperatura afecta a la vida útil, la viscosidad y las características de aplicación de los revestimientos, la temperatura del aire y del sustrato afecta a las propiedades de secado de la pintura, con un secado incorrecto, la pintura se arruga y pierde adherencia, por otro lado, las altas temperaturas reducen el tiempo de secado, pero puede hacer la aplicación más difícil, ya que puede afectar la fluidez y por consiguiente el nivelado del producto sobre todo si son acabados o barnices.

El punto de rocío define la temperatura a la que condensa la humedad sobre el material. La temperatura tanto ambiente como del material debe ser superior al punto de rocío como mínimo en 3°C.

También es importante controlar la humedad en ya que esta determina la buena adherencia, y por lo tanto podrá prevenir fallos precoces del revestimiento y que su apariencia.

La pintura no se aplicará cuando la temperatura de la superficie esté por debajo de los 5°C, o sea superior a los 50°C.

Cuando se trate de pinturas Epoxi, los límites de temperatura para su aplicación estarán entre 10°C (mínimo) y 35°C (máximo).

La pintura no deberá aplicarse mientras llueve en la intemperie.

Las pinturas con aluminio para altas temperaturas no deberán aplicarse cuando la humedad relativa sea superior al 65%.

C. Espesor

Es una medida esencial para asegurar la calidad y durabilidad del recubrimiento y del sustrato, el principal parámetro a medir es la pintura seca, durante la aplicación se debe medir el espesor en húmedo, con el fin de llevar un control durante todo el proceso y así optimizarlo, identificando a tiempo la necesidad de una corrección y un posible ajuste en la aplicación. La relación entre la medición entre capa seca y capa húmeda va a depender del volumen de sólidos en el recubrimiento, así como del sistema que se use para su aplicación. Un espesor escaso o inadecuado puede resultar en problemas técnicos o presupuestales.

D. Adherencia

La resistencia adhesiva de la pintura y los recubrimientos son de gran importancia pues permiten que el material cumpla las funciones básicas de protección y su acabado final, las pruebas de adherencia en la industria de pinturas y recubrimientos son necesarias para asegurar que la pintura o recubrimiento se adhieran correctamente al sustrato, estas cuantifican la resistencia de la unión entre el sustrato y el recubrimiento, o entre diferentes capas de recubrimiento y la resistencia cohesiva de los materiales, la resistencia adhesiva va a depender del proceso previo de tratamiento de la superficie, así como de la compatibilidad entre materiales.

Adherencia por corte enrejado o trama cruzada. Consiste en formar cuadrículas de igual tamaño hasta el sustrato de la superficie pintada, se realiza un corte en cruz, se pone cinta de adherencia y al retirarla se observa con una lupa el grado de desconchamiento.

Adherencia por tracción. Se mide evaluando la tensión de tracción mínima necesaria para separar o romper el recubrimiento perpendicular al sustrato, el ensayo se realiza fijando una sufridera (pieza metálica con una perforación) perpendicular a la superficie de un revestimiento con un adhesivo continuación, el aparato de ensayo está unido al dispositivo de carga y está alineado para aplicar tensión perpendicular a la superficie de ensayo, la fuerza que se aplica

aumenta gradualmente y se controla hasta que la sufridera se desprende o se alcanza un valor previamente especificado.

E. Aplicación

La imprimación deberá ser aplicada tan pronto como sea posible después de la preparación de la superficie, y nunca después de pasadas 8 horas desde que se aplicó el chorreado.

No deberá aplicarse ninguna capa de pintura hasta que la anterior esté completamente seca.

Cada capa de pintura deberá estar exenta de porosidades, ampollas u otros defectos visibles. Tales defectos deberán ser reparados antes de aplicar una nueva capa.

La primera capa de pintura (imprimación) se aplicará inmediatamente después de haber limpiado las superficies metálicas, y no más tarde de las 4/6 primeras horas siguientes a ser limpiados.

Las capas de pintura se aplicarán mediante pistola, brocha, rodillo, inmersión o combinación de estos métodos, dependiendo de la calidad del material, pero siempre con el equipo recomendado por el fabricante para asegurar el espesor exigido en cada capa.

No se aplicará la pintura cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C, con la excepción de las pinturas que sequen por evaporación de un disolvente, pinturas éstas que se pueden aplicar incluso con temperatura ambiente de 2°C.

No se aplicará pintura sobre acero, a una temperatura superior a 52°C, a menos que se trate de una pintura específicamente indicada para ello. Cuando se pinte acero en tiempo cálido, deberán tomarse las precauciones necesarias para asegurar que se alcanza el espesor de pintura adecuado.

3.1.5.2 Pruebas y ensayos. Ensayos de espesor por medio de herramientas y equipos como.

- Láminas de calibración o galgas, son el método más usual para comprobación y medición de espesores de recubrimiento, la herramienta posee una serie de pestañas de metal plegables (cuchillas u hojas) que están industrializadas con los niveles de espesor especificados, comúnmente están elaboradas de acero y son resistentes al óxido; las medidas se proveen en milímetros o pulgadas y se pueden encontrar en cada pestaña.



Figura A 20. Medidor de espesor Galgas

- Medidor de espesor destructivo PIG (*Paint Inspection Gauge*) multicapa ISO 2808, Herramienta de precisión para inspeccionar y medir el espesor de uno o múltiples recubrimientos en prácticamente cualquier sustrato, También se usa para observar y medir los defectos de sustrato y de la película, se realiza una pequeña incisión en la capa de pintura y se utiliza un microscopio integrado con una escala de medición para medir la anchura de dicha incisión, que determina el espesor.

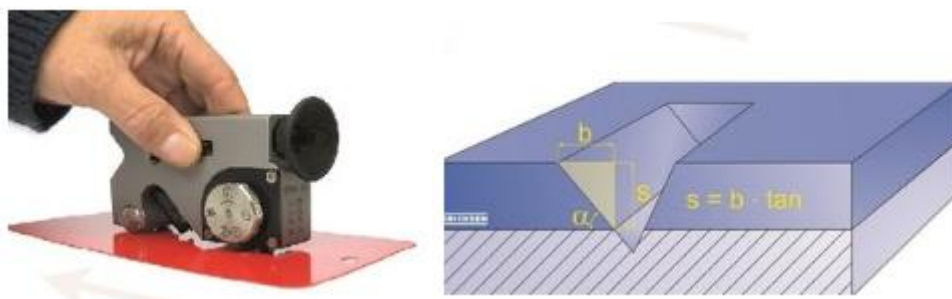


Figura A 21. Medidor de espesor PIG

- Sonda de medición de espesores no destructivo, utiliza principios tanto magnéticos (ferroso) y corrientes de Eddy (no ferrosos) simultáneamente para calcular y mostrar los espesores de pintura, solo hay que ubicar el dispositivo sobre la superficie a medir, o puede llevar cable permitiendo facilidad de acceso en espacios de difícil acceso, posee multiplicidad de rangos de medida y de tipos de sonda.



Figura A 22. Sonda de medición de espesor

- Rulina. Medidor de espesores de capas húmedas de alta precisión, es una herramienta exacta y fácil de usar, elaborado en acero inoxidable, posee tres discos, el central de menor tamaño y excéntrico respecto a los dos exteriores, se hace rodar sobre la pintura húmeda hasta que la rueda exterior entra en contacto con la película en este punto indica el espesor.



Figura A 23. Medidor de espesor de capa humada Rulina

Medición de temperatura y humedad por medio de equipos como.

- Termómetro con sonda. Es un equipo digital con una extensión (sonda) se usa generalmente para lograr una medición más fácil en lugares poco accesibles.
- Termómetro por infrarrojos. Medición de temperatura sin contacto mediante infrarrojos y con puntero láser de fácil de uso con una precisión del 1% y con una resolución de 0,1°C. Rango -32°C a 420°C, relación focal 20.1 y tamaño mínimo de señal 13 mm.
- Termómetro de contacto. Ideal para medir temperaturas de superficies de aleaciones férricas debido a que su base lleva dispuestos imanes que lo adhieren a las superficies magnéticas.

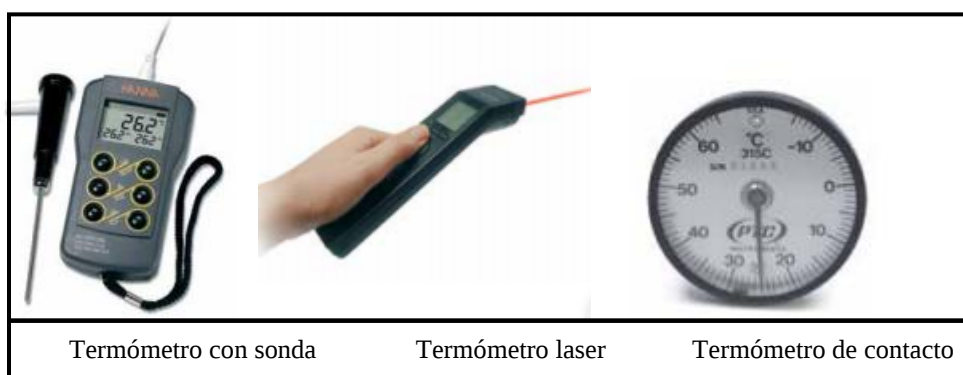


Figura A 24. Termómetros

Adherencia

- Medidor de adherencia por trama cruzada o rayador. Mediante el uso de cuchillas se realiza el ensayo de corte enrejado que sirve para evaluar la adherencia de pinturas a su soporte, así como la adhesión de las capas entre sí.



Figura A 25. Medidor de adherencia por trama cruzada o rayador

- Medidor de adherencia electrónico. Es una herramienta electrónica de indicación digital, se adhiere una sufridera a la superficie a estudiar efectuando un corte en la capa alrededor de la misma para su aislamiento, se ubica el elemento sobre ella y, mediante el giro de una rueda, se va ejerciendo mayor fuerza de arranque de manera gradual, cuando se produce el desprendimiento, el display electrónico muestra en pantalla la fuerza ejercida en el momento de despegue.

Multifunción *Master Paint Plate*. Es una placa multifunción práctica, que permite hacer varios ensayos con un solo equipo, adherencia, espesor en húmedo y corte en X, entre otros.

- Espesor de capas frescas de 50 a 500 micras. ISO 2808.
- Hacer de aplicador progresivo de 0 a 2000 micras.
- Adherencia por corte enrejado con posibilidad de realizar cortes de paso 1, 1.5, 2 y 3 mm.

ISO 2409.

- Prueba de nivelación que proporciona una orientación de la viscosidad del recubrimiento.
- Rayado en cruz o cruz de San Andrés para ensayos de corrosión. ASTM 3359 (Neurtke Instruments, s.f.).

Instruments, s.f.).

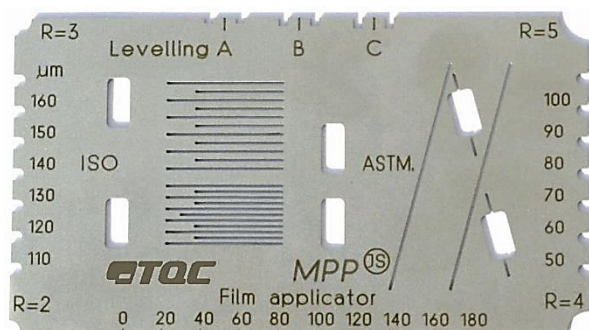


Figura A 26. Placa multifuncional

3.1.5.3 Inspección de proceso de pintura. Para la inspección del proceso de pintura se deberá tener en cuenta la trazabilidad del proceso, el diligenciamiento de la ficha de inspección de pintura (ver Apéndice 6) y las diferentes pruebas y ensayos que se realizan.

3.2 Montaje

El montaje de una estructura consiste en la localización de piezas pre-fabricadas en taller y respectivamente en el lugar de la obra, las piezas deberán ser situadas en su posición correcta según especificaciones técnicas de acuerdo a planos de montaje para constituir la estructura proyectada.

Se recomienda que el proceso de montaje sea estimado desde el proceso de fabricación en taller, para prever las necesidades de cada actividad y pieza desde el transporte hasta su consolidación final, siempre siguiendo las dadas en los planos de taller.

Dentro de las condiciones para un buen montaje conviene verificar con ejes, plomo, alineamiento, fijación y procesos de unión.

3.2.1 Transporte de piezas. Las piezas que deban transportarse necesitan un acondicionamiento por lo que se emplearán accesorios como travesaños, perfiles, almohadillas y hasta materiales como aserrín que restrinjan el desplazamiento de las piezas durante el transporte, se previene también que se deformen, no sufran torsiones, abolladuras o cualquier desperfecto.

El transporte de las piezas debe ser previamente programado según el avance de obra, fabricación de piezas y la secuencia de montaje; desde obra se deberá indicar al taller los tiempos de envíos en el orden establecido.

Si las piezas superan un ancho de 4 m. o una longitud de 18 m., debe realizarse acompañamiento por un coche (por normativa de tráfico).

3.2.2 Recepción

En el descargue de las piezas se debe contemplar un protocolo para minimizar daños en las piezas, se debe contar con un área destinada a la recepción y almacén de las mismas. El

almacenamiento de las piezas en obra se realizará de forma sistemática siguiendo el orden del montaje, de ser necesario se etiquetarán mediante ficha de identificación.

Se formalizará la recepción de las piezas con el método inspección de revisión y gestión documental, mediante la utilización de fichas de identificación, actas y/o informes diarios.

3.2.3 Preparación y armado

Para el montaje se seleccionarán las piezas de acuerdo a la secuencia establecida, se verificarán las coincidencias de las piezas y las marcas definidas en los planos de montaje, se revisará detalladamente que las piezas estén alineadas y niveladas en todas las direcciones, se pueden asegurar las piezas con elementos provisionales e ir ensamblando con puntales, tensores, riostras, placas de montaje, entre otros, respetando siempre las tolerancias y evitando posibles movimientos, de esta manera se podrá asegurar su posterior soldadura.

En esta actividad se ensamblan las piezas en la posición final, mediante procesos tales como los ya citados en el capítulo 11.1.3. pre-armado, en este caso se realizará el armado final en la misma obra.

3.2.3.1 Estabilidad y conexiones. La estructura deberá erigirse a plomo y dentro de los requisitos definidos en la NTC, en la medida en que avanza el montaje, se deben instalar soportes temporales.

3.2.3.2 Alineación. Se verificará la precisión de todas las partes y piezas tanto de los conjuntos y subconjuntos de los elementos, estos deberán estar alineados y nivelados según los planos y especificaciones técnicas. Los elementos de fijación para el ensamble no se retirarán hasta que se

garantice la no distorsión o deformidad de las uniones (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 1997).

3.2.3.3 Soldadura de campo. “Las superficies en las juntas que se suelden en campo deben estar preparadas de manera adecuada para garantizar la soldadura” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 1997).

3.2.3.4 Pintura de campo. “Los retoques de pintura y limpieza de la estructura deben estar dentro de las prácticas aceptas y se dejará constancia en los documentos” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 1997).

Se protocolizará con el método de inspección visual, medición y de ser el caso con ensayos, se utilizarán para esto los planos de montaje, se gestionarán fichas de inspección de soldadura y registro fotográfico según sea el caso.

4. El control de la recepción de obra

La recepción de obra es el acto en el cual el constructor hace entrega de esta al contratante y esta es aceptada, este acto deberá ser consignado en un documento formal como acta y debe ser firmada por las partes haciendo constar su aceptación y consignando aspectos como.

- Descripción de la obra.
- Partes que intervienen. director de obra, interventoría, contratista y contratante.
- Costos iniciales y finales.

- Fechas, inicial, final, de ser el caso suspensión y reinicio o ampliación de plazo entrega final.
- Declaración del estado de la obra.
- Aceptación entre las partes. (Ver Apéndice 11)

4.1 Elaboración de documento de conformidad de la obra

Cualquiera que sea el nivel de control aplicado, la supervisión técnica y/o interventoría realizará, informe escrito y firmado en medio físico en el que se expondrán los siguientes aspectos.

- Ficha técnica con la siguiente información. descripción de la obra, partes que intervienen. director de obra, interventoría, contratista y contratante., costos iniciales y finales, fechas, inicial, final, de ser el caso suspensión y reinicio.
- Definición y alcance del proyecto.
- Cronograma de actividades y programación.
- No conformidades detectadas, indicando si se realizaron los correctivos.
- Comprobantes de ensayos y pruebas realizadas.
- El seguimiento y trazabilidad de cada uno de los procesos mediante actas, fichas y formatos.
- Distintivos y certificados de calidad de los materiales, herramientas y equipos.
- Registro fotográfico.

4.2 Inspección y ensayos

Para la correcta ejecución de este proceso se verificará la conformidad de cada una de las actividades realizadas previamente, se revisará y realizará un compendio con toda la

documentación y la trazabilidad de las actividades y procesos, se enumerarán mediante la ficha de inspección y ensayos las pruebas realizadas y los certificados recibidos (Ver Apéndice 12).

4.3 Informe final

Será el documento de autoevaluación con el que se acreditarán los procesos, su trazabilidad y cada uno de los criterios establecidos para el control de calidad de la obra. Se registra en él una sinopsis del control de calidad de cada una de las actividades realizadas en las etapas de recepción de materiales, construcción de la estructura y recepción de obra terminada.

Programación de obra

[illegible]

	RECEPCIÓN DE MATERIAL								
		Código:							
		Versión: 1							
		Página: 1 de 1							
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE .								
LUGAR DE RECEPCIÓN:	TALLER CLL 17 # 15-42 Barrio la Mutualidad/ Bucaramanga	FECHA:	23/10/18	HORA:	10:00 a.m.				
CANTIDAD	Nº DE REMISIÓN U ORDEN	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DISTINTIVOS DE CALIDAD	A	R	ESTADO DEL MATERIAL		
							B	E	M
14	2698	SERVICIOS DE CORTE Y DOBLEZ	Perfil en U 6X20X6X610 calibre 3/8HR	NA	X		X		
12	3019	SERVICIOS DE CORTE Y DOBLEZ	Perfil en U 10X20X10X610 calibre 1/2HR	NA	X		X		
DESPACHADO POR: LAURA SIERRA									
RECIBIDO POR: Ing. Fabian Martínez									
OBSERVACIONES: Se reciben 5 retales									

REALIZÓ : _____

REVISADO POR: _____

A: ACEPTADO R: RECHAZADO B: BUENO R: REGULAR M: MALO

	RECEPCIÓN DE MATERIAL		Código:						
			Versión: 1						
			Página: 1 de 1						
OBRA: CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE .									
LUGAR DE RECEPCIÓN: TALLER CLL 17 # 15-42 Barrio la Mutualidad/ Bucaramanga				FECHA: 13/10/18	HORA: 10:00 a.m.				
CANTIDAD	Nº DE REMISIÓN U ORDEN	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	DISTINTIVOS DE CALIDAD	A	R	ESTADO DEL MATERIAL		
123	BUC01/OUT/15755	AGOFER	Tubo estructural 3.00mm 200X100X6m (82.10Kg/15)	NA	X		B	R	M
DESPACHADO POR: Leydi Vivian Solano RECIBIDO POR: Jairo Cárdenas OBSERVACIONES:									

REALIZÓ :

REVISADO POR:

A: ACEPTADO R: RECHAZADO B: BUENO R: REGULAR M: MALO

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL				
		CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		
		Fecha: 10/10/2018		
		Responsable: Jairo cárdenas	VERSIÓN 1	
FORMATO	Lámina de acero ASTM A-572 Gr. 50. Espesor 38mm.			
PAQUETE	BUC01/OUT/157590			
CALIDAD	B	☒	R ☐	M ☐
INSPECCION	ACEPTADO			
OBSERVACIONES				

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL				
		CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		
		Fecha: 29/10/2018		
		Responsable: Jairo cárdenas	VERSIÓN 1	
FORMATO	Lámina de acero ASTM A-572 Gr. 50. Espesor 12mm.			
PAQUETE				
CALIDAD	B	☒	R ☐	M ☐
INSPECCION	ACEPTADO			
OBSERVACIONES				

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL	
	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.
	Fecha: 06/10/2018 Responsable: Jairo cárdenas VERSIÓN 1
FORMATO	Soldadura en electrodo de hilo, clasificación ER70S-6.
PAQUETE	18-4516
CALIDAD	B ☒ R ☐ M ☐
INSPECCION	ACEPTADO
OBSERVACIONES	

ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL	
	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.
	Fecha: 07/10/2018 Responsable: Jairo cárdenas VERSIÓN 1
FORMATO	Perfil Tubular Estructural 200X100X6.0mm, Acero ASTM A500 Gr. C. Perfil Tubular Estructural 200X100X3.0mm, Acero ASTM A500 Gr. C.
PAQUETE	7306.61.00
CALIDAD	B ☒ R ☐ M ☐
INSPECCION	ACEPTADO
OBSERVACIONES	

CONTROL DE LA EJECUCIÓN

	FICHA DE CONTROL DIMENSIONAL		Cód.:02D
			VERSIÓN: 1
			PÁGINA: 1 DE 1
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		FECHA: 13/11/2018
ACTIVIDAD:	Control lista de partes de conjunto CPA/		
Cód. actividad:		Lote:	Ubicación/referencia elemento: MÓDULO 1 TRAMO 1
Descripción:	CONJUNTO CPA/19		

INSPECCIONES		Medidas(Log en mm)	valor tomado (muestra)	Tolerancia	VoBo
1.1	Perfil 200*100*6	1702	1702	NA	OK
1.2	Perfil 200*100*6	1559	1559	NA	OK
1.3	Perfil 200*100*6	1589	1589	NA	OK
1.4	Perfil 200*100*9	5347	5347	NA	OK
1.5	Perfil 200*100*9	5134	5135	NA	OK
1.6	Perfil 200*100*3	1695	1695	NA	OK
1.7	Perfil 200*100*3	1553	1553	NA	OK
1.8	Perfil 200*100*3	1780	1780	NA	OK
1.9	Perfil 200*100*3	2789	2790	NA	OK
1.10	Perfil 200*9	4278	4278	NA	OK
OBSERVACIONES:					

RESPONSABLE:

REVISADO POR:

	FICHA DE CONTROL DIMENSIONAL		Cód.:00
			VERSIÓN: 1
			PÁGINA: 1 DE 1
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		FECHA: 15/1122018
ACTIVIDAD:	Control lista de partes de conjunto CV/2		
Cód. actividad:		Lote:	Ubicación/referencia elemento: MÓDULO 2 TRAMO 3
Descripción:	CONJUNTO CV/2		

INSPECCIONES		Medidas(Log en mm)	valor tomado (muestra)	Tolerancia	VoBo
1.1	Perfil 100*200*3	5014	5014	NA	OK
1.2	Perfil 100*200*3	2016	2016	NA	OK
1.3	Perfil 100*200*3	1445	1445	NA	OK
1.4	Perfil 100*200*3	3015	3015	NA	OK
1.5	Perfil 100*200*3	2814	2814	NA	OK
1.6	Perfil 100*200*3	14115	14115	NA	OK
1.7	Perfil 100*200*3	1347	1347	NA	OK
1.8	Perfil 100*200*3	1493	1493	NA	OK
1.9	Perfil 100*200*3	1559	1559	NA	OK
1.10	Perfil 100*200*6	4670	4670	NA	OK
1.11	Perfil 100*200*6	4843	4843	NA	OK
1.12	Perfil 200*9	4412	4412	NA	OK
1.13	Perfil 200*9	7676	7676	NA	OK
OBSERVACIONES:					

RESPONSABLE: _____

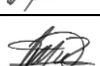
REVISADO POR: _____

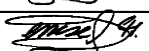
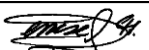
 PRESACO CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN	FICHA DE CONTROL DIMENSIONAL		Cód.:00
			VERSIÓN: 1
			PÁGINA: 1 DE 1
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		FECHA: 15/11/2018
ACTIVIDAD:	Control lista de partes de conjunto CV/18		
Cód. actividad:	Lote:	Ubicación/referencia elemento: MÓDULO 3 TRAMO 2	
Descripción:	CONJUNTO CV/18		

INSPECCIONES		Medidas(Log en mm)	valor tomado (muestra)	Tolerancia	VoBo
1.1	Perfil 100*200*3	5014	5014	NA	OK
1.2	Perfil 100*200*3	2016	2016	NA	OK
1.3	Perfil 100*200*3	1445	1445	NA	OK
1.4	Perfil 100*200*3	3015	3015	NA	OK
1.5	Perfil 100*200*3	2814	2814	NA	OK
1.6	Perfil 100*200*3	14115	14115	NA	OK
1.7	Perfil 100*200*3	1347	1347	NA	OK
1.8	Perfil 100*200*3	1493	1493	NA	OK
1.9	Perfil 100*200*3	1559	1559	NA	OK
1.10	Perfil 100*200*6	4670	4670	NA	OK
1.11	Perfil 100*200*6	4843	4843	NA	OK
1.12	Perfil 200*9	4412	4412	NA	OK
1.13	Perfil 200*9	7676	7676	NA	OK
OBSERVACIONES:					

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

		PROGRAMA DE INSPECCIÓN				Cód.:	
						VERSIÓN: 001	
						PÁGINA: 1 DE 1	
NOMBRE Y LUGAR DE LA OBRA: CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE .							
Nº	Control	Método de inspección	Documentación empleada	Responsable	Firma	Fecha	Observaciones
1	RECEPCIÓN DE MATERIALES						
1.1	Ficha de suministros, guía o remisión	Revisión y gestión documental	Formato de recepción de material	Ing. Fredy De vera		27/09/2018 23/10/2018	
1.2	Certificados de garantía	Revisión y gestión documental	Formato de recepción de material	Ing. Fredy De vera		27/09/2018 23/10/2018	
1.2	Disintivos de calidad	Revisión y gestión documental	Formato de recepción de material	Ing. Fredy De vera		27/09/2018 23/10/2018	
2	CONTROL DE LA EJECUCIÓN						
2.1	FABRICACIÓN						
2.1.1	Inspección del trazado y preparación	Visual - Medición	Ficha de control dimensional	Ing. Fredy De vera		09/11/2018 15/11/2018	
2.1.2	Corte de material	Verificación - Medición	Ficha de control dimensional / planos de taller	Ing. Fredy De vera		21/11/2018	
2.1.3	Pre-armado	Visual - Medición	Ficha de control dimensional / planos de taller	Ing. Fredy De vera		27/11/2018	
2.1.4	Armado A. Unión con remaches B. Unión con pernos C. Unión con soldadura	Visual - Medición - END	Planos de taller	Ing. Fredy De vera		29/11/2018	
2.1.5	Limpieza	Revisión documental	Ficha inspección de limpieza/ planos de taller	Ing. Fredy De vera		N/A	Para estas piezas se realiza limpieza y pintura en obra (proceso a realizar en la etapa de montaje)
2.1.6	Pintura	Revisión documental	Ficha de inspección de pintural / planos de taller	Ing. Fredy De vera		N/A	Para estas piezas se realiza limpieza y pintura en obra (proceso a realizar en la etapa de montaje)

2.2	MONTAJE						
2.2.1	Transporte de piezas	Revisión y gestión documental	Acta y/o informe diario	Arq. Denise Ortiz		22/12/2018	
2.2.2	Recepción	Revisión y gestión documental	Ficha de identificación, acta y/o informe diario	Arq. Denise Ortiz		22/12/2018 28/01/2019	
2.2.5	Preparación y armado A. Unión con remaches B. Unión con pernos C. Unión con soldadura	Visual - Medición - END	Planos de montaje	Arq. Denise Ortiz		15/01/2019	Se recibe visita de experto END y se realizan observaciones. se etiqueta cada pieza.
2.2.6	Limpieza	Revisión y gestión documental	Ficha de inspección de limpieza / planos de montaje	Arq. Denise Ortiz		18/01/2019	
2.2.7	Pintura	Revisión y gestión documental	Ficha de inspección de pintura / planos de montaje	Arq. Denise Ortiz		19/01/2019	
3	CONTROL DE LA RECEPCIÓN DE LA OBRA						
3.1	Acta de recepción de obra terminada	Identificación y estado, verificación, revisión y gestión documental	Proyecto/planos y especificaciones/ gestión de acta de recepción de obra terminada	Arq. Denise Ortiz			
3.2	Inspección y ensayos	Verificación, revisión y gestión documental	Gestión ficha de inspección y ensayos/ todas las fichas de inspección	Arq. Denise Ortiz			

RESPONSABLE:

REVISADO POR:

 PRESACO CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN		FICHA DE INSPECCIÓN DIARIA		Cód.046 VERSIÓN: 1 PÁGINA: 1 DE 2
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.			
ACTIVIDAD:	Armado de cerchas.			
CONTRATISTA:	PRESACO	Ubicación: TALLER CLL 17 # 15-42 Barrio la Mutualidad/ Bucaramanga		FECHA: 10/12/2018
Descripción:	Armado de las cerchas CPA/8 CPA/9 CPA/12			

TURNO	HORARIO DE TRABAJO		HORAS DE TRABAJO POR TURNO
DIURNO X	DE: 7:00	HASTA: 18:00	9 Horas
NOCTURNO	DE:	HASTA:	

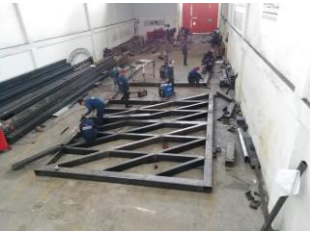
PERSONAL					
AREA	CARGO	CANT.	AREA	CARGO	CANT.
CONSTRUCCIÓN	ARMADOR	1	INGENIERÍA	JEFE DE PRODUCCIÓN	1
CONSTRUCCIÓN	SOLDADORES	5			
CONSTRUCCIÓN	AYUDANTES	4			
TOTAL		10	TOTAL		1
TOTAL PERSONAL			11		

EQUIPOS	
DESCRIPCIÓN	CANT.
SOLDADURA MIG/MAG	5
SOLDADURA SMAW	1
PLASMA	2
HERRAMIENTA MENOR	-

INSPECCIONES	Tiempo de ejecución	Documentación – Plano de referencia	Archivo fotográfico generado	Aceptado	Rechazado	Firma
1.1 Preparación de herramientas y equipos para trabajar	1h	NA		X		
1.2 Corte de platinas 200X120X1/2"	3 h	PLANOS DE TALLER [37][19][20] PARTES TRAMOS 2-16A 2-20A 2-19A		X		
1.3 Corte de los rigidizadores de los apoyos y biselado de estos	7 h	PLANOS DE TALLER [37][19][20] PARTES TRAMOS 2-16A 2-20A 2-19A		X		
1.4 Armado de la cercha CPA/8	5 h	PLANOS DE TALLER [37] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 2-16A		X		
1.5 Armado de la cercha CPA/9	6 h	PLANOS DE TALLER [37][19] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 2-19A		X		
1.6 Armado de la cercha CPA/12	11 h	PLANOS DE TALLER [20] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 2-20A		X		
1.7						
1.8						

OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:

Se empezó el armado de las cerchas: CPA/9 y CPA/12, se terminó con el armado de la cercha CPA/8, se cortaron 18 platinas de 200X120X1/2" para los refuerzos de las uniones entre módulos, se terminaron de cortar los 32 rigidizadores de los apoyos y se empezó con el biselado de estos, se empalmaron los tubos necesarios para el armado de las cerchas: CPA/9 y CPA/12.

REGISTO FOTOGRÁFICO		
 001	 002	 003
 004	 005	 006

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

 PRESACO CONSULTORIA Y CONSTRUCCION	FICHA DE INSPECCIÓN DIARIA		Cód.:046
			VERSIÓN: 1
			PÁGINA: 2 DE 2
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		
ACTIVIDAD:	Armado de cerchas.		
CONTRATISTA:	PRES ACO	Ubicación:	TALLER CLL 17 # 15-42 Barrio la Mutualidad/ Bucaramanga
Descripción:	Armado de las cerchas CPA/8 CPA/9 CPA/12		FECHA: 10/12/2018

TURNOS DIURNO ☒ NOCTURNO ☐	HORARIO DE TRABAJO DE: 7:00 HASTA: 18:00 DE: HASTA:	HORAS DE TRABAJO POR TURNO 9 Horas
--	--	--

PERSONAL					
AREA	CARGO	CANT.	AREA	CARGO	CANT.
CONSTRUCCIÓN	ARMADOR	1	INGENIERÍA	JEFE DE PRODUCCIÓN	1
CONSTRUCCIÓN	SOLDADORES	5			
CONSTRUCCIÓN	AYUDANTES	4			
TOTAL		10	TOTAL		1

EQUIPOS	
DESCRIPCIÓN	CANT.
SOLDADURA MIG/MAG	5
SOLDADURA SMAW	1
PLASMA	2
HERRAMIENTA MENOR	-

TOTAL PERSONAL		11
----------------	--	----

INSPECCIONES	TIEMPO DE EJECUCIÓN	Documentación – Plano de referencia	Archivo fotográfico generado	Aceptado	Rechazado	Firma
1.1 Biselado de C's para el armado de tubos de 200X200X3/8"	3 h	PLANOS DE TALLER [37][19][20] PARTES TRAMOS 2-16A 2-20A 2-19A		X		
1.2 Biselado de las "orejas" de los apoyos	2 h	PLANOS DE TALLER [37][19][20] PARTES TRAMOS 2-16A 2-20A 2-19A		X		
1.3 Corte de los rigidizadores de los apoyos y biselado	7 h	PLANOS DE TALLER [37][19][20] PARTES TRAMOS 2-16A 2-20A 2-19A		X		
1.4 Descargue de placas base y C's	1 h	NA		X		
1.5 Empalme de tubos de 200X120X3/8" y 200X200X9mm	10 h	PLANOS DE TALLER [37][19][20] PARTES TRAMOS 2-16A 2-20A 2-19A		X		
1.9						

OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:
 Se continuó con el biselado de las "orejas" de los apoyos, se descargaron 5 C'S para el armado de tubos de 200X200X3/8" y las cuatro placas bases ya perforadas del primer tramo y se biselaron dos C's para el armado de tubos de 200X200X3/8". Naranja->Cerchas que se están amando, Azul->Cerchas que se están resoldando.

REGISTO FOTOGRÁFICO		
 001	 002	 003
 004		

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

 PRESACO CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN	FICHA DE INSPECCIÓN DIARIA		Cód.:056
			VERSIÓN: 1
			PÁGINA: 1 DE 1
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		
ACTIVIDAD:	Armado de cerchas.		
CONTRATISTA	PRESACO	Ubicación:	TALLER CLL 17 # 15-42 Barrio la Mutualidad/ Bucaramanga
Descripción:	Armado de las cerchas. CPA/8 CPA/9 CPA/12		FECHA: 15/12/2018

TURNOS DIURNO ☒ NOCTURNO ☐	HORARIO DE TRABAJO DE: 7:00 HASTA: 18:00 DE: HASTA:	HORAS DE TRABAJO POR TURNO 8 Horas
--	--	--

PERSONAL					
AREA	CARGO	CANT.	AREA	CARGO	CANT.
CONSTRUCCIÓN	ARMADOR	1	INGENIERÍA	JEFE DE PRODUCCIÓN	1
CONSTRUCCIÓN	SOLDADORES	5			
CONSTRUCCIÓN	AYUDANTES	3			
TOTAL		9	TOTAL		1
TOTAL PERSONAL		10			

EQUIPOS		CANT.
DESCRIPCIÓN		
SOLDADURA MIG/MAG		3
SOLDADURA SMAW		
PLASMA		2
HERRAMIENTA MENOR		-

INSPECCIONES	Tiempo de ejecución	Documentación – Plano de referencia	Archivo fotográfico generado	Aceptado	Rechazado	Firma
1.1 Preparación de herramientas y equipos para trabajar	1h	NA		X		
1.2 Biselado de C's para armado de tubos 200X120X3/8"	2 h	PLANOS DE TALLER [12] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 2-11A Y 2-12A		X		
1.3 Pulido de apoyos para tramo 1	6 h	PLANOS DE TALLER [12] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 2-11A Y 2-12A		X		
1.4 Descargue de C's para armado de tubos 200X120X3/8"	1h	PLANOS DE TALLER [12] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 2-11A Y 2-12A		X		
1.5 Armado de cercha CV/19	6 h	PLANOS DE TALLER [12] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 2-12A		X		
1.6 Armado de cercha CV/20	6 h	PLANOS DE TALLER [11] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 2-11A		X		
1.7 Armado y resoldado de tubos de 200X120X3/8"	3 h					
1.8						

OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:
 Se continuó con el armado de las cerchas CV/19 Y CV/20 (se colocaron los elementos de 120X200X3/8"), se pulieron y cuadraron los apoyos del tramo 1, se biselaron catorce (14) C's para el armado de los tubos 120X200X3/8" de 2.44m, se armó y resoldó un tubo de 120X200X3/8" de 6.1m, se armaron 6 tubos de 120X200X3/8" de 2.44m y a su vez se resoldaron, se decargaron 10 C's para armado de tubos de 200X200X3/8" y se pulieron los tubos de 120X200X3/8".

REGISTO FOTOGRÁFICO		
 001	 002	 003
 004	 005	 006

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

	FICHA DE INSPECCIÓN DIARIA		Cód.:096
			VERSIÓN: 1
			PÁGINA: 1 DE 1
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		
ACTIVIDAD:	Armado de cerchas.		
CONTRATISTA:	PRESACO	Ubicación:	TALLER CLL 17 # 15-42 Barrio la Mutualidad/ Bucaramanga
Descripción:	Armado de las cerchas CPA/8 CPA/9 CPA/12		FECHA: 15/01/2019

TURNO DIURNO X NOCTURNO	HORARIO DE TRABAJO DE: 7:00 HASTA: 18:00 DE: HASTA:	HORAS DE TRABAJO POR TURNO 7 Horas
--------------------------------------	---	---------------------------------------

PERSONAL					
AREA	CARGO	CANT.	AREA	CARGO	CANT.
CONSTRUCCIÓN	ARMADOR	1	INGENIERÍA	JEFE DE PRODUCCIÓN	1
CONSTRUCCIÓN	AYUDANTE	1			
CONSTRUCCIÓN	SOLDADORES	1			
CONSTRUCCIÓN	MAESTRO	1			
CONSTRUCCIÓN	AYUDANTE	1			

TOTAL	5	TOTAL	1
-------	---	-------	---

TOTAL PERSONAL	6
----------------	---

EQUIPOS	
DESCRIPCIÓN	CANT.
SOLDADURA MIG/MAG	1
SOLDADURA SMAW	-
PLASMA	1
HERRAMIENTA MENOR	-

INSPECCIONES	TIEMPO DE EJECUCIÓN	Documentación - Plano de referencia	Archivo fotográfico generado	Aceptado	Rechazado	Firma
1.1 Biselado de C's para el armado de tubos de 200X200X3/8"	1 h	PLANOS DETALLER [27] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 1-27A		X		
1.2 Armado de la cercha CPA/1	5 h	PLANOS DETALLER [27] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 1-27A		X		
1.3 Resoldado de la cercha CPA/1	8 h	PLANOS DETALLER [27] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 1-27A		X		
1.4 Corte de channels para conectores de cortante del metaldeck	2 h	PLANOS DETALLER [27] CONJUNTOS - PARTES TRAMO 1-27A		X		
1.5				X		
1.9						

OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:

Se finalizó el armado de la cercha CPA/1, se colocaron los elementos secundarios (diagonales) faltantes de dos vanos. Se realizó la verificación dimensional de las cerchas dando así el aval para continuar con el armado y resoldado. Se realizó el resoldado de la cercha CPA/1. Se terminaron de cortar los conectores de cortante del metaldeck. Andrés Martínez estuvo en inducción de 7:00-8:00am y regreso a la planta a las 10:45am.

REGISTO FOTOGRÁFICO

001



002



003



004



005



006

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

	INSPECCIÓN DE SOLDADURAS		CÓDIGO:	
	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		VERSIÓN 01	PÁGINA _1_ DE _1_

NOMBRE DEL SOLDADOR:		LUGAR DEL ENSAYO: GIRÓN - SANTANDER	
PROCESO DE SOLDADURA: GMAW-S	NORMA/ESPECIFICACIÓN: ASME SECCIÓN V ARTICULO 6	FECHA: 30 DE OCTUBRE DE 2018	
AUTORIZADO POR	ILUMINACIÓN: 1650LUX	TEMPERATURA: 30°C	PIEZA INSPECCIONADA : CERCHA CV5,1 JUNTA#1

JUNTA UTILIZADA		MATERIAL BASE	
SENCILLA ☒ DOBLE SOLDADURA ☐ RESPALDO SI ☐ NO ☒	ESPECIFICACIÓN: Perfil tubular 200X200X9.0mm, Acero ASTM A500 TIPO O GRADO: A 500 Gr.C. CLASE DE ELECTRODO FUNDENTE: E-7018. DIÁMETRO (200 mm ESPESOR : 9.0 mm FILETE: V SIMPLE		
MATERIAL DE RESPALDO ÁNGULO DE LA UNIÓN: MÉTODO			
MATERIAL DE APORTE		TÉCNICA	
ESPECIFICACIÓN AWS: D1.1/D1.1 M:2016 TABLA 6,1 CLASIFICACIÓN AWS:		CORDÓN RECTO ☐	CORDÓN OSCILANTE ☒
PRECALENTAMIENTO		PASO: SENCILLO ☐	MÚLTIPLE ☒
TEMPERATURA: MENOR A 40°			

INSPECCIÓN VISUAL		OTRAS PRUEBAS Y / O ENSAYOS	
APARIENCIA:	SOCAVADO: SI ☐ NO ☒	  25 CERCHA CV-5 J#2 B PENETRANTE 26 CERCHA CV-5 J#2 B REVELADOR	
POROSIDAD:	CONVEXIDAD: SI ☐ NO ☒		
CONCAVIDAD: SI ☐ NO ☒			
FECHA DEL ENSAYO 20/11/2018			
INSPECTOR: CESAR GARAVITO PLATA			

ETAPA DE SOLDEO		ENSAMBLE		POSICIÓN DE LA SOLDADURA	
FONDEO	☐	DE CANTO	☐	TRASLAPE	☐
RELLENO	☐	TE	☐	ESQUINA	☐
PRESENTACIÓN	☒	A TOPE	☒	OTRO: 2F	

Pase o capa(s) de soldadura		proceso	Metales de aporte		Corriente		CELERIDAD DE AVANCE		DETALLE DE LA JUNTA
			clase	diámetro	Tipo y polaridad	AMPS	UND DE MEDIDA /TIEMPO		
	1	GMAW	ER.70-S6	0,035"	DCEP	195	mm/min	250	
	2	GMAW	ER.70-S6	0,035"	DCEP	195	mm/min	240	
	3	GMAW	ER.70-S6	0,035"	DCEP	195	mm/min	240	

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

	INSPECCIÓN DE LIMPIEZA				CÓDIGO:	
	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.				PÁGINA 1 DE 1 VERSIÓN 01	

CONTRATO DE OBRA Nº		INTERVENTORÍA:		FECHA 1/10/2018	FORMATO No 1 de 00
------------------------	--	----------------	--	--------------------	--------------------------

ELEMENTO INSPECCIONADO:		CERCHA CV/5 B-1-N PV/5 PTE 200*200*12			
TIPO DE LIMPIEZA:	SSPC1	LIMPIEZA CON SOLVENTES	MÉTODO:	Limpieza manual con la utilización herramientas eléctricas o neumáticas, para eliminar impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes.	
	SSPC2	LIMPIEZA CO HERRAMIENTAS MANUALES			
	SSPC3	LIMPIEZA CON HERRAMIENTAS MECANICAS X			
OTROS					

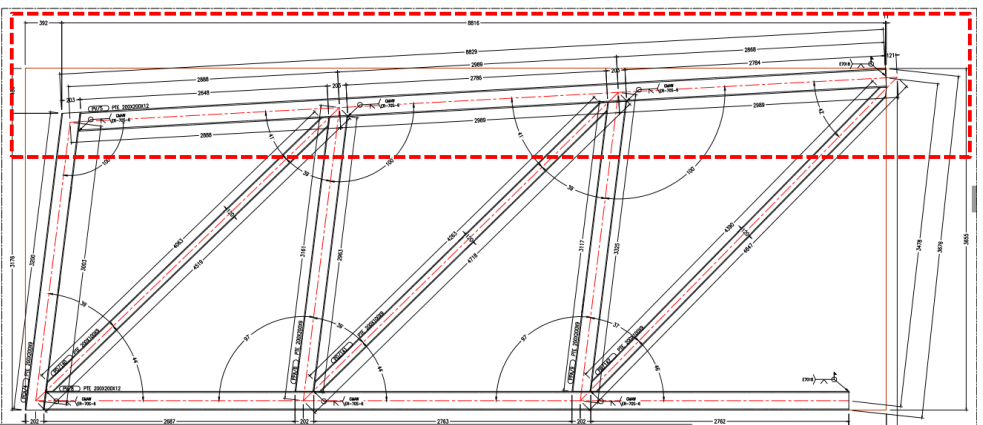
VERIFICACIÓN				INSPECCIÓN DE LA LIMPIEZA EN:		OBSERVACIONES	ACEPTADO/ RECHAZADO	RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN
MATERIAL	HERRAMIENTAS							
SOLVENTE Y DESENGRASANTES			BORDES	X			A	Ing. Fredy Devera
			PERFORACIONES					
OTROS		DISCO TRENADO	X					
		DISCOS DE COPA		X			A	Ing. Fredy Devera
		PULIDORA	X					
		CLEAN&STRIP		X			A	Ing. Fredy Devera
		OTROS						
			OTROS					

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

	REPORTE DE INSPECCIÓN POR LIMPIEZA		CÓDIGO:	FECHA INFORME: 8/10/2018 FECHA INSPECCION: 1/10/2018
	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA. CONTRATO DE OBRA N°: INTERVENTORÍA:		PÁGINA ____ DE ____ VERSIÓN: 01	
LUGAR DE LA INSPECCION: CLL 17 # 15-42 Barrio la Mutualidad/ Bucaramanga			CIUDAD: BUCARAMANGA TIPO DE ESTRUCTURA A INSPECCIONAR: CERCHA CV/5 B-1-N PV/5 PTE 200*200*12	

REGISTRO FOTOGRAFICO / DOCUMENTO REFERENCIA	
	
OBSERVACIONES:	

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

	INSPECCIÓN DE PINTURA		CÓDIGO:	
	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		PÁGINA 1 DE 1	VERSIÓN 01

FECHA: 07/01/2019	FECHA DE APLICACIÓN DE LA PINTURA: 02/01/2019	HORA: 3:00 p.m.
ESQUEMA DE PINTURA	PINTURA DE PROTECCIÓN ☒	PINTURA DE ACABADO ☐
ELEMENTO A PINTAR: CERCHA CV/5 B-1-N PD/140	ÁREA A PINTAR: 2,41 m ²	TIPO DE PINTURA: Epoxi Amida Atoxico
MARCA DE LA PINTURA: Pintuco	NÚMERO DE CAPAS: 1	COLOR DE PINTURA: BLANCO

TEMPERATURA AMBIENTE: 29°	TEMPERATURA DE LA PINTURA: 20°	HUMEDAD RELATIVA: 79°	PUNTO DE ROCÍO: 22°
---------------------------	--------------------------------	-----------------------	---------------------

LA SUPERFICIE A PINTAR SE ENCUENTRA	SI	NO	OBSERVACIONES	MÉTODO DE APLICACIÓN
SEÑALIZADA	☒	☐		BROCHA ☐ PISTOLA CALIENTE ☐
LIMPIA	☒	☐		RODILLO ☐ AIRLESS ☐
SECA	☒	☐		ESPÁTULA ☐
LIBRE DE CONDENSACIÓN	☒	☐		PISTOLA POR AIRE ☒
LA PINTURA HA SIDO DILUIDA	☒	☐	Se aplica catalizador Para Primer Epóxico 13350 PINTUCO	ATOMIZADOR ☐

CAPAS DE PINTURA	TIEMPO ENTRE CAPAS	TIEMPO DE SECADO Y/O CURADO	ESPEJOR CAPA SECA	GRADO DE ADHERENCIA	ACEPTADO/ RECHAZADO	RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN	OBSERVACIONES
1	N/A	1,5 h			A	Arq.Denise Ortiz	

RESPONSABLE:

REVISADO POR:

	INSPECCIÓN DE PINTURA		CÓDIGO:	
	PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.		PÁGINA 1 DE 1	VERSIÓN 01

FECHA:	07/01/2019	FECHA DE APLICACIÓN DE LA PINTURA:	04/01/2019	HORA:	10:00 a.m.
ESQUEMA DE PINTURA	PINTURA DE PROTECCIÓN ☐		PINTURA DE ACABADO ☒		
ELEMENTO A PINTAR:	CERCHA CV/5 B-1-N PD/140	ÁREA A PINTAR:	2,41 m ²	TIPO DE PINTURA:	
MARCA DE LA PINTURA:	PINTUCO	NÚMERO DE CAPAS:	2	COLOR DE PINTURA:	GRIS
TEMPERATURA:	27°	HUMEDAD RELATIVA:	70°	PUNTO DE ROCCIÓN:	19°

LA SUPERFICIE A PINTAR SE ENCUENTRA	SI	NO	OBSERVACIONES	MÉTODO DE APLICACIÓN
SEÑALIZADA	☒	☐		BROCHA ☐ PISTOLA CALIENTE ☐
LIMPIA	☒	☐		RODILLO ☐ AIRLESS ☐
SECA	☒	☐		ESPÁTULA ☐
LIBRE DE CONDENSACIÓN	☒	☐		PISTOLA POR AIRE ☒
LA PINTURA HA SIDO DILUIDA	☒	☐		ATOMIZADOR ☐

CAPAS DE PINTURA	TIEMPO ENTRE CAPAS	TIEMPO DE SECADO Y/O CURADO	ESPESOR CAPA SECA	GRADO DE ADHERENCIA	ACEPTADO/RECHAZADO	RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN	OBSERVACIONES
2	6-8 h	6h			A	Arq.Denise Ortiz	

CONTROL DE LA RECEPCIÓN DE OBRA

PRESACO CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN		FICHA DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS										
		PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DEL SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y MONTAJE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO PARA EL PUENTE PEATONAL DEL PROYECTO INTERCAMBIADOR VIAL MESÓN DE LOS BÚCAROS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.						Cód.:		VERSIÓN: 01		
								FECHA: 08/01/2019		PÁGINA: 1 DE 1		
ITEM	DESCRIPCIÓN	DOCUMENTO DE REFERENCIA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA DE INSPECCIÓN	FECHA DE CONTROL	TIPO DE INSPECCIÓN			MOMENTO DE LA INSPECCIÓN			RESPONSABLE
Número	Variable a controlar Punto de inspección y ensayo					IV	RD	TM	INI	DUR	FIN	
52	Cercha CPA-7 I.V junta #7	INSPECCIÓN VISUAL A SOLDADURA EN PUENTE BUCAROS	AWS D1.1/D1.1M: 2015 Structural Welding Code Steel	Lupa ,Linterna y lámparas, galga bridge cam, cámara fotográfica, regla Métrica resolución 0.5mm	30/10/2018	x						CESAR GIOVANNI GARAVITO
74	Cercha CV-15 I.V junta #7	INSPECCIÓN VISUAL A SOLDADURA EN PUENTE BUCAROS	AWS D1.1/D1.1M: 2015 Structural Welding Code Steel	Lupa ,Linterna y lámparas, galga bridge cam, cámara fotográfica, regla Métrica resolución 0.5mm	30/10/2018	x						CESAR GIOVANNI GARAVITO
91	Cercha CV-3 I.V junta #10	INSPECCIÓN VISUAL A SOLDADURA EN PUENTE BUCAROS	AWS D1.1/D1.1M: 2015 Structural Welding Code Steel	Lupa ,Linterna y lámparas, galga bridge cam, cámara fotográfica, regla Métrica resolución 0.5mm	30/10/2018	x						CESAR GIOVANNI GARAVITO
93	Cercha C-V3 I.V junta #12	INSPECCIÓN VISUAL A SOLDADURA EN PUENTE BUCAROS	AWS D1.1/D1.1M: 2015 Structural Welding Code Steel	Lupa ,Linterna y lámparas, galga bridge cam, cámara fotográfica, regla Métrica resolución 0.5mm	30/10/2018	x						CESAR GIOVANNI GARAVITO
19	Cercha CV-15 J # 3	INSPECCION POR LÍQUIDOS PENETRANTES	AWS D1.1/D1.1 M: 2016 Tabla 6.1	Limpiador, Removedor MAGNAFLUX SPOTCHECK SKC-S, Penetrante rojo removible con disolvente MAGNAFLUX SPOTCHECK SKL-SP2, Revelador blanco removible con disolvente MAGNAFLUX SPOTCHECK SKD-S2, Grata metálica, Cepillo metálico, Pie de Rey, Galga BRIDGE CAM, Cinta fluorescente.	30/10/2018			x				CESAR GIOVANNI GARAVITO
25	Cercha CV-5 J # 2	INSPECCION POR LÍQUIDOS PENETRANTES	AWS D1.1/D1.1 M: 2016 Tabla 6.1	Limpiador, Removedor MAGNAFLUX SPOTCHECK SKC-S, Penetrante rojo removible con disolvente MAGNAFLUX SPOTCHECK SKL-SP2, Revelador blanco removible con disolvente MAGNAFLUX SPOTCHECK SKD-S2, Grata metálica, Cepillo metálico, Pie de Rey, Galga BRIDGE CAM, Cinta fluorescente.	30/10/2018			x				CESAR GIOVANNI GARAVITO
31	Tramo 1 J # 1	INSPECCION POR LÍQUIDOS PENETRANTES	AWS D1.1/D1.1 M: 2016 Tabla 6.1	Limpiador, Removedor MAGNAFLUX SPOTCHECK SKC-S, Penetrante rojo removible con disolvente MAGNAFLUX SPOTCHECK SKL-SP2, Revelador blanco removible con disolvente MAGNAFLUX SPOTCHECK SKD-S2, Grata metálica, Cepillo metálico, Pie de Rey, Galga BRIDGE CAM, Cinta fluorescente.	30/10/2018			x				CESAR GIOVANNI GARAVITO
39	Tramo 1 J # 5	INSPECCION POR LÍQUIDOS PENETRANTES	WS D1.1/D1.1 M: 2016 Tabla 6.1	Limpiador, Removedor MAGNAFLUX SPOTCHECK SKC-S, Penetrante rojo removible con disolvente MAGNAFLUX SPOTCHECK SKL-SP2, Revelador blanco removible con disolvente MAGNAFLUX SPOTCHECK SKD-S2, Grata metálica, Cepillo metálico, Pie de Rey, Galga BRIDGE CAM, Cinta fluorescente.	30/10/2018			x				CESAR GIOVANNI GARAVITO

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE: _____

REVISADO POR: _____

TIPO DE INSPECCIÓN		MOMENTO DE LA INSPECCIÓN	
IV	Inspección visual	INI	Inicio
RD	Revisión documentación	DUR	Durante
TM	Toma de muestra (ensayos)	FIN	Final

Además, se diligenciará acta de recepción de obra terminada.

Referencias bibliográficas

- AENOR. (s.f.). Ejecución de estructuras de acero y aluminio Parte 2: Requisitos técnicos para las estructuras de acero . Obtenido de file:///D:/Users/USER/Downloads/EXT_7NzPb07h6IDAyGpgqpch.pdf
- Alcaldía de Bucaramanga. (2019). Datos generales, Climatología y superficie *Bucaramanga*. Obtenido de <http://versionantigua.bucaramanga.gov.co/Contenido.aspx?Param=9>
- Alferingeniería. (s.f.). *Plan de control de calidad*. Obtenido de http://servicios4.jcyl.es/Duero/Publicacion_E/A2017_010430/ZJCYL01DCC8BF59A38CC31CE10000000A10929C.pdf
- Arquitectura+Acero. (2009). *El hierro y el acero en la historia de la arquitectura*. Obtenido de <http://www.arquitecturaenacero.org/historia/historia/el-hierro-y-el-acero-en-la-historia-de-la-arquitectura>
- C Y M Materiales S.A. (2015). *Preparación de Superficie - Norma SSPC*. Obtenido de <http://cym.com.ar/intranet/Preparacion-de-superficies-norma-SSPC-granallado-cymmateriales-shotblasting.pdf>
- Cámara Colombiana de la Construcción. (2016). *Comisión sismo resistente*. Obtenido de <https://camacol.co/informacion-tecnica/comision-sismo-resistente>
- Carpintero, J. M. (2013). *Soldadura básica*. Bogotá: ediciones de la U.
- Clement, G. V. (2013). *Manual de inspección de estructuras metálicas*. Bogotá: Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito.
- Clement, G. V. (s.f.). *Manual de inspección de estructuras metálicas*. Escuela Colombians de ingeniería Julio Garavito.

Congreso de Colombia. (1997). *Ley 400 de 1997*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0400_1997.html

Construrámica. (s.f.). *Soldadura Autógena*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Soldadura_Aut%c3%b3gena

Corporación Metropolitana de Planeación y Desarrollo de Bucaramanga. (2003). *Área Metropolitana de Bucaramanga. Una sociedad que construye futuro*. Obtenido de http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/eb_estad%C3%ADsticas%20b%C3%A1sicas_bucaramanga_santander_2003.pdf

Defectos en Soldadura - Causa y Soluciones. (2019). Obtenido de www.westarco.com: <https://www.westarco.com/westarco/sp/education/blog/defectos-en-la-soldadura-causas-y-soluciones.cfm>

Fabricación Mecánica. (s.f.). *Imperfecciones de las uniones soldadas*. Obtenido de <http://cifpaviles.webcindario.com/SAN-IMPERFECCIONES%20DE%20LAS%20UNIONES%20SOLDADAS.pdf>

Federación de Enseñanza. (2011). Ensayos no destructivos en la soldadura. *Temas para la educación*. Obtenido de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8259.pdf>

Gerencia de Servicios Logísticos. (2017). *Especificaciones técnicas. Estructura metálica. Fabricación, protección anticorrosiva, montaje e inspección*. Obtenido de https://www.bcentral.cl/documents/20143/32019/bcch_archivo_173176_es.pdf/efecc769-b0b7-38a7-97a9-f8f2446d6b1e

Gobierno de España. (2011). *Instrucciones*. Obtenido de <https://www.fomento.gob.es/organos-colegiados/comision-permanente-de-estructuras-de-acero/cpa/instrucciones/instruccion-eae>

- Gobierno de España. (2015). *Código Técnico de la Edificación. Margo reglamentario*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-que-cte/marco-reglamentario.html>
- Icontec. (2012). *Prácticas normalizadas para fabricación y montaje de estructuras en acero. Edificios y puentes. NTC 5832*. Obtenido de <http://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC5832.pdf>
- info@neurtek.com. (s.f.). Obtenido de <https://www.neurtek.com/en/thickness/dry-film-coatings-on-non-metallic-bases/paint-inspection-gauge-super-pig-destructive-coating-thickness>
- Ingemecánica. (s.f.). *Tratamiento y Pintura de las Superficies Metálicas*. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn20.html>
- Maturana, J. L. (20 de 08 de 2009). *mailxmail*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-soldadura-arco-manual-electrico-fundamentos/clasificacion-identificacion-electrodos>
- McCormac, J. (1999). *Diseño de estructuras de acero* (quinta ed.). Alfaomega.
- Metalurgialauro. (2017). *Procesos de corte de metal: corte plasma, oxicorte y corte láser*. Obtenido de <http://metalurgialauro.es/483/>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (1997). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Título F. Estructuras Metálicas*. Obtenido de <http://curadosibague.com/images/stories/normatividad/nsr/Titulo-F-NSR-10.pdf>
- Neurtke Instruments. (s.f.). *Pintura y recubrimiento. Equipos para control de calidad*. Obtenido de https://www.neurtek.com/es/catalogos/general/NEURTEK_Pintura_Recubrimientos.pdf
- Ollarves, G. (2016). *tipos de discos de corte, todo lo que necesita saber para adquirirlos*. Obtenido de <https://www.bricolemar.com/blog/tipos-de-discos-de-corte/>
- Pino, J. M. (2013). *Soldadura básica*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Pino, J. M. (2013). *Soldadura básica*. Bogotá: Ediciones de la U .

Romero, V. S. (27 de 11 de 2006). Uniones soldadas y técnicas de soldeo,
http://www.iesmachado.org. Obtenido de

http://iesmachado.org/web%20insti/depart/mecani/apuntes/files/C.G.M.%20SOLDADURA%20Y%20CALDER%20CDA/2%BA%20SOLDADURA%20Y%20CALDERER%20CD A/SOLDADURA%20EN%20ATM%D3SFERA%20PROTEGIDA/1%AA%20EVALU ACI%D3N/APUNTES/TEMA%202%20-%20Uniones%20Soldadas%20y%20Tecnicas%20de%20Soldeo.doc

Silva, R. M. (08 de 2015). *metalcym*. Obtenido de *www.metalcym.com.br*:
https://cym.com.ar/intranet/Preparacion-de-superficies-norma-SSPC-granallado-cymmateriales-shotblasting.pdf

SOLDADURA Y CALDERERÍA. (01 de 01 de 2018). Obtenido de
https://cifpaviles.webcindario.com/SAN- IMPERFECCIONES%20DE%20LAS%20UNIONES%20SOLDADAS.pdf

STUDYLIB. (2013). Obtenido de Resistencia de pernos:
https://studylib.es/doc/4874161/resistencia-de-pernos

Tipo de remaches. (12 de 05 de 2003). Obtenido de Tema 14:
http://www.vc.ehu.es/Dtecnico/descargas/tema14.pdf