

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA



TESIS

**Aplicación del control de calidad en el proceso de fabricación de
estructuras metálicas en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C. –**

Lima - 2018

Para optar el título profesional de

Ingeniero Metalurgista

Autor: Bach. Ruth Patricia PALACIOS ROJAS

Asesor: Mg. Manuel Antonio HUAMAN DE LA CRUZ

Cerro de Pasco – Perú – 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA



**Aplicación del control de calidad en el proceso de fabricación de
estructuras metálicas en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C. –
Lima - 2018**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO

PRESIDENTE

Mg. Jonás Ananías RAMOS MARTÍNEZ

MIEMBRO

Mg. Ramiro SIUCE BONIFACIO

MIEMBRO

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

por haberme apoyado en
todo momento, por sus consejos,
sus valores, por la motivación
constante que me ha permitido
ser una persona de bien, pero
más que nada, por su amor

RECONOCIMIENTO

- **A Dios:** Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.
- **A mis Maestros:** Por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales, para la elaboración de esta tesis y por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.
- **Al personal Staff y a los trabajadores de Castro Contratistas Ingenieros:** por darme la oportunidad de realizar la presente investigación.

RESUMEN

A parte de las inspecciones diarias, el mantenimiento de los equipos y maquinarias acostumbraba ser un trabajo intensivo y duro, especialmente cuando los componentes principales necesitaban de revisiones completas. Trabajar en espacios restringidos rodeado de metal pesado no es la manera ideal para lograr un servicio de alta calidad, condiciones que requieren incluso mayores pruebas cuando el oxicorte o calentamiento es necesario. Reconociendo que la simplificación es una vía clave para hacer el trabajo más rápido, más seguro y a menor costo, los fabricantes se han enfocado en la introducción de tecnologías que ayuden a que esto suceda.

En los últimos años, los fabricantes han dado alta prioridad a la seguridad de los equipos y maquinarias. No solo se han realizado mejoras significativas en los equipos en sí para que la fabricación sea más segura y más fácil, sino que además se han diseñado y suministrado dispositivos, soportes de componentes y herramientas especiales para que todas las áreas de fabricación sean más seguras.

Basados en el beneficio del empleo de estructuras metálicas en la construcción de edificios por su resistencia y durabilidad y en la efectividad del uso de soldadura en la fabricación de las juntas de la estructura metálica, se ha visto la necesidad de un análisis profundo de los procedimientos para fabricación y montaje de edificios de estructuras metálicas. Conociendo que el acero estructural es la materia prima de toda estructura metálica.

Palabras clave: Calidad, Proceso

ABSTRACT

Apart from the daily inspections, the maintenance of equipment and machinery used to be an intensive and hard work, especially when the main components needed complete revisions. Working in restricted spaces surrounded by heavy metal is not the ideal way to achieve high quality service, conditions that require even greater testing when oxy-fuel or heating is necessary. Recognizing that simplification is a key way to make work faster, safer and cheaper, manufacturers have focused on introducing technologies that help make this happen.

In recent years, manufacturers have given high priority to the safety of equipment and machinery. Not only have significant improvements been made to the equipment itself to make manufacturing safer and easier, but also devices, component holders and special tools have been designed and supplied to make all manufacturing areas safer.

Based on the benefit of the use of metal structures in the construction of buildings for their resistance and durability and the effectiveness of the use of welding in the manufacture of the joints of the metallic structure, the need for an in-depth analysis of the procedures has been seen for manufacturing and assembly of buildings with metal structures. Knowing that structural steel is the raw material of any metallic structure.

Keywords: Quality, Process.

INTRODUCCIÓN

Castro Contratistas Ingenieros SAC pone al servicio de la industria productos con tecnología de marcas líderes en el mundo a través de sus licencias de fabricación. Somos una real alternativa para el desarrollo de sus proyectos. Nuestra división de ingeniería cuenta con profesionales altamente calificados en Diseño, Producción y Control de Calidad respondiendo a los estándares Internacionales.

Castro Contratistas Ingenieros SAC, establece como su compromiso principal la satisfacción de los requerimientos de calidad establecidos con sus clientes al inicio de cada proyecto, exigiéndose trabajar en estricto cumplimiento de normas y estándares ampliamente reconocidos y establecidos.

Para ello la empresa dispone de personal calificado para el control de la calidad que constantemente monitorean los procesos de procura, suministro de materiales, estados de materiales, procesos de fabricación, procesos de soldadura, granallado, pintado, despacho, etc., generando reportes del status de cada pieza según su marca de identificación, y que se consolidan al final del proyecto en un “Dossier de Calidad”.

Estándares de Seguridad Salud y Medio Ambiente

CASTRO CONTRATISTAS INGENIEROS SAC, es una sólida y moderna organización dedicada a la elaboración de proyectos, ingeniería, fabricación, montaje y mantenimiento electromecánico para diversos sectores industriales como: Minería, Pesca, Energía, Petróleo, Cemento e Industria. Tiene como principal objetivo conducir

sus actividades procurando proteger la integridad física de su personal, la conservación del medio ambiente y la satisfacción de sus clientes; manteniendo una buena organización, ordenamiento y limpieza de sus instalaciones en forma permanente. Para expresar la intención de la investigación manifiesto lo siguiente:

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, donde se ha considerado la descripción del problema, formulación del problema, los objetivos de la tesis, justificación de la investigación y limitaciones de la investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO, donde se ha considerado los antecedentes del estudio, las bases teóricas - científicas, metales en la construcción, naturaleza de los metales, características de los metales, aleaciones, metalografía, comportamiento estructural, perfiles huecos y conformado, uniones entre perfiles de acero, soldadura, el mantenimiento con relación a las normas ISO serie 9000, definición de términos básicos, formulación de la hipótesis, la identificación de las variables y la definición operacional de variables e indicadores.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, se da a conocer la metodología que se aplica para la realización de la investigación y poder demostrar la investigación que si es factible realizar, así mismo captar la información de procedimientos para la fabricación de estructuras metálicas galvanizadas, responsabilidad, definiciones y desarrollo.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN, en este capítulo se ha considerado realizar el proyecto: sistemas modulares de pasarelas y accesorios de uso peatonal – plataforma Pagoreni B.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, se han desarrollado principalmente las conclusiones del estudio de investigación y dar sugerencias para continuar con la investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

ABSTRAC

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3.1. Problema principal	5
1.3.2. Problemas específicos	5
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	8
------------------------------	---

2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS	9
2.2.1. Metales en la construcción	9
2.2.2. Naturaleza de los metales	10
2.2.3. Características de los metales	11
2.2.4. Aleaciones	14
2.2.5. Metalografía	16
2.2.6. Procesos metalúrgicos	17
2.2.7. Tecnología siderúrgica	20
2.2.8. Tratamientos del acero	23
2.2.9. Estructuras de acero	25
2.2.10. Comportamiento estructural de los perfiles de acero laminado	32
2.2.11. Perfiles huecos y conformados	37
2.2.12. Uniones entre perfiles de acero	39
2.2.13. Soldadura	41
2.2.14. El mantenimiento con relación a las normas ISO serie 9000	43
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	46
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	47
2.4.1. Hipótesis general	47
2.4.2. Hipótesis específicas	47
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	47
2.5.1. Variable dependiente	47
2.5.2. Variable independiente	47
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	48

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	51
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	51
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.4.1. Población	52
3.4.2. Muestra	52
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.5.1. Procedimiento para la fabricación de estructuras metálicas galvanizadas	53
3.5.2. Responsabilidades	53
3.5.3. Definiciones	54
3.5.4. Desarrollo	55
3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	66
3.6.1. Sistemas modulares de pasarelas y accesorios de uso peatonal – plataforma Pagoreni B	66
3.6.2. Plan de calidad	66
3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	69
3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	69
3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA	70

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	71
4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	72
4.2.1. Responsabilidad de la dirección	72
4.2.2. Términos y definiciones	72
4.2.3. Códigos y normas de referencia	74
4.2.4. Organización	75
4.2.5. Responsabilidades	76
4.2.6. Control documentario	80
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS	82
4.3.1. Procedimientos para la fabricación	82
4.3.2. Control de registros	82
4.3.3. Trazabilidad durante fabricación	84
4.3.4. Gestión de no conformidad	84
4.3.5. Control de auditorías	85
4.3.6. Procesos de mejora continua	87
4.3.7. Control de materiales y equipos	87
4.3.8. Plan de puntos de inspección	88
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	89
4.4.1. Control de calidad en los trabajos realizados	89
4.4.2. Dossier de calidad	90
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La industria Metalúrgica Metalmecánica en nuestro país es incipiente debido a que mucho de sus productos es importado y adquiridos por la industria metal-mecánica para realizar sus operaciones con el fin de obtener un producto.

Se ha aprendido mucho de las relaciones con Japón en cuanto a la eficiencia de los métodos productivos, pero sobre todo se ha de tomar conciencia de la necesidad de mejorar de forma continua. Para ello se tendrá que producir un salto cualitativo importante, quizás el más importante en la carrera por abaratar los costos de producción. Este salto apareció entre las direcciones de producción, pero ha de trasladarse necesariamente a las oficinas de diseño, esta tecnología se conoce como **“el diseño orientado a la producción”**.

No basta con una respuesta brillante para resolver las necesidades del cliente, además las direcciones técnicas tienen que proponer las soluciones más eficientes desde el punto de vista económico.

Se trata de que los componentes que hay que adquirir en el mercado sean de calidad pero de costo ajustado, se trata de eliminar elementos de uso tradicional y sustituirlos por otros equivalentes más baratos, se trata de reducir y simplificar el diseño para que tuviera un componente menor de mano de obra, reducir el contenido de trabajo que desde el departamento técnico se envía a los talleres, incluso si es posible se deban de eliminar definitivamente algunos componentes.

Si nos centramos en el diseño, como todos los cambios de cultura, el movimiento hacia la nueva filosofía de diseño en las oficinas técnicas es traumático, y es muy difícil conseguir que todas las personas implicadas en el proyecto tengan en cuenta estas nuevas condiciones. La actitud tradicional en los proyectos había sido la de limitarse a alcanzar una buena solución técnica, y ahora lo que se pretende será introducir el componente económico, y con él nuevos roles al ingeniero. Este tiene que contar el número de unidades de costo que de su propuesta técnica, y explorar otras alternativas, con imaginación y con trabajo. El perfil profesional del proyectista tradicional se acerca necesariamente al del diseñador, pero no basta con repetir esquemas, el componente de creación exige más trabajo, más preparación técnica, más conocimiento del mercado de componentes, y hasta más consenso y colaboración con las direcciones de compras y de producción.

Será también muy importante para el autor de esta tesis la faceta de “Controlador” que ha de adquirir el responsable del proyecto, pues ello dará lugar a una anticipación a las posibles desviaciones propias de cada proyecto.

El “Controlador” debe analizar todos y cada uno de los procesos que se llevan a cabo, evaluar qué procedimientos de mejora son aplicables en cada momento y controlar que esas propuestas son satisfactorias y que se llevan a cabo según lo indicado. Además, el “Controlador” debe de velar por la maximización del resultado que la empresa obtiene de su actividad.

Por ello, no debe de estar sujeto a una definición extremadamente rígida de su actividad. Debe de gozar de una libertad amplia y de una autonomía casi completa. Sólo de este modo no se verá coartado por las relaciones jerárquicas que podrían deformar su actividad.

Es por ello que, la figura del “Controlador” se ha convertido en algo imprescindible en todas las grandes empresas. Se trata de un profesional especializado, con amplia experiencia en el análisis de procesos. Con conocimientos en diversos campos: financiero, comercial, logística, etc. Un profesional, pues, que suele contar con una elevada remuneración y un alto grado de autonomía.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se ha desarrollado en la fabricación de estructuras metálicas en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C. para el control de calidad en su proceso, la

empresa tiene las intenciones de tener trabajos de gran nivel y de aceptación inmediata para ello se ha trabajado con la intención de aplicar el control de calidad del proceso.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

También en este terreno nos guiamos por lo realizado en otros sectores industriales, con ello cambiamos el proceso constructivo de los productos, y se desarrolla la tecnología de construcción por módulos que se explicará más adelante con detalle.

La construcción tradicional anterior ya había dado un paso de gigante cuando cambió el sistema de construcción chapa a chapa en grada por la prefabricación en bloques o trozos de estructura de acero, que después se montaban formando un puzzle en la grada, y dio otro paso también importante cuando a los bloques de acero de la estructura se le incorporaron algunos elementos de tuberías, soportes, y algunos equipos.

El paso que se materializa en los años 90 fue el de la construcción por módulos. Los módulos son componentes complejos, estructuralmente independientes de la estructura principal, y que incluyen servicios completos o casi completos, y se pueden construir en los talleres mientras se construye cada componente de la estructura principal. Incluyen, por lo tanto, toda la tubería, cableado, soportes, equipos, y sus interconexiones así como el tratamiento superficial, ya que se fabrican sobre estructuras autoportantes en talleres y una vez terminados y

probados se llevan a la grada con vehículos especiales de gran capacidad (hasta 50 toneladas), y se izan a bordo e incorporan como grandes piezas de un mecano.

La fabricación por módulos tiene otro rédito también positivo en cuanto a costos, ya que montar un tubo en la grada por el procedimiento tradicional, con necesidad de grandes medios de izada, andamiajes, accesos a veces complicados, trabajo incómodo, y con recursos limitados, a veces a la intemperie, es mucho más caro que montar ese mismo tubo en un taller cubierto, con acceso a nivel del suelo, con recursos de taller. De hecho en el taller costa como media un tercio de lo que costa a bordo.

1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cómo realizar la aplicación del control de calidad en el proceso para la fabricación de estructuras metálicas en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C.?

1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Cómo realizar el control de calidad en el diseño para el mejoramiento de su proceso en Castro Contratistas Ingenieros?
2. ¿Cómo realizar el control de calidad en la soldadura de la fabricación de estructuras para el mejoramiento de su proceso en Castro Contratistas Ingenieros?

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar del control de calidad en el proceso para fabricar estructuras metálicas en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar el control de calidad en el diseño para mejorar su proceso en Castro Contratistas Ingenieros.
2. Realizar el control de calidad en la soldadura de la fabricación de estructuras para mejorar su proceso en Castro Contratistas Ingenieros.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Castro Contratista Ingenieros es una empresa ligada a la industria Metal-mecánica que fabrica tanques, estructuras metálicas, elaboración de proyectos, ingeniería, fabricación y montaje electromecánico para diversos sectores industriales como: Minería, Pesca, Energía, Petróleo, Cemento e Industria diversificada, teniendo clientes muy exigentes, para ello es necesario contar con el área de Calidad responsable de que los productos sean de buena calidad y de bajo costo de producción teniendo el sumo cuidado de elegir la materia prima que sea de buena calidad.

La fabricación de estructuras metálicas, el enrolado de planchas de acero, el corte de perfiles, el tipo de soldadura que se debe de aplicar en cada uno de las piezas a fabricar a pedido de la industria hace que la presente investigación sea de mucha valía ya que se trata de hacer un control de calidad muy minucioso a cada etapa de la fabricación desde el diseño hasta el acabado final y que éste sea aceptado por el cliente, todo el proceso debe de ser a un costo menor para tener utilidades en Castro Contratistas Ingenieros.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se basa en realizar el control de calidad a los productos que fabrica Castro Contratistas Ingenieros el diseño, búsqueda de la materia prima, corte, soldadura, acabado y entrega del producto final, tiene una relación muy cercana al plan curricular de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Metalúrgica con el Curso Soldadura.

La investigación a realizarse tendrá como inconveniente la bibliografía, que es muy escaso en cuanto al control de calidad en trabajos de metal-mecánica, por lo que tenemos que realizar una serie proyectos y ser presentado a la gerencia para ser sustentados y aprobados cada uno de ellos, es ahí el inconveniente ya que a veces no es aceptado por la gerencia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

REMOLQUES Y CARROCERÍAS TLAQUEPAQUE.- Remolques y carrocerías Tlaquepaque. Remolques y carrocerías Tlaquepaque, Guadalajara, Zapopan, Tlajomulco, Tonalá, Tesistán, el Salto y todo Jalisco. Ya cumplimos 11 años a la vanguardia en Servicios Jarel. Fue fundado con la misión de facilitar la transportación de productos y materiales aprovechando el máximo espacio y además pensando en la mayor seguridad para nuestros clientes.

DIPER.- Líneas de fabricación de perfiles para plataformas de: andamios:

- Banda máxima: 560 x 1,5 mm.
- Altura de paredes: hasta 80 mm.

Con punzonado resuelto en proceso:

- Con resalte sólo hacia el exterior del perfil.
- Con resalte hacia el exterior y hacia el interior.

Opciones:

- Partiendo de bobinas o de formatos de chapa previamente

Cortados a medida:

- Con perfiladora de casetes intercambiables para poder fabricar

Varios modelos de perfil sin cambio de rodillos:

- Con apilador neumático de plataformas acabadas.

2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS

2.2.1. METALES EN LA CONSTRUCCIÓN.

El hierro y sus aleaciones fue el primer metal que se usó industrialmente en la práctica para las estructuras sustentantes. Su llegada al campo estructural es bastante reciente porque el fatigoso trabajo necesario para producir el hierro soldable por fusión limitó su uso durante siglos a los productos de mayor precio y necesidad: las armas y los aperos agrícolas. Poco a poco se fue introduciendo como material de construcción, primero con elementos de fundición y finalmente con los redondos y elementos tubulares que facilitan la esbeltez de las modernas estructuras metálicas. Las primeras estructuras metálicas fueron puentes (en torno a 1800), posteriormente se empezaron a construir edificios, en 1887 se construyó un edificio de 12 plantas en Chicago y en 1931 se inauguró en Nueva York el Empire State Building de 85 plantas y 379 m de altura. El uso del acero se multiplicó gracias al avance de la

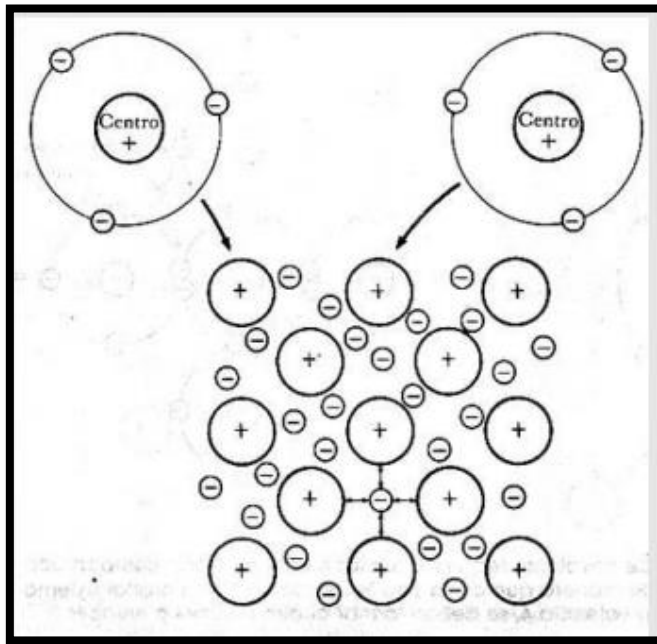
metalurgia y a la soldadura eléctrica. La característica fundamental de las modernas estructuras de acero es la simplificación estructural y la esbeltez. Desde sus primeras aplicaciones en puentes y después en rascacielos, el acero ha ido ganando uso sobre todo en edificios de viviendas y oficinas, aunque el desarrollo de la técnica del hormigón armado lo ha limitado. El campo de aplicación de las estructuras metálicas es: naves industriales, puentes (de ferrocarril, de grandes luces – mixtos – y para pasarelas peatonales), mástiles y antenas de comunicaciones, cubiertas, depósitos, silos, compuertas de presas, postes de conducción de energía eléctrica.

2.2.2. NATURALEZA DE LOS METALES

Todos los metales son cuerpos sólidos a las temperaturas ambientales normales, con excepción del mercurio, que es líquido. Su estructura es cristalina, constituida por átomos iguales entre sí, que se agrupan formando paquetes o retículas con máxima compacidad (cristales), ocupando así el mínimo volumen: las diversas formas de organizarse las redes o retículas cristalinas, constituyen los distintos sistemas cristalográficos, principalmente los compactos: cúbico y hexagonal.

Los átomos que componen la red cristalina metálica se encuentran ionizados positivamente (cationes). Cada uno de los átomos ha tenido que ceder el conjunto del retículo cristalino alguno o todos sus electrones de valencia, los cuales pueden moverse con cierta libertad por entre los huecos que dejan los cationes esféricos empaquetados.

Figura N° 2.1: Unión metálica



La unión metálica se constituye cuando los átomos ceden sus electrones de valencia, los cuales forman un mar de electrones. Las partes centrales atómicas, cargadas positivamente, se unen mediante atracción mutua con los electrones, cargados negativamente.

Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Las fuerzas atractivas y repulsivas entre cationes y electrones libres constituyen el enlace metálico, de resonancia, por el que todos los átomos de la red quedan rígidamente unidos por las interacciones entre los iones.

2.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS METALES

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS. Dependerán de las cargas aplicadas y de los tratamientos dados a los elementos metálicos resistentes. La resistencia a tracción es muy elevada, y corresponde a la máxima tensión necesaria para vencer la cohesión cristalina conferida por el fuerte enlace metálico. En ciertos tipos de aceros alcanza valores de hasta 1.600 N/mm²,

muy superiores a los exigidos para la mayoría de los metales con uso en la edificación. La resistencia a compresión es alta y prácticamente igual a la de tracción, si bien se halla muy penalizada por el pandeo de las piezas. A cortadura alcanza valores interesantes, aunque inferiores a los de tracción y compresión. La deformación elástica de los metales bajo cargas exteriores, y dentro del periodo hookeano es, en general, pequeña, pero muy superior a la de otros materiales de construcción. Por lo común, todos los metales presentan un importante intervalo entre el límite elástico y la rotura. Ello se debe a que, con determinados esfuerzos, el enlace metálico se debilita, permitiendo movimientos e incluso roturas parciales de los paquetes cristalinos, con desplazamiento de los iones y reacomodación de los enlaces, sin llegar a la fractura. De esta circunstancia se derivan dos cualidades típicas de los metales: la ductilidad, o capacidad de ser transformados en alambres mediante estirado (tracción), y la maleabilidad, o capacidad de ser transformado en finas láminas, mediante compresión. La acritud es la capacidad que poseen los metales de aumentar su resistencia por efecto de la deformación. También se la conoce como endurecimiento por trabajo o deformación.

DEFORMACIÓN. La fragilidad es variable dependiendo de los tratamientos a que haya sido sometido el producto. La tenacidad es el trabajo mecánico que desarrolla un metal para deformarse y alcanzar la rotura; suele ser elevado. La dureza es variable: los hay blandos como el sodio y el plomo y muy duros como el cromo y el manganeso.

SOLDABILIDAD. Propiedad que presentan algunos metales por la que dos piezas, puestas en contacto, pueden unirse íntimamente para constituir un conjunto rígido. Para ello se aprovechan las fuerzas interatómicas, que establecen la cohesión entre los átomos de las piezas que se hallan en contacto; éste debe ser estrecho y, normalmente, la temperatura debe ser elevada. Dicho calor actúa reblandeciendo el metal, lo que favorece la adherencia. Puede obtenerse por forja, mediante compresiones dinámicas, previo calentamiento de las piezas. Por arco eléctrico, provocando el paso de una corriente que, al elevar su temperatura, reblandece las piezas. Por fusión, consiguiendo el calor y consiguiente reblandecimiento mediante la combustión del hidrógeno o del acetileno. Además, la soldadura puede ser autógena, utilizando simplemente las piezas a soldar, o con metal de aporte, que, reblandecido, servirá de elemento ligante.

PROPIEDADES ELÉCTRICAS. Se manifiestan fácilmente al aparecer cualquier perturbación electromagnética que afecte al equilibrio del sistema cristalino (que es similar a un campo eléctrico). La conductividad eléctrica es elevada en los metales, si bien son limitados los que pueden emplearse como estrictamente conductores. La conductividad aumenta al disminuir la temperatura (llegando en el "cero absoluto" (-273 °C) a convertirse en superconductores).

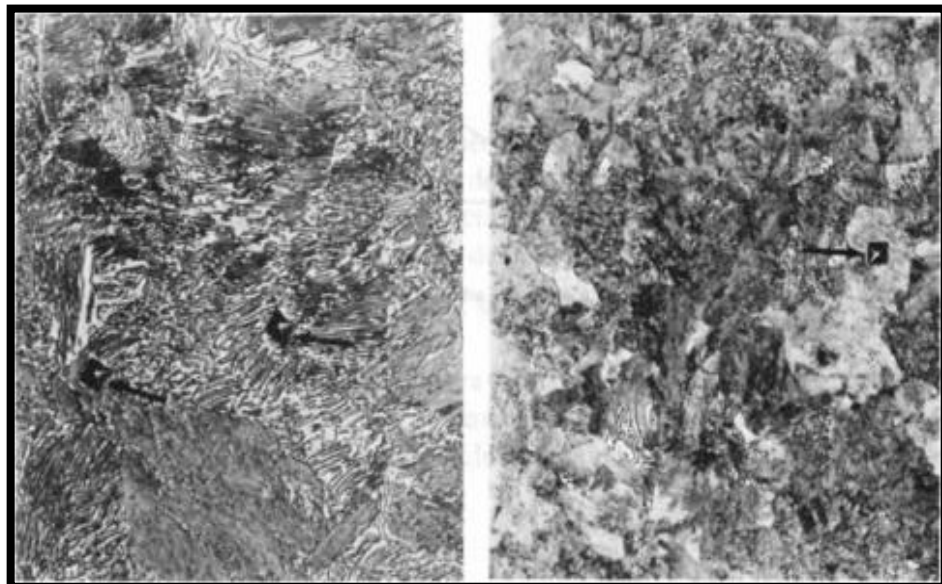
PROPIEDADES TÉRMICAS. Los metales son los materiales que mejor transportan la energía térmica mediante conducción, gracias a su típica estructura atómica. El calor produce un estado de vibración de los átomos,

especialmente de las nubes electrónicas compartidas, es decir, un estado de excitación energético que se transmite rápidamente. En este caso, el calor se transmite en forma de energía cinética de transporte de electrones. Los coeficientes de dilatación térmica son elevados, lo que obliga a prever siempre juntas elásticas, en piezas o estructuras de grandes dimensiones.

2.2.4. ALEACIONES

En la actualidad no se utilizan metales puros en aplicaciones industriales, sino que, por lo general, van asociados con otros, en diferentes proporciones, con objeto de mejorar alguna de sus propiedades o permitir ciertos usos específicos.

Figura N° 2.2: Distribución cristalográfica del hierro



(a)

(b)

(a) Distribución gruesa de hierro – carburo de hierro (perlita gruesa). VHN 196 a 266. 500X, atacado con nital al 2%.

(b) Distribución fina de hierro – carburo de hierro (perlita fina) VHN 270 a 320 500X, atacado con nital al 2%. La distribución más fina de carburo da una mayor dureza.

Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Una aleación es una mezcla de dos o más metales, o una mezcla de un metal con un no metal, en que la sustancia resultante presenta propiedades metálicas. La mayoría de aleaciones se forman en la fase líquida, y conviene considerar las estructuras de la aleación con base en la solidificación de aleaciones líquidas.

Las propiedades de las aleaciones suelen ser diferentes de las de los metales simples:

- Menor ductilidad y maleabilidad.
- Mayor dureza y tenacidad.
- Punto de fusión ubicado entre los de sus componentes.
- Mejora de la conductividad térmica y eléctrica. Por otro lado, estas cualidades varían asimismo según los tratamientos térmicos que se apliquen.

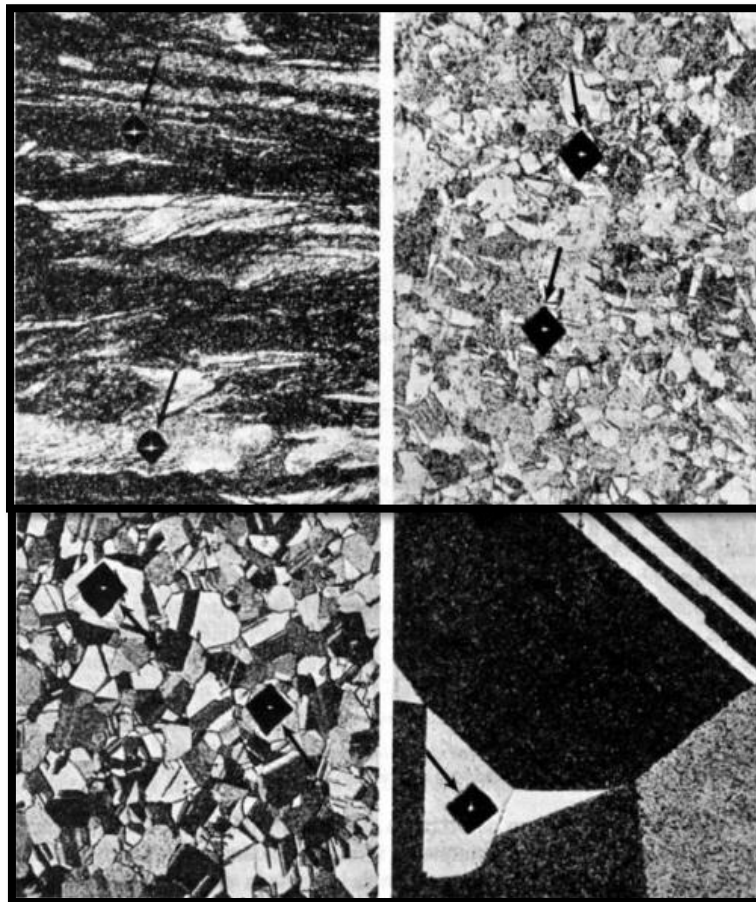
Los metales pueden asociarse por fusión de dos maneras:

- a) Sin ejercer influencia entre sí, para formar cristales de grano fino en un sistema polifásico de los metales puros. Es el caso de las aleaciones del sistema Cu + Pb.
- b) Cuando los metales se combinan y forman compuestos definidos de naturaleza homogénea, como por ejemplo AlCu, SnCu₃, CFe₃, etc. La aleaciones más frecuentes, en edificación, son: las de hierro (ferrocarbonos); las ligeras, basadas en el aluminio; los bronce (Cu + Sn); latones (Cu + Zn); metal de soldar (Pb + Sn); aceros especiales; etc.

2.2.5.METALOGRAFÍA

Es la ciencia que estudia la constitución y estructura de los metales y aleaciones, así como la influencia que éstas pueden tener sobre las propiedades de los mismos.

Figura N° 2.3: determinación de la microdureza de los metales



En la esquina superior izquierda: Lámina de latón con 30% de zinc trabajada en frío de una sola fase reducción del 50 por ciento, microdureza con carga de 25 g 140 a 170 VHN. En la esquina superior derecha: recristalizado parcialmente después de 1 hora a 600 °F (316°C), microdureza (ver flechas) 93 a 109 VHN. En la esquina inferior izquierda: recristalizado a 880 °F (471 °C) por 1 hora, granos pequeños, microdureza de 90 a 100 VHN. En la esquina inferior derecha: Recristalizado a 1400 °F (760 °C) por 1 hora, granos grandes, microdureza de 65 a 87 VHN, 500X (500 aumentos en todos los casos) atacados con peróxido.

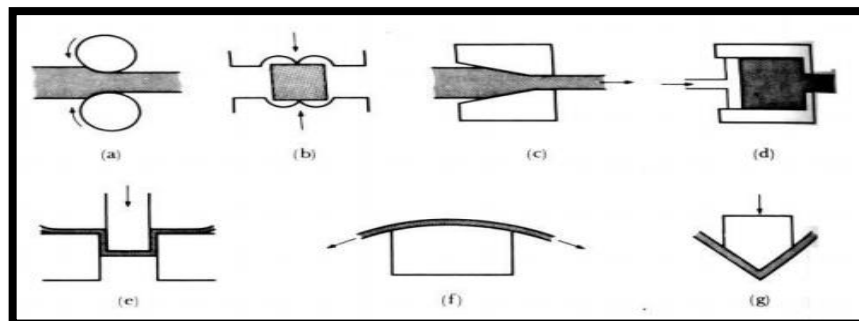
Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Nos da idea de la constitución del material o de los procesos a seguir para que posean unas determinadas propiedades. El análisis metalográfico emplea diversos procedimientos, ópticos y gráficos, para averiguar y estudiar las estructuras macro y microscópica de los metales. Los medios más conocidos son: microscopios metalográficos ópticos, microscopios electrónicos, rayos X, termografía, gammagrafía, etc. El análisis microscópico predice los efectos que producen los componentes microscópicos en las propiedades. El análisis macroscópico permite comprobar el tamaño y orientación de los cristales, con influencia en las propiedades mecánicas, así como las irregularidades en la composición: impurezas, escorias, sopladuras y otros defectos.

2.2.6. PROCESOS METALÚRGICOS:

Es el trabajo que se efectúa sobre el lingote de metal, en frío o en caliente, con objeto de darle la forma del producto acabado.

Figura N° 2.4: Diversos moldeos o formas



Esquemas de las técnicas de conformado por deformación: (a) laminado rodado (b) forjado (c) trefilado (d) extrusión, (e) embutido (f) estirado (g) doblado.

Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

COLADA. Moldeo por fusión, en una o dos etapas, sobre moldes de arena o metálicos, introduciendo el metal líquido por gravedad. También se realiza el moldeo por inyección en matrices bajo presión.

Transformación en caliente. Mediante deformación plástica que tiene lugar a temperaturas superiores a la de recristalización del metal. La ventaja de este sistema es que mejora la estructura de grano del lingote; además, las presiones ejercidas limpian cavidades y cierran y reducen las porosidades, mejorándose la calidad sobre la del producto colado. La mayor desventaja es la del acabado deficiente por oxidación a alta temperatura.

- En el laminado se hace pasar la pieza entre dos rodillos refrigerados que giran en sentidos opuestos y ejercen una compresión sobre el lingote. Si los rodillos son cilindros se obtiene una chapa; si poseen ranuras mecanizadas en su superficie, se utilizan para la obtención de redondos, cuadrados, raíles y perfiles estructurales. El laminado permite obtener productos acabados, listos para el corte, o bien realizan un desbaste para sufrir una posterior transformación en caliente.
- La forja significa conformación del metal mediante golpes de martillo o por aplicación lenta de una presión (prensa).
- Mediante la extrusión, el lingote caliente es forzado a fluir continuamente, mediante presión, a través de un orificio determinado o hilera, obteniéndose piezas macizas o huecas.

Transformación en frío. Es una deformación plástica que tiene lugar a temperaturas inferiores a las de recristalización de los metales. Durante el

proceso de conformación en frío, la estructura del metal se rompe y distorsiona, quedando endurecido por deformación, por lo que aumenta su resistencia mecánica y el material se torna más duro aunque más frágil. Para compensar este efecto suele someterse posteriormente a un ablandamiento mediante recocido.

Antes del conformado en frío el material que ha experimentado antes una transformación en caliente debe ser decapado para eliminar el óxido formado por el trabajo a elevada temperatura. Por el contrario, el trabajo en frío permite obtener un buen control dimensional y acabado superficial.

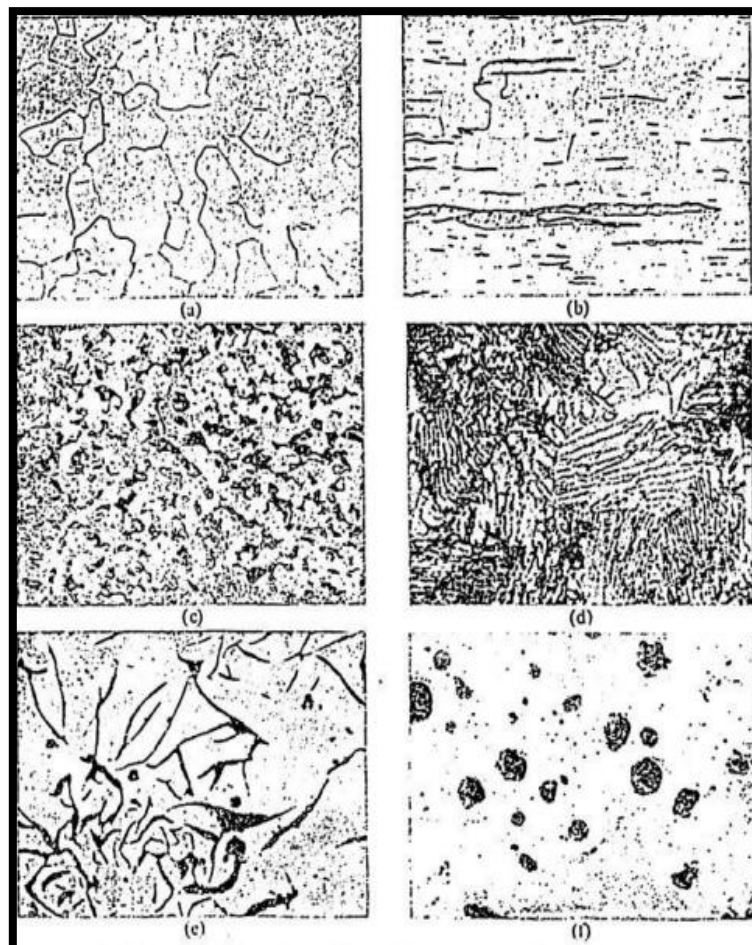
- El laminado en frío en trenes de laminación, se emplea para la obtención de chapas y flejes, enrollado en bobinas o expedido en chapas a medida o perfiles con destino a posteriores procesos de conformación.
- El estirado o trefilado se aplica en la producción de alambre, varilla y tubo; el material recocido se estira a través de una hilera de reducción de diámetro.
- La embutición y el prensado son procesos usados para la obtención de formas complejas y profundas partiendo de una hoja de metal plana. En la embutición, ésta es estirada a través de la abertura entre un punzón y una matriz, por lo que se reduce generalmente el espesor de la chapa. En el proceso de prensado para formas complejas la forma y magnitud de la deformación pueden variar considerablemente de una a otra parte de la pieza: puede tratarse de un simple doblado en unas zonas y doblado con embutición en otras.

2.2.7. TECNOLOGÍA SIDERÚRGICA

Se denomina siderurgia a la metalurgia del hierro para obtener los productos siderúrgicos. Las materias primas principales son los óxidos (Fe_2O_3 y Fe_3O_4) e hidróxidos; los carbonatos (FeCO_3); sulfuros, silicatos, etc. La normativa UNE define el producto siderúrgico como toda aquella sustancia de origen férrico, que ha sufrido un proceso mecánico, térmico, termomecánico o termoquímico hasta su obtención. Los materiales siderúrgicos son principalmente aleaciones hierro y carbono que se producen ya directamente en el alto horno según la reacción:



Figura N° 2.5: Análisis de hierro colado



Lingotes de hierro (atacado) x 600 mostrando cristales de ferrita; (b) Hierro raguado (atacado) x 150 mostrando cristales de ferrita y partículas de escoria alargadas; (c) acero del 0,2% en carbono (atacado) x 300 mostrando estructuras ferrita y perlita. La perlita aparece oscura. (d) Perlita con gran ampliación (x 3000) mostrando estructura laminar. € Fundición gris (sin atacar) x 200 mostrando copos de grafito irregulares; (f) Grafito esferoidal en fundición (atacado) x 100 mostrando esferas de grafito y cristales de ferrita.

Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

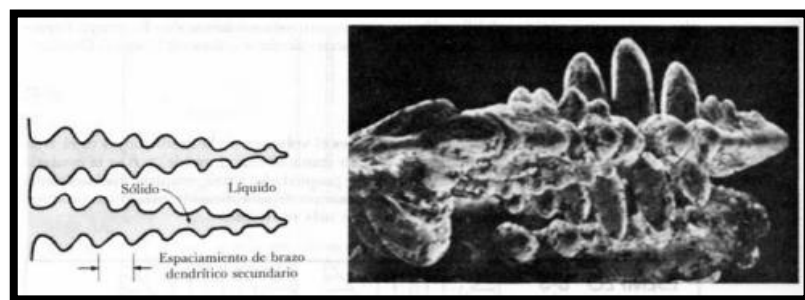
HIERRO. Con las denominaciones de químico, puro o pudelado, cuando el contenido de carbono es inferior al 0,1%; sin aplicación específica en edificación.

FUNDICIÓN. Ferroc carbono cuya proporción de C supera el 2%, por encima del límite de saturación, por lo que precipita como grafito sólido. Se obtiene por fusión en un horno de cuba, en el que, aparte de licuarse para su colada en moldes, se afina eliminando P, S y Si, por oxidación mediante corrientes de aire. La fundición no permite ser transformada mediante deformación plástica en frío o en caliente, a diferencia del acero, ya que la alta proporción de carbono la hace frágil frente a dichos esfuerzos. La fundición es un material duro pero quebradizo, inforjable e insoldable. Resiste más a compresión, inversamente a su dureza, no cumpliendo la ley de Hooke. Es buena amortiguadora de vibraciones, gracias a las laminillas de grafito que se encuentran en su microestructura, y resiste bien la abrasión. Es el metal férrico que mejor resiste la corrosión debida a la humedad.

Sin uso estructural, salvo algunos soportes decorativos antiguos, frente a la competencia del acero, tiene sus aplicaciones principales en las instalaciones hidráulicas del edificio. También se emplea en la fabricación de luminarias, farolas y mobiliario urbano.

ACERO. Es el producto siderúrgico obtenido por aleación de hierro y carbono, en que este se halla en disolución sólida en el hierro, con un contenido teórico inferior al 1,7%. Su densidad es de $7,7 \text{ kg/dm}^3$; punto de fusión: 1.500°C ; su rotura por tracción se produce entre 4500 y 16000 kg/cm^2 ; es incapaz de retener el magnetismo, al contrario que el hierro puro.

Figura N° 4.6: Metalografía de crecimiento cristalino



(a)

(b)

(a) Espaciamento de brazo dendrítico EBOS.

(b) Micrografía electrónica de barrido de dendritas en acero x 15

Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Los aceros suaves, elásticos, forjables y soldables, cuyo contenido en carbono es inferior a 0,3% son los mejores. Los de alto contenido en C, mayor del 1%, tienen un comportamiento similar al de la fundición, por lo que son menos adecuados para la construcción. Los aceros más usuales son:

1- Aceros para edificación:

- Finos al carbono ($C < 1\%$): pueden ser, según aumenta la proporción de

C: extrasuaves, suaves, semisuaves, duros, etc.

- Finos aleados: al Ni; al Cr-Ni; al Cr-Mb; al CrNi-Mb; al Cr-Va; al Mn-

Si; etc.

2- Aceros para usos especiales:

- De fácil mecanización: al S o Pb.

- De fácil soldadura: los del apt. 1
- Magnéticos: extraduros con Co o Wo
- Inoxidables: con Cr sólo o asociado a Ni, Mb, o ambos.
- Refractarios: al Cr-Si (silicrom).
- Resistentes a fluencia: al Cr-Mb.

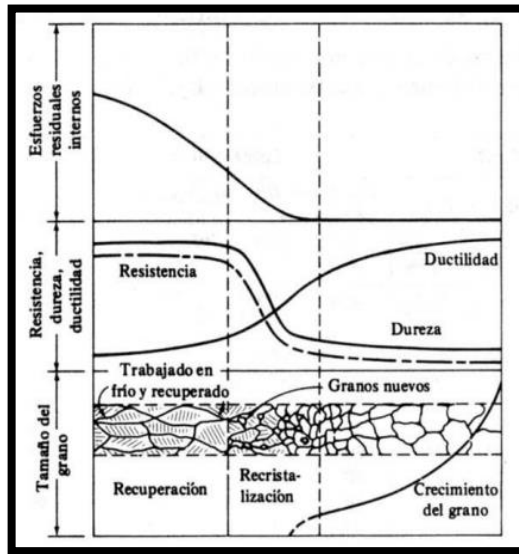
2.2.8. TRATAMIENTOS DEL ACERO

Son procesos de uno o más ciclos de calentamiento y enfriamiento del acero y otros metales, a temperatura y velocidad convenientes, solas o en combinación con otras sustancias químicas, con objeto de mejorar o modificar alguna de sus propiedades.

El calentamiento, total o selectivo, se efectúa hasta rebasar, o no, en los materiales férricos, la temperatura o punto crítico para la que el material se transforma en austenita (variedad cristalográfica); y luego se enfría para que ésta se vaya transformando, y el carbono contenido se disuelva o segregue, según la velocidad del proceso. Puede asociarse a tratamientos químicos, como cementación, nitruración o cianuración.

RECOCIDO. Para ablandar el acero y eliminar las tensiones internas introducidas por cualquier causa, principalmente en los procesos de laminado o estirado.

Figura N° 2.7: Diagrama de recocido del metal

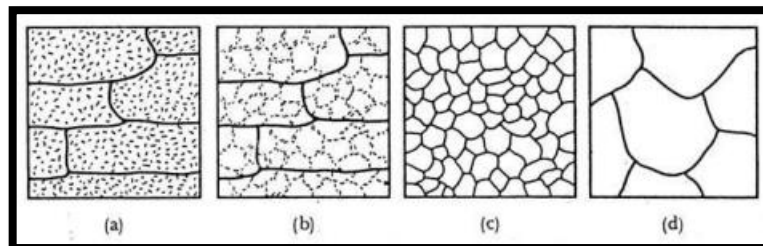


Resumen de los efectos de recocido (representación esquemática)

Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Como se persigue un tamaño fino de grano, es preciso que la recristalización tenga lugar sin incrementar excesivamente el tamaño de grano. Los hornos de recocido suelen funcionar a temperatura máxima algo superior a la de recristalización. Posteriormente experimentan un enfriamiento lento.

Figura N° 2.7: Cristalización del metal por temperatura



El efecto de la temperatura de recocido en la microestructura de los metales trabajados en frío (a) metal trabajado en frío; (b) después de la recuperación; (c) después de la recristalización y (d) después del crecimiento de grano.

Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

NORMALIZADO. Se utiliza para aquellos aceros, bajos en carbono, que hayan experimentado procesos de conformación mecánicos que provocan

incremento de la dureza y fragilidad. El tratamiento les confiere una estructura normal, volviéndolos blandos y dúctiles. Para ello se calienta a temperaturas superiores a la de transformación (800°C), manteniéndolos durante un cierto tiempo, y luego se enfrían al aire.

TEMPLE. Es similar al normalizado, pero el enfriamiento debe ser muy rápido (hasta $500^{\circ}\text{C}/\text{min}$). Con ello se consigue un aumento de la dureza, el límite elástico y la resistencia a tracción; disminuyen la tenacidad y el alargamiento de rotura.

REVENIDO Y MADURACIÓN. El primero es un tratamiento posterior al templado, con objeto de mejorar sus características. Se consigue calentando a temperatura inferior a la crítica, con enfriamiento al aire o en aceite. La maduración consiste en ciclos alternativos de calentamiento a baja temperaturas ($200\text{-}250^{\circ}\text{C}$), seguidos de enfriamiento al aire, con objeto de mejorar la resistencia a la tracción, trabajabilidad, y para perder resiliencia. Suele emplearse en los aceros estirados en frío.

2.2.9. ESTRUCTURAS DE ACERO

En las estructuras de acero resulta trascendente su relativa ligereza. A pesar de tener más allá de tres veces el peso específico del hormigón armado (7.850 frente a $2.500 \text{ Kg}/\text{m}^3$), su elevada resistencia permite utilizar secciones mucho más reducidas que en aquel. La rapidez de ejecución y flexibilidad (por la naturaleza del material), son otros aspectos a tener en cuenta, si bien en su conjunto presenta problemas de rigidización frente a cargas horizontales.

Así, las estructuras han de arriostrarse para absorber este tipo de esfuerzos, mediante triangulaciones, muros, núcleos resistentes o pórticos con nudos rígidos. Del acero aprovechamos su gran tenacidad, resistencia y elevado límite elástico, que en este caso no se ve limitado por el hormigón.

Pueden reducirse los costos de elementos auxiliares, encofrados, sopandas y apuntalamientos, y la mano de obra necesaria es mucho más reducida, si bien más especializada. Los inconvenientes principales son las tensiones parásitas (generadas en el proceso de elaboración), los problemas en las uniones, especialmente las soldaduras, y su elevada dilatabilidad, que exige prever juntas regulares en las estructuras. Frente al fuego presenta gran deformabilidad, lo que obliga a revestirlo o protegerlo.

Sin embargo, en relación con el hormigón, no presenta problemas de retracción, porosidad, etc. por poseer una elevada densidad, no es atacable por agentes químicos, a excepción del agua, que puede corroerlo en un proceso continuo.

ACERO LAMINADO PARA ESTRUCTURAS

Está regulado por CTE, “DB SE-A (Documento Básico: Seguridad Estructural: Acero), donde definen las características del material, la metodología para determinar estas características, la normalización de los productos laminados y ofrece finalmente un repertorio de elementos utilizados y sus características.

CARACTERÍSTICAS DEL ACERO LAMINADO

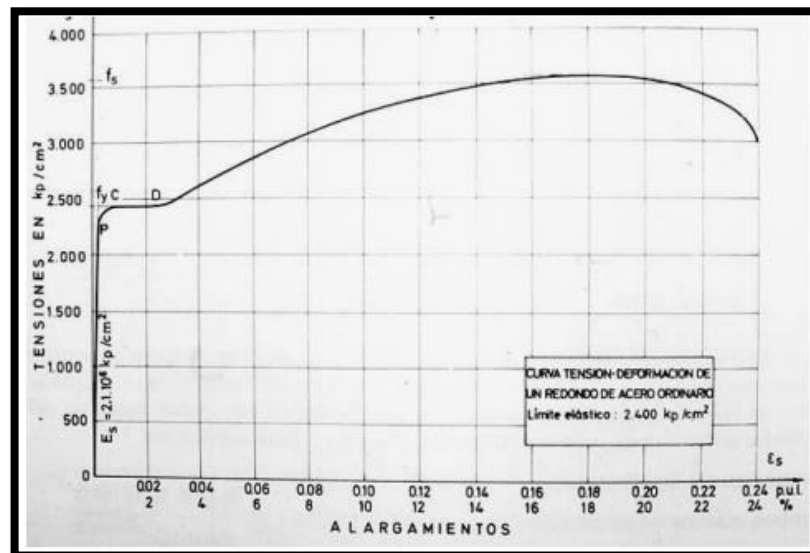
Los aceros considerados en este DB son los establecidos en la norma UNE

EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general). Se contemplan igualmente los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1:1994 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino y en la UNE-EN 10219- 1:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformados en frío. - Características mecánicas:

Las comunes a todos los aceros normalizados son:

- Módulo de Elasticidad: $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de Rigidez: $G = 81.000 \text{ N/mm}^2$
- Coeficiente de Poisson: $\nu = 0,3$
- Coeficiente de dilatación térmica: $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$
- Densidad: $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$.

Figura N° 2.8: Modulo de elasticidad



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Se definen por los correspondientes ensayos regulados en las normas UNE

correspondientes, obteniéndose valores ligeramente diferentes para cada una de las clases de acero que más adelante se dirán (ver gráfica de tensión-deformación del acero: recta de HOOKE, escalón de cedencia, punto de estricción y rotura).

TIPOS DE ACERO

El CT considera cuatro tipos de acero, designados como S 235, S 275, S 355, S 450.

Las cifras corresponden a las tensiones mínimas de límite elástico (f_y en N/mm^2) para espesores nominales de los perfiles ≤ 16 mm.

Los valores correspondientes de tensión de rotura (f_u) mínimos para espesores entre 3 y 100 mm serán respectivamente: 360, 410, 470 y 550.

Cada uno de los tipos puede tener a su vez tres o cuatro variantes, según su resistencia a la rotura frágil, medida con el ensayo de Charp.

Tabla N° 2.1: Características mecánicas mínimas de los aceros UNE en 10025

Designación	Espesor Nominal t (mm)				Temperatura de Ensayo Charp °C
	Tensión de límite elástico F_f (N/mm^2)			Tensión de rotura F_f (N/mm^2)	
	$Tt \leq 16$	$16 \leq t \leq 40$	$40 \leq t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S235JR S235JO S235J2	235	225	215	360	20 0 -20
S275JR S275JO S275J2	275	265	255	410	20 0 -20
S355JR S355JO S355J2	355	345	335	470	20 0 -20*
S450JO	450	430	410	550	0

*se le exige una energía mínima de 40J.

Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Todos los procedimientos de comprobación especificados en DB se basan en el comportamiento dúctil del material, esto es, las comprobaciones de cálculo se refieren al límite elástico o a la tensión de rotura en condiciones de laboratorio. Es necesario comprobar que la resistencia a rotura frágil es siempre superior a la resistencia a rotura dúctil. Esto es cierto en el caso de estructuras no sometidas a cargas de impacto, como son en general las de edificación y cuando los espesores empleados no sobrepasen los indicados en la tabla correspondiente del DB. Todos los aceros relacionados en este DB son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc).

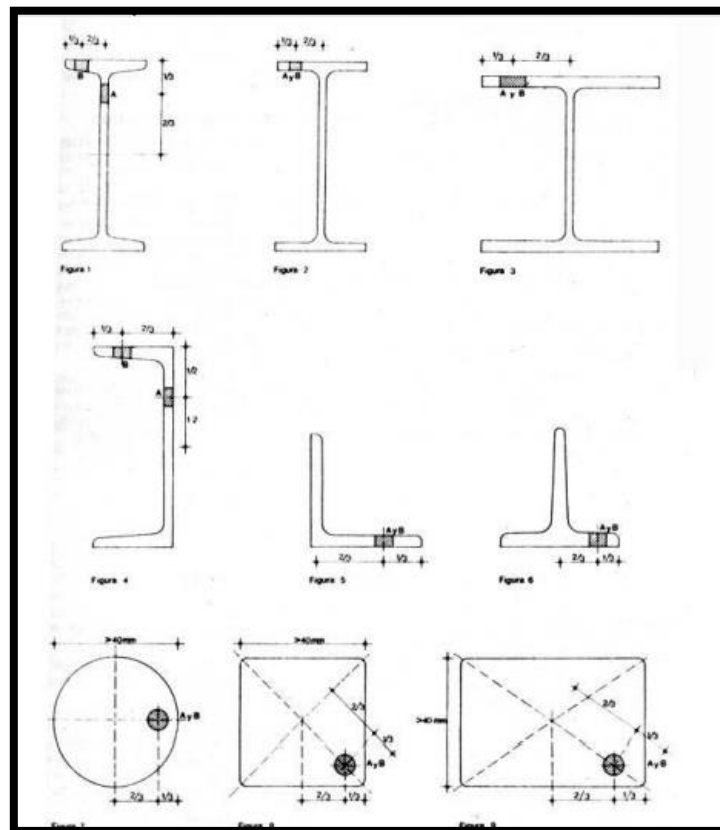
TIPOS DE PERFILES

Los productos de acero laminado en caliente se agrupan en series según las características geométricas de su sección. Los tipos de perfiles simples son:

- IPN: 14% de inclinación de las caras interiores de las alas.
- IPE: anchura de alas menor del 66% de la altura de alma.
- HEB, HEA, HEM: perfiles de ala ancha, de envolvente sensiblemente cuadrada.
- UPN: 14% de inclinación de las caras interiores de las alas.
- L: de lados iguales, caras paralelas.
- LD: alas desigual longitud, caras paralelas.
- T: inclinación de 2% de alas y alma.
- Redondos: diámetro entre 6 y 50 mm.

- Cuadrado: lado entre 6 y 50 mm.
- Rectangular: anchura no mayor de 500 mm.
- Chapa: de anchura superior a 500 mm y espesores diversos, que suele utilizarse exclusivamente como material de confección, por corte, de elementos complementarios planos.

Figura N° 2.9: Diversos perfiles



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Para cada uno de ellos, los fabricantes ofrecen unas tablas con sus características más importantes referidos a la sección transversal, como son:

- h (canto),
- b (base o ancho),
- e (espesor/es),

A (área),
 I (momento de inercia),
 W (módulo resistente),
 i (radio de giro),
 Así como el peso por metro lineal.

Figura N° 2.10: Dimensiones de los perfiles

Tabla B.4		Perfiles UPN																				
		<p>A - Área de la sección S_x - Momento estático de media sección respecto a X I_x - Momento de inercia de la sección respecto a X W_x - Z / A Módulo resistente de la sección respecto a X $i_x = \sqrt{I_x / A}$ Radio de giro de la sección respecto a X I_y - Momento de inercia de la sección respecto a Y $W_y = I_y / (b - c)$ Mínimo módulo resistente de la sección respecto a Y $i_y = \sqrt{I_y / A}$ Radio de giro de la sección respecto a Y</p>															<p>I_z - Módulo de torsión de la sección c - Posición del eje Y m - Distancia al centro de esfuerzos cortantes a - Diámetro del agujero del roblón normal w - Granul distancia entre ejes de agujeros h_2 - Altura de la parte plana del alma p - Peso por m u - Perímetro</p>					
		Dimensiones							Términos de sección										Agujeros		Peso	Suministro
Perfil	h mm	b mm	e mm	t_1 mm	r_1 mm	h_2 mm	u mm	A cm ²	S_x cm ³	I_x cm ⁴	W_x cm ³	i_x cm	I_y cm ⁴	W_y cm ³	i_y cm	c cm	m cm	w mm	a mm	p kp/m		
UPN 80	80	45	6	8	4	46	312	11.0	15.9	106	26.5	3.10	19.4	6.36	1.33	2.24	1.45	2.67	25	13	8.54	C
UPN 100	100	50	6	8.5	4.5	64	372	13.5	24.5	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47	2.96	1.55	2.90	30	13	10.6	P
UPN 120	120	55	7	9	4.5	82	434	17.0	36.3	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59	4.30	1.60	3.03	30	17	13.4	P
UPN 140	140	60	7	10	5	98	489	20.4	51.4	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75	6.02	1.75	3.37	35	17	16.0	P
UPN 160	160	65	7.5	10.5	5.5	115	546	24.0	68.8	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89	7.81	1.84	3.76	35	21	18.8	P
UPN 180	180	70	8	11	5.5	133	611	28.0	89.6	1350	150	6.95	114	22.4	2.02	9.98	1.92	3.75	40	21	22.0	P
UPN 200	200	75	8.5	11.5	6	151	681	32.2	114	1910	191	7.70	148	27.0	2.14	12.6	2.01	3.94	40	23	25.3	P
UPN 220	220	80	9	12.5	6.5	167	718	37.4	146	2690	245	8.48	197	33.6	2.30	17.0	2.14	4.20	45	23	29.4	P
UPN 240	240	85	9.5	13	6.5	184	775	42.3	179	3690	300	9.22	248	39.6	2.42	20.8	2.21	4.39	45	25	33.2	P
UPN 260	260	90	10	14	7	200	834	48.2	221	4820	371	9.99	317	47.7	2.56	23.7	2.36	4.66	50	25	37.9	P
UPN 280	280	95	10	15	7.5	216	890	53.3	266	6280	448	10.9	399	57.2	2.74	33.2	2.53	5.02	50	25	41.8	P
UPN 300	300	100	10	16	8	232	950	58.8	316	8030	535	11.7	495	67.6	2.90	40.6	2.70	5.41	55	25	46.2	P

Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

De los anteriores destacan por su importancia los dos primeros. Los IPE (I Perfil Europeo) son una mejora de los IPN (I Perfil Normal), aumentando algo la sección de las alas.

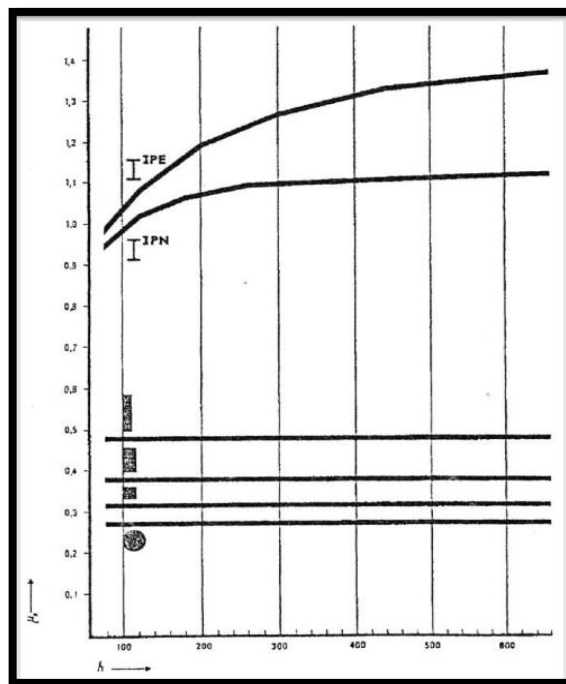
Dado que los perfiles de alas estrechas, tales como los IPN e IPE, se emplean predominantemente como vigas, el valor estático que califica su utilidad es el módulo resistente. Para tener un término de comparación se suele referir

dicha magnitud al peso unitario del perfil, o lo que es lo mismo al área del mismo, y además elevado a una potencia tal que el cociente resulte adimensional. De esta manera se define un coeficiente de forma, característico de los perfiles:

$$\mu_x = (W_x)^{2/3}/A$$

En el gráfico se representan dichos coeficientes de forma, en función de las alturas, pudiendo deducirse del mismo la ventaja de los perfiles en forma de I sobre los correspondientes de igual sección, cuadrados o rectangulares.

Figura N° 2.11: Coeficientes de forma del metal



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

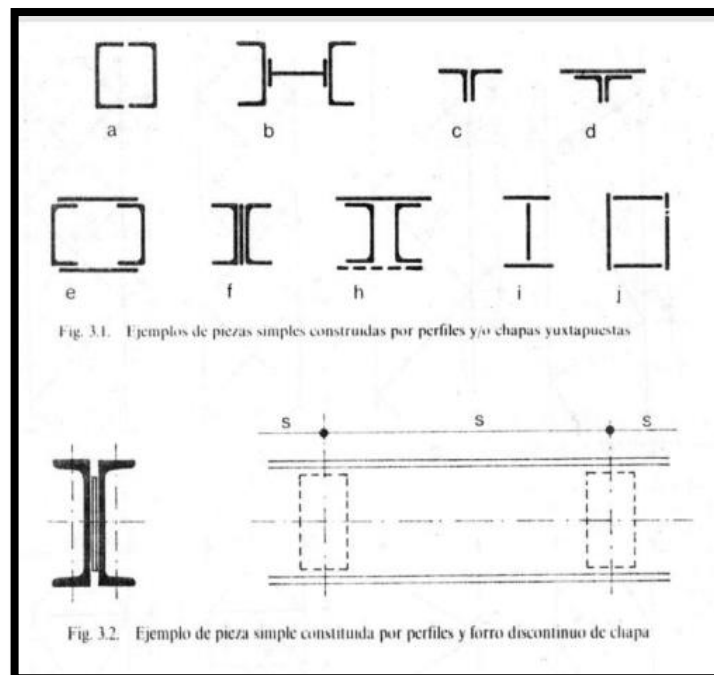
2.2.10. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS PERFILES DE ACERO LAMINADO

Los valores del límite elástico para los aceros son altos, lo que permite una

gran densidad de transmisión de tensiones a tracción y compresión, que podrían ser resistidas con secciones muy pequeñas. Esto se ve muy limitado pues al ser elementos lineales, las esbelteces se incrementarían considerablemente y la penalización por el pandeo no permite pasar de una fracción de la tensión admisible teórica. Estamos pues obligados a utilizar piezas con esbelteces inferiores a 100, ya que en caso contrario la reducción de tensión admisible hace ineficaz la sección. Esto, evidentemente, sucede para esfuerzos de compresión, pero no de tracción. En compresión los mejores perfiles o composición de perfiles son los de sección cerrada, frente a los simples o los de sección abierta.

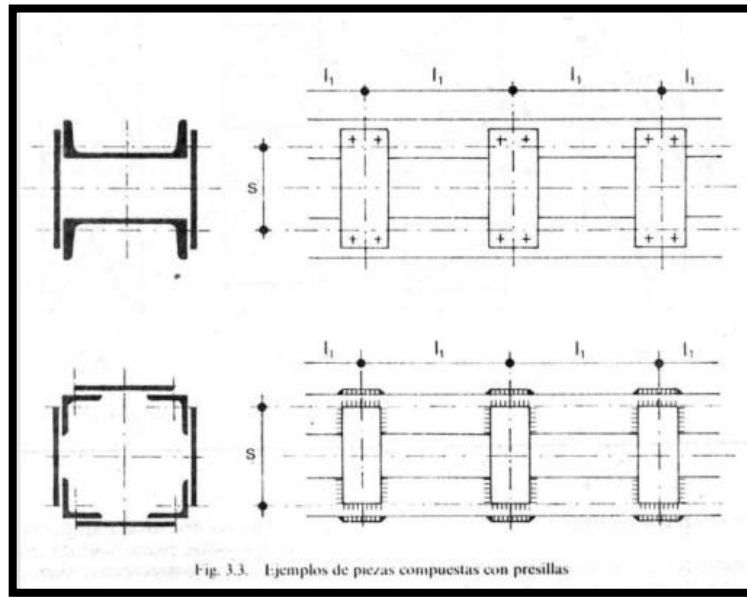
En cualquier caso habrá que tenerse en cuenta factores como la influencia de soldaduras, posibles abolladuras del alma, etc.

Figura N° 2.12: Formas de soldadura en perfiles



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Figura N° 2.13: Unión e perfiles



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Figura N° 2.14: Unión de perfiles por soldadura

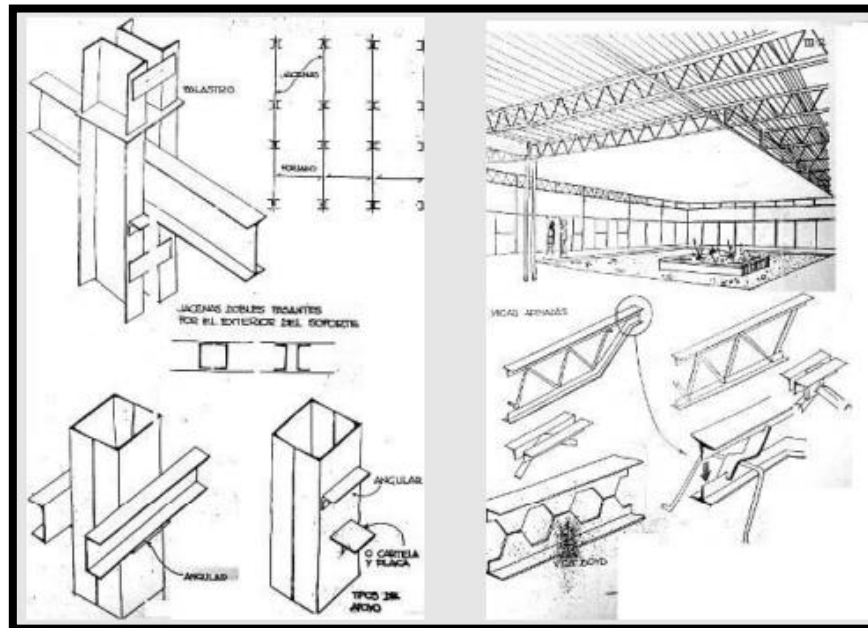


Fuente: Elaboración propia

En flexión los esfuerzos de compresión y tracción se transmiten principalmente por las alas, mientras que el alma, además de rigidizar y unir las alas, resiste fundamentalmente los esfuerzos cortantes. La resistencia a flexión de algunos perfiles es muy elevada, pero la posibilidad de su

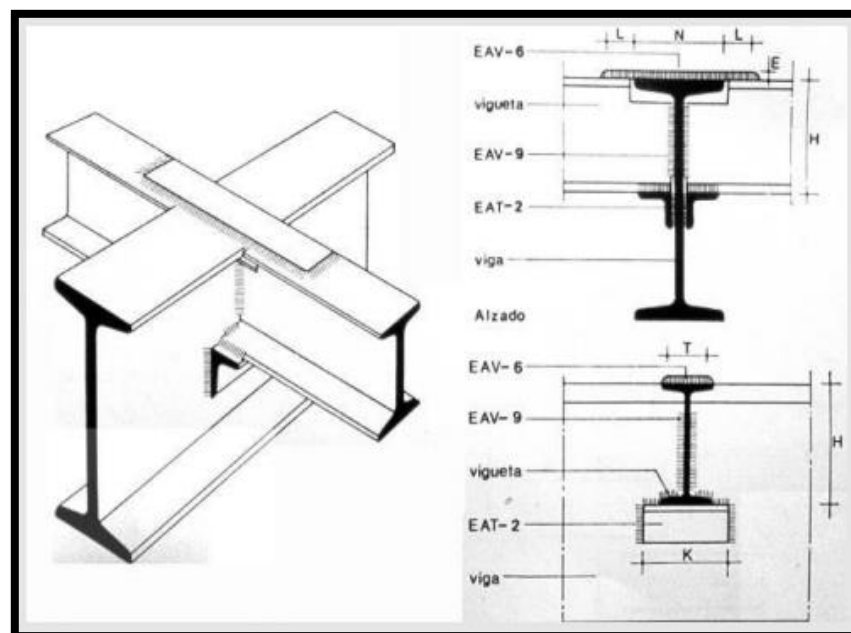
utilización se ve reducida por la penalización que impone la deformación o flecha admisible, normalmente entre el 1/250 y 1/500 de la luz, que también depende de la esbeltez.

Figura N° 2.15: diseño de uniones de perfiles



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Figura N° 2.16: Unión de perfiles para mayor resistencia



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Figura N° 2.17: Unión de perfiles en una estructura



Fuente: Elaboración propia

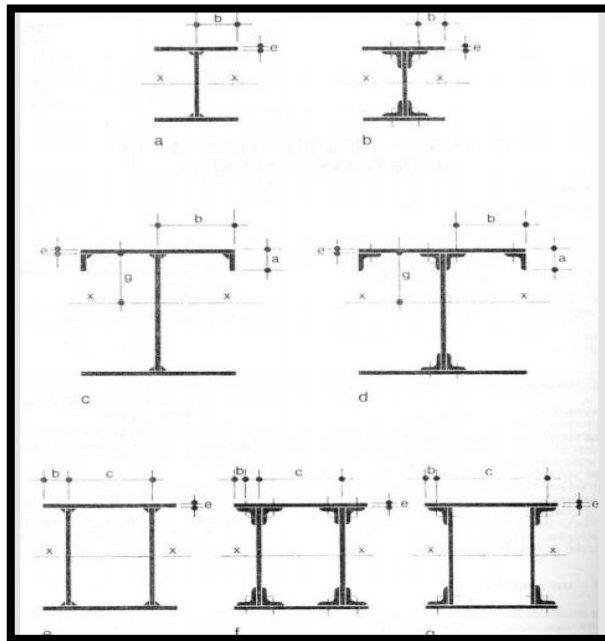
Los mejores perfiles simples son los abiertos simétricos, aunque los mejores resultados pueden llegar a obtenerse por asociación de perfiles en vigas de gran canto.

Figura N° 2.18: Unión de perfiles



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2.19: Diversidad de perfiles



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

2.2.11. PERFILES HUECOS Y CONFORMADOS

PERFILES HUECOS

De sección cerrada no maciza, de pequeño espesor en comparación con las dimensiones características de la sección, y destinados a servir de elementos resistentes. Se fabrican de dos maneras:

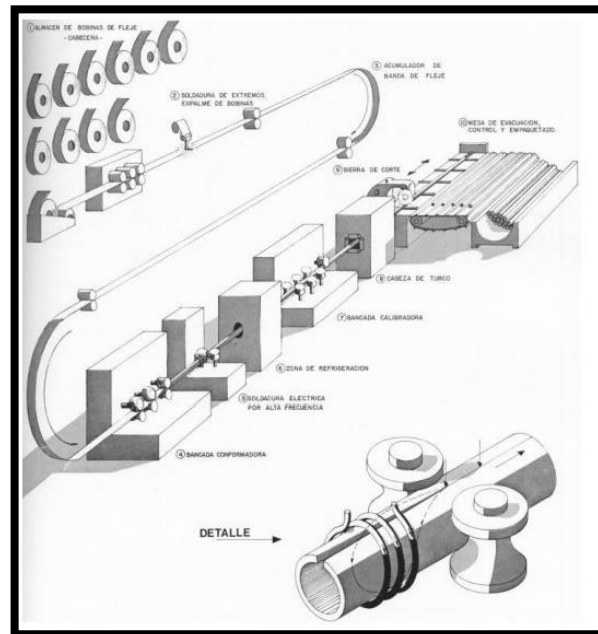
Figura N° 2.20: Unión de soldadura



Fuente: Elaboración propia

- A partir de chapa laminada, mediante conformación en frío y soldadura.
- A partir de desbaste por conformación en caliente, sin soldadura (pero este método es poco usual por costoso).

Figura N° 2.21: Tipos de perfiles



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Los tipos de perfiles son:

- 1- Perfil hueco redondo: con sección anular de diámetro exterior d y espesor e entre $0,1d$ y $0,025d$.
- 2- Perfil hueco cuadrado: sección cuadrada hueca de lado a y espesor e .
- 3- Perfil hueco rectangular: sección rectangular hueca de lados a y b y espesor e .

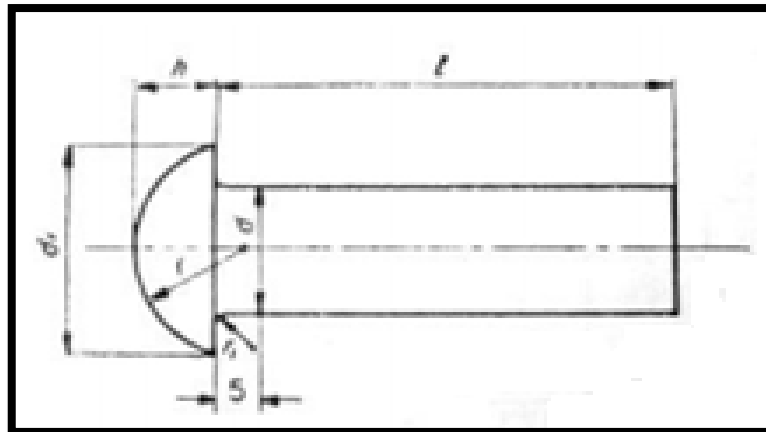
PERFILES CONFORMADOS

Abiertos, de espesor constante, pequeño en relación con la máxima

estructuras de acero laminado, así como de los medios de unión de los perfiles:

- Roblones de acero.

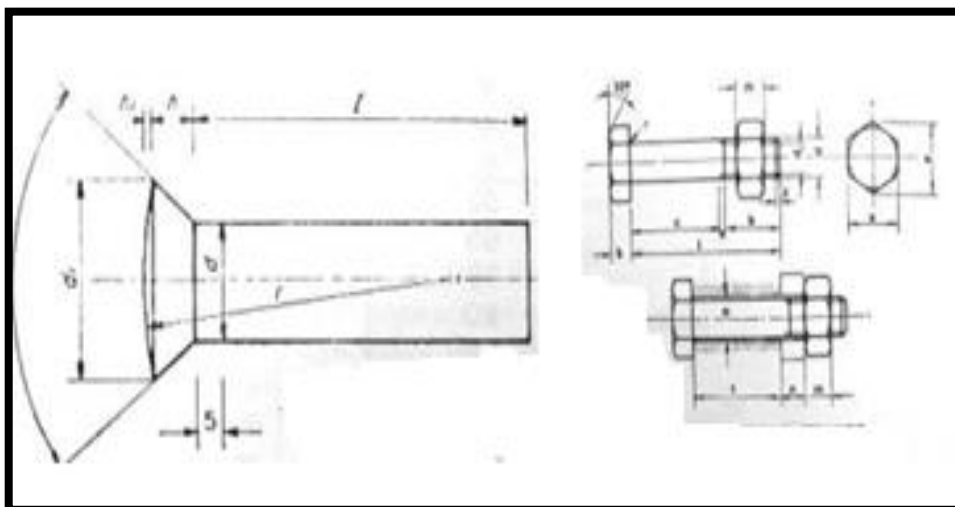
Figura N° 2.23: Unión de perfiles



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

- Tornillos ordinarios y calibrados.
- Tornillos de alta resistencia.

Figura N° 2.24: dimensionamiento de pernos para unión de perfiles



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Figura N° 2.25: Armado de perfiles para una estructura



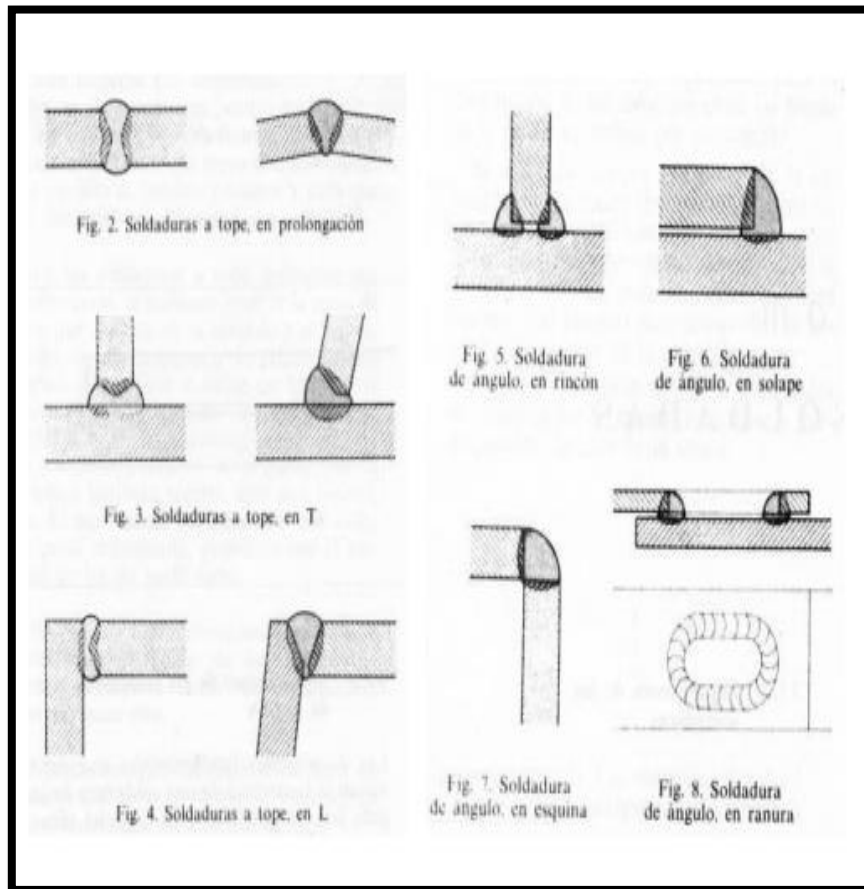
Fuente: Elaboración propia

2.2.13. SOLDADURA

Allí se describen los métodos, normas y precauciones para la realización de estructuras de acero laminado, y para la utilización de los diversos medios de unión. De entre ello conviene destacar, por ser el más utilizado en la actualidad, la soldadura, de la que se recomienda hacer lo menos posible en obra, ejecutándola preferentemente en taller o eligiendo otro medio de unión. El método de soldadura admitido por la Norma es el eléctrico, en cualquiera de sus variantes, manual, semiautomático, automático y por resistencia. Las soldaduras pueden ser:

- A tope: en prolongación, en T, o en L.
- En ángulo: en rincón, en solape, en esquina, o ranura.

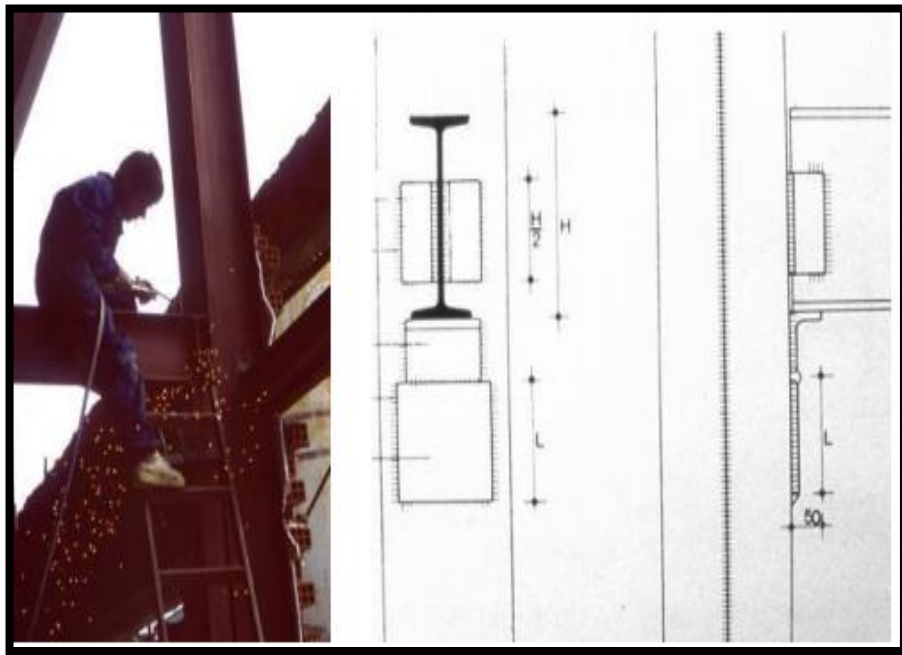
Figura N° 2.26: Soldadura en uniones



Fuente: A.P. Guliev (Metalografía)

Las dimensiones fundamentales que determinan la resistencia de una soldadura en ángulo son: garganta, que equivale a la altura del máximo triángulo isósceles inscribible en la sección transversal del cordón de soldadura; y la longitud eficaz, la longitud real del cordón de soldadura menos la de los cráteres extremos (que equivalen a dos gargantas). Las condiciones de ejecución de la soldadura son estrictas: protegerla del viento y lluvia, evitar las bajas temperaturas, eliminar previamente la suciedad, grasa, pintura, herrumbre, etc. así como secar las partes a soldar, no soldar nunca las zonas que hayan sufrido deformación en frío, etc.

Figura N° 2.27: unión de perfiles por soldadura



Fuente: elaboración propia y A.P. Guliev (Metalografía)

2.2.14. EL MANTENIMIENTO CON RELACIÓN A LAS NORMAS ISO SERIE 9000

La I.S.O. (International Standardization for Organization) es una federación mundial de organismos de normalización, conformada por más de cien países , con sede en Suiza que , en 1987 homogeneizó y reunió los requisitos dispersos en diversas normas sobre calidad en una única serie. Normalmente, los órganos normativos nacionales son los representantes oficiales del país de la I.S.O.

El certificado ISO 9000 es una garantía adicional, que una organización da a sus clientes, demostrando, por medio de un organismo certificador

acreditado, que la empresa tiene un sistema de gestión, con mecanismos y procedimientos para solucionar eventuales problemas referentes a la calidad.

Las normas ISO buscan describir los elementos básicos, por medio de los cuales los sistemas de aseguramiento de la calidad pueden ser implementados. Son normas de referencia, no teniendo carácter obligatorio o legal, a no ser cuando así lo exige una determinada relación compra y venta. Hasta 1994 las normas de la ISO serie 9000, consideraban que el mantenimiento no se constituía como actividad objeto de las empresas, dado que éstas no sean exclusivamente dirigidas para este segmento del mercado.

A partir de la revisión hecha en 1994, el mantenimiento pasó a ser reconocido por la ISO, como un requisito de control del proceso; La norma incluye un requisito de *"proporcionar al equipo el mantenimiento adecuado para garantizar la capacidad continua del proceso"*.

El término adecuado está abierto a la interpretación. El proveedor tiene todo el derecho de determinar qué es lo adecuado, pero un auditor que conozca del proceso tiene el mismo derecho a cuestionar el programa que se haya definido. La llave del éxito de este requisito radica en que los auditores reconozcan que tienen que probar que algo no es adecuado mediante la evidencia de que los productos por entregar sufren efectos adversos, antes de redactar el informe de no cumplimiento, mientras que la compañía debe asegurarse de que se cumpla cabalmente con el requisito de "la capacidad continua del proceso".

Por lo tanto, para cumplir estas disposiciones, las empresas que desearan obtener o mantener la certificación, deberán elaborar los manuales de procedimientos del sistema de mantenimiento, siguiendo las orientaciones hasta entonces enfocadas apenas para operación. De esta manera, los procedimientos deberán indicar:

- **El objetivo** - de la función mantenimiento dentro de la empresa como actividad responsable por el aumento de la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos, obras e instalaciones (especialmente aquellas fundamentales a la actividad fin de la empresa), minimizando costos y garantizando el trabajo con seguridad y calidad.
- **Referencias** - documentos internos o externos a la empresa, utilizados en la elaboración de los procedimientos del Sistema de Gestión del Mantenimiento.
- **Áreas involucradas** – los sectores de la empresa en los cuales los procedimientos de mantenimiento serán aplicados.
- **Estándares adoptados** – terminología.
- **Estructura organizacional del órgano de mantenimiento** – organigrama de cada área con la indicación de los ocupantes de los cargos, responsabilidades de cada uno, procedimientos del Sistema de la Calidad, planificación de actividades, aprobación y alteración de documentos.
- **Control** – criterios de control de actividades programadas y no programadas, las solicitudes, órdenes de trabajo y encerramiento de los servicios, criterios de control de equipos de inspección, medición y ensayos.

- **Historial** – registros históricos de acciones correctivas y preventivas, mano de obra y material aplicados, costos implicados.
- **Tratamiento de datos** – informes de gestión, (índices, gráficos y consultas). Las acciones para la corrección de distorsiones.

Estos criterios y procedimientos, deberán ser detallados involucrando los tipos de documentos, codificaciones, identificación, calificación, flujo de informaciones y métodos adoptados, pudiendo ser utilizados tanto para sistemas manuales como para sistemas automatizados.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

APLICACIÓN. Colocación de una cosa sobre otra o en contacto con otra de modo que quede adherida o fijada o que ejerza alguna acción.

SOLDADURA. Acción de soldar o soldarse o Lugar de unión de dos cosas soldadas o unidas.

MANTENIMIENTO. Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.

PROCESO. Conjunto de fases sucesivas de un fenómeno o hecho complejo.

GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LOS SERVICIOS. Una de las primeras acciones en la calidad de servicio, es averiguar quiénes son los clientes, qué quieren y esperan de la organización. Solo así se podrán orientar los productos y servicios, así como los procesos, hacia la mejor satisfacción de los mismos.

SERVICIO. Es un resultado de llevar a cabo necesariamente al menos una actividad en la interfaz entre el proveedor y el cliente y generalmente es intangible.

2.4. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS:

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Si aplicamos el control de calidad en el proceso entonces podemos realizar la fabricación de estructuras metálicas en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

1. Si realizamos el control de calidad en el diseño entonces podemos mejorar su proceso en Castro Contratistas Ingenieros.
2. Si realizar el control de calidad en la soldadura de la fabricación de estructuras entonces podemos mejorar en proceso en Castro Contratistas Ingenieros.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Fabricación de estructuras metálicas en Castro Contratistas Ingenieros

2.5.2. VARIABLES INDEPENDIENTES

Aplicación del control de la calidad

2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador
Aplicación del control de calidad	Los trabajos que se desarrollan deben de ser de buena calidad	Realizar soldaduras de buena calidad y de buena duración	Trabajos de alta calidad	Cientes
Fabricación de estructuras metálicas	Obtener productos garantizados	Cientes satisfechos	Cientes	Servicios

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación a realizarse obedece a un estudio no experimental del **tipo documental, descriptiva, evaluativo**, de campo y aplicada. Por tal sentido, se ajusta al tipo no experimental debido a que no concuerda con la formulación de hipótesis como medio para realizar la investigación, sino que se establece en forma de objetivos para su ejecución. Para ello requiere de:

- **Documental.-** Arias (2006), señala que: La investigación documental, "Es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por los otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos". Es Documental, debido a que se basará en la revisión detallada

de fuentes bibliográficas y documentales que rigen en materia del mantenimiento

- **Descriptiva.**- Arias (2006), señala que: La investigación descriptiva, "Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin, de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un punto intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere". Es de tipo descriptiva debido a que permite detectar, interpretar, describir, registrar y analizar la situación actual presentada en el Mecánico-metalúrgico, involucrando los procesos que se ejecutan.
- **Evaluativo.**- Agar (1989), señala que: La investigación evaluativa, "Consiste fundamentalmente en generar una metodología que permita evaluar programas, políticas o acciones ejecutadas con miras a transformar una realidad social dada".

Este tipo de investigación se vincula muy estrechamente con la noción de la gestión. Por otra parte, coincide con una investigación de tipo evaluativo porque se verificaron los procesos y procedimientos efectuados por el mantenimiento mecánico-metalúrgico, para la prestación de su servicio. El propósito del estudio evaluativo en el presente trabajo radica en descubrir y extraer las fortalezas y las debilidades del mantenimiento mecánico-metalúrgico.

- **De Campo.**- Arias (2006), señala que: La investigación de campo, "consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigadores, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes".

Es de Campo, debido a que la información requerida se acopiará directamente donde se desarrollan todos los procesos claves del mantenimiento mecánico-metalúrgico a través de observaciones directas y entrevistas con el personal involucrado.

3.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método aplicable a la investigación es la **observación científica**, como método consiste en la percepción directa del objeto de investigación. La observación investigativa es el instrumento universal del científico. La observación permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos.

La observación, como procedimiento, puede utilizarse en distintos momentos de una investigación más compleja: en su etapa inicial se usa en el diagnóstico del problema a investigar y es de gran utilidad en el diseño de la investigación. En el transcurso de la investigación puede convertirse en procedimiento propio del método utilizado en la comprobación de la hipótesis. Al finalizar la investigación la observación puede llegar a predecir las tendencias y desarrollo de los fenómenos, de un orden mayor de generalización.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio se elaboró a partir de una investigación con **diseño no experimental**, debido a que la información requerida se recogió directamente en el sitio en estudio, a través de observación y recolección de datos reales y precisos,

y con la colaboración del personal encargado de llevar adelante los procesos a documentar y/o normalizar.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

Mohammad Naghi (2000), "Se entiende por población es un conjunto finito de personas, casos o elementos que presentan características comunes, de los cuales pretendemos indagar, para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación".

La población empleada para este trabajo de investigación serán todas las distintas actividades y procesos que se realizan en la industria mecánico-metalúrgica. Estos procesos constituyen la población o universo de estudio para la investigación planteada.

3.4.2. MUESTRA

Mohammad Naghi (2000), "La muestra es un subconjunto tomado de la población y es aquella a la que se le aplican las herramientas necesarias para llevar a cabo la investigación".

Para la obtención de datos e información para la industria mecánico-metalúrgico, consideramos que en la industria los equipos o máquinas por medio del cual se desarrollan procesos para el análisis de desgaste, sonido y

rozamiento por fricción de piezas que ayudan a detectar el problema que causa la mala operatividad y tener resultados adversos.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS GALVANIZADAS

Este procedimiento tiene como objetivo establecer y especificar en forma clara y precisa la metodología que se empleará para la ejecución y control de los trabajos de fabricación de Estructuras Metálicas en la planta de fabricación de Castro Contratistas Ingenieros S.A.C.

El alcance del presente procedimiento se aplica a los trabajos de Habilitado, Armado, Soldadura, Preparación de Superficie y Recubrimiento (Galvanizado al Caliente) en todas las operaciones de Castro Contratistas Ingenieros S.A.C (CCI) en su planta de fabricación.

35.2. RESPONSABILIDADES

Jefe de Producción: Responsable de la ejecución, cumplimiento del presente procedimiento, coordinar con los supervisores y asignar los recursos necesarios para la ejecución del mismo.

Jefe de Calidad: Responsable de la elaboración y verificar el cumplimiento del presente procedimiento y dar la conformidad de la prueba Radiografía industrial en tanque en consideración las referencias indicadas.

Supervisor de Producción: Responsable de la correcta ejecución de los trabajos de fabricación así como también de seguir la secuencia indicada en los procedimientos para el correcto proceso de fabricación.

Supervisión de Seguridad: Responsable de cumplir y hacer cumplir este procedimiento difundiendo su contenido y capacitando al personal para la buena ejecución del trabajo seguro durante la prueba de Radiografía industrial.

3.5.3. DEFINICIONES

Estructura Metálica: El conjunto de elementos y accesorios metálicos fabricados según Planos, especificaciones del proyecto y normas.

Corte Habilitado: Dividir un material acero, elemento, separarlas en partes de acuerdo a un plano y dimensiones.

Soldar: Unir dos materiales generalmente fundiendo su material o por medio de una parecida a ellas.

Soldador Homologado: Persona que tiene por oficio soldar y cuenta con Certificado de evidencia física de haber aprobado prueba de calificación.

Trabajo en Caliente: Es aquel que involucra y/o genera trabajos a llama abierta, chispas o desprendimiento de calor como la radiación solar o el fuego.

Preparación de Superficie: Proceso en el cual se realiza limpieza y remoción de toda impureza a la superficie a pintar. Se puede usar chorro abrasivo o limpieza mecánica con equipo o manu.

Recubrimiento ó Pintado: Actividad de aplicación de producto químico liquido sobre la superficie a recubrir. Puede usarse equipo de pintura, manual con broca o rodillo, etc.

3.5.4. DESARROLLO

Recursos - Personal

- Supervisor
- Capataz
- Operario Armador
- Oficiales
- Soldadores Calificados.

Equipos, Herramientas e Instrumentos a utilizar

- Equipos de corte oxiacetilénica
- Maquina soldadora
- Turbinetas
- Taladro manual y magnético
- Extensiones vulcanizadas
- Extractor
- Luminarias
- Esmeril 7” / Esmeril 4.5”
- Extintores PQS.

- Biombos normalizados

Fabricación de elementos y piezas

A menos que se especifique o muestre de forma diferente en los planos de diseño, especificaciones del proyecto; los trabajos de metalmecánica; se harán en conformidad a los estándares, normas y procedimientos de CCI.

Inspección Previa de Materiales

Luego de la Recepción de Materiales en planta se realiza la Inspección de los elementos a trabajar, de estar conforme se procederá al inicio de los trabajos de Metal Mecánica. Se revisara que lo elementos no tengan marcas, Oxidación - Corrosión, Perforaciones y falta de limpieza en la superficie.

Habilitado y Corte de Materiales con Equipo Oxiacetilénico

Para la fabricación de elementos estructurales y partes mecánicas es necesario habilitar los materiales, los cuales se cortaran con Equipo Oxiacetilénico compuesto de gases como Oxígeno, Acetileno, Propano, etc.

Después del corte de cada pieza se comprobara las Dimensiones según plano y requerimiento, se verificara también los acabados de corte los cuales si es necesario se corregirá con esmerilado manual.

Corte y Maquinado de Materiales con Esmeril

Para el corte de materiales con esmeril manual se deberá usar disco de corte adecuado al material, los materiales que necesiten maquinado superficial con esmeril manual se usara disco abrasivo de desbaste.

El personal encargado de estos trabajos deberá ser instruido y tener experiencia suficiente para realizar estos trabajos con seguridad y precisión deseada.

Perforaciones con Taladro y Fresado

Para el realizar agujeros en los materiales se realizara con taladro de pedestal portátil y taladro manual. El personal encargado de estas labores deberá ser instruido y tener experiencia suficiente para realizar estos trabajos con seguridad y precisión deseada. Después de los trabajos se debe controlar las Dimensiones de las perforaciones y Acabados. Se eliminara las rebarbas, quitara filos cortantes y limpiara zona trabajada.

Armado de Elementos

Se armaran los elementos uniendo piezas habilitadas en anterior proceso de corte, se armara en posición y dimensiones conforme a Planos Aprobados, la unión de las piezas se realizara apuntalando con soldadura. Las tolerancias dimensionales estarán de acuerdo a los Manuales o Normas ASTM, AISC, AWS, DIN.

Para las fabricaciones en nuestra planta las tolerancias de fabricación en Armado será de acuerdo a Norma DIN 7168.

Tabla N° 3.1: Permissible deviations for linear dimensions except for external radil and chamfer heights

DIN 7168 – General Dimensión tolerances

DIN 7168 is a general tolerance standard for linear and angular dimensions, which could be widely used for inspection to cast iron and cast steel castings. It is a very useful standard for buyers and suppliers.

Tolerance class	Permissible deviations, in mm, for nominal sizes, in mm,											
	from 0.5 to 3	over 3 up to 6	over 6 up to 30	over 30 up to 120	over 120 up to 400	over 400 up to 1000	over 1000 up to 2000	over 2000 up to 4000	over 4000 up to 8000	over 8000 up to 12000	over 12000 up to 16000	over 16000 up to 20000
f (fine)	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	-	-	-	
m (medium)	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±5	±6
g (coarse)	±0.15	±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8
sg (very coarse)	-	±0.5	±1	±1.5	±2	±3	±4	±6	±8	±10	±12	±12

For nominal sizes below 0.5 mm, the deviations shall be indicated adjacent to the relevant nominal size.

Soldeo de Elementos

Se realizara el soldeo de elementos con aplicación de soldadura en las juntas de elementos armados de acuerdo a “Especificación de Procedimiento de Soldadura” (WPS) Precalificados o calificados con Procedimiento de Calificación de Soldadura (PQR).

Pudiendo elegir entre los siguientes procesos de soldeo:

- Arco de metal protegido (SMAW)
- Arco sumergido (SAW)
- Arco de metal de gas (GMAW)
- Arco de alma fundente (FCAW).

El personal encargado de realizar los trabajos de soldeo serán únicamente Soldadores Calificados (Homologados) para el proyecto que haya pasado la Prueba de Calificación y se demuestre en el “Registro de Calificación de Soldador” (WPQ).

Luego del soldeo se realizara Inspección Visual a los cordones de soldadura y se Registrara en el Registro de Inspección Visual de Soldadura. Si se detectase defecto se informara al supervisor de campo para la reparación.

Se inspeccionara y asegurara que ninguna junta quede sin soldar de acuerdo a plano y sin defectos.

Ensayos

Se realizara los siguientes ensayos: Soldaduras en el taller el 5% de las soldaduras serán ensayadas con Ensayo No destructivo de Tintes Penetrantes (PT). Para el resto de soldaduras no se requerirán ensayos no-destructivos además de las inspecciones visuales, salvo que lo solicite el Cliente o así se

estipule en los documentos de diseño y/o contrato, en cuyo caso, se deberá indicar claramente, las soldaduras seleccionada para ensayos, el tipo de ensayo y sus respectivo alcance. Todos los cordones de soldadura tendrán una inspección visual al 100%. Toda soldadura que se considere defectuosa será removida y reemplazada con cargo para el fabricante.

Limpieza Mecánica por medio de herramientas manuales y motrices

Luego del proceso de soldeo de todos los cordones se realizara la Limpieza Mecánica del elemento se deberá eliminar; Salpicadura de soldadura, escorias y óxidos causados por la soldadura, deberán ser removidos.

Se realizará los Acabado eliminando bordes afilados los cuales se deberán redondear.

Aplicación de Recubrimiento Galvanizado en caliente

Para el recubrimiento de las estructuras se realizara el proceso de galvanizado en caliente según la Norma ASTM A123; el cual se realiza mediante la aplicación de un recubrimiento de zinc sobre las estructuras o piezas de acero mediante inmersión de las mismas en un baño de zinc fundido.

Los pasos a seguir serán:

Desengrasado

Las piezas se someten a un proceso de desengrase para eliminar posibles restos de grasa, aceites o taladrinas, sumergiéndolas en un desengrasante ácido a 35 °C.

Decapado

El proceso de decapado se utiliza para eliminar el óxido y la calamina, que son contaminantes superficiales más corrientes de los productos férreos, obteniendo así una superficie del material químicamente pura.

Se realiza con ácido clorhídrico diluido y a temperatura ambiente. El tiempo de decapado depende del Grado de Oxidación superficial de las piezas y de la concentración de la solución de ácido.

Fluxado

El tratamiento con sales (mezclas de cloruro de zinc y cloruro amónico), tiene por objeto eliminar cualquier traza restante de impurezas y producir una limpieza intensa de la superficie metálica. Estas sales actúan como los flux en soldadura, esto es, favorecen la mojabilidad de la superficie del acero por el zinc fundido, mejorando notablemente la reacción.

Galvanizado

Es el proceso anticorrosivo por definición. Durante la inmersión de los productos en el zinc fundido, se produce la difusión del zinc en la superficie del acero lo que da lugar a la formación de diferentes capas de aleaciones de zinc-hierro de distinta composición y una capa exterior de zinc puro de gran resistencia a los distintos agentes de corrosión de la atmósfera, el agua o el suelo.

Inspección de Recubrimiento

Esta etapa se completa una vez que el recubrimiento logra el espesor especificado, libre de defectos y completamente curado.

El piso de trabajo debe estar firme para evitar la contaminación que afectaría a la aplicación, secado y curado del recubrimiento.

Los elementos para recubrir deben estar situados por encima del suelo y con un área de contacto mínimo.

Las condiciones de aplicación del medio ambiente son positivas cuando la temperatura de la superficie es de al menos 3 °C por encima de la temperatura de punto de rocío y la humedad relativa está por debajo de 85%.



Para lograr un secado y curado de recubrimiento adecuado, es importante una ventilación adecuada en la zona de pintura para evacuar los vapores orgánicos; en entornos cercanos, esto se logrará por el uso de ventiladores y extractores industriales.



Se tomará mediciones de espesor de espesores con el Medidor Certificado para garantizar que el recubrimiento aplicado es el especificado de acuerdo con SSPC-PA2.

Se registrará datos en Certificado emitido por taller de galvanizado indicando los espesores de recubrimiento cumpliendo la norma ASTM E376 y calidad de la adherencia mediante la Norma ASTM A153-02 Prueba de la Cuchilla.

REGISTROS

1. Registro de Inspección en la Recepción de Materiales y Productos
2. Registro de Control Dimensional
3. Registro de Inspección Visual de Soldadura
4. Registro de Inspección por Líquidos Penetrantes
5. Ensayo de Espesor y Adherencia de la Capa de Zinc (Formato de Proveedor).

	REGISTRO				CCI-CAL-QA-FT-005						
	CONTROL DE CALIDAD				Rev.: 0						
	CONTROL DIMENSIONAL				FECHA: 07/10/2016						
CÓDIGO Y NOMBRE DEL PROYECTO:		N° CORRELATIVO:									
CLIENTE:		FECHA:									
EQUIPO/ ELEMENTO:		REV: ...									
PLANO DE REFERENCIA:		REV: ...									
DESCRIPCIÓN:											
Esquema de referencia:											
Marca	Dimensión	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	I (mm)	J (mm)
	Valor Nominal										
	Valor Real										
	Variación										
Marca	Dimensión	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	I (mm)	J (mm)
	Valor Nominal										
	Valor Real										
	Variación										
Marca	Dimensión	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	I (mm)	J (mm)
	Valor Nominal										
	Valor Real										
	Variación										
Marca	Dimensión	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	I (mm)	J (mm)
	Valor Nominal										
	Valor Real										
	Variación										
Comentarios:											
CONTROL DE CALIDAD CASTRO CONTRATISTAS ING. S.A.C				PRODUCCION CASTRO CONTRATISTAS ING. S.A.C				APROBADO POR			
Nombre:				Nombre:				Nombre:			
Firma:				Firma:				Firma:			
Fecha:				Fecha:				Fecha:			

	REGISTRO		CCI-CAL-QA-FT-006
	CONTROL DE CALIDAD		Rev. 0
	INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES		Fecha: 07/10/2016
			Página 1 de 1
CÓDIGO Y NOMBRE DEL PROYECTO:			N° CORRELATIVO:
CLIENTE:			FECHA:
EQUIPO/ ELEMENTO:			REVISIÓN:
PLANO DE REFERENCIA:			
DESCRIPCIÓN:			
CODIGO PARA CRITERIOS DE ACEPTACION: AWS D1.1 2015 Sección 6 Parte C			
1. DATOS y/o DESIGNACIÓN			
Equipo : _____		Fecha de Ensayo : _____	
Código del Equipo : _____	Fabricante : _____	Lote: _____	
Código del Equipo : _____	Fabricante : _____	Lote: _____	
Código del Equipo : _____	Fabricante : _____	Lote: _____	
Sector de Ensayo : _____	N° de cordón de soldadura : _____		
Marca del KIT empleado : _____	Resp. del ensayo : _____		
2. ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL CORDÓN ENSAYADO			
3. RESULTADOS DEL ENSAYO			
INDICACIONES DETECTADAS FUERA DE CÓDIGO			
Redondeadas : _____		Alargadas : _____	
ACCIONES EFECTUADAS			
Eliminación : _____		Proceso empleado : _____	
RECHAZADO : _____		ACEPTADO : _____	
OK			
OBSERVACIONES:			

CONTROL DE CALIDAD CASTRO CONTRATISTAS INSOVEROS S.A.C.	PRODUCCIÓN CASTRO CONTRATISTAS INSOVEROS S.A.C.	APROBADO POR:	
Nombre: _____	Nombre: _____	Nombre: _____	
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____	
Fecha: _____	Fecha: _____	Fecha: _____	

POLÍTICA DE CALIDAD

Misión

Somos una Empresa de servicios de ingeniería, construcción, para los sectores petroleros, mineros, energéticos y las diversas actividades económicas, que busca la satisfacción de nuestros clientes, mediante colaboradores comprometidos con una gestión rentable y con el desarrollo sostenible, procesos innovadores, máquinas y equipos especializados y diferenciados.

Visión

Ser la mejor Empresa de servicios integrados para los sectores petroleros, mineros, energéticos y las diversas actividades económicas en el Perú, con alcance internacional.

Objetivos:

- Lograr plena satisfacción del Cliente en los servicios prestados.
- Cumplir con las fechas establecidas para el servicio con los recursos presupuestados.
- Entender y dar conformidad a los requerimientos del cliente y Castro Contratistas Ingenieros S.A.C, definidos en el Contrato y sus anexos, minimizando las posibilidades de que se generen no conformidades.

- Implementar actividades destinadas a mejorar el desempeño de los procesos dentro del servicio, con el objeto de reducir los costos y tiempos.

ROLES Y FUNCIONES DEL EQUIPO.

Tablas N° 4.1 y 4.2: Rol y función del personal

	Inicio	Ingeniería	Logística	Fabricación	Transporte	Montaje	Pruebas	Fin de obra
Cliente	R	C						C
Gerente General	R							
Área Técnica		R/A						
Líder del Proyecto		R/I	R/I	R/I	R/I	R/I	R/I	R/I
Logística			R/I		R/I			
Almacenero			A					
Jefe de Producción				R/A				
Ingeniero QA/QC							R/A	
Ing. Responsable de Obra						R/I		R/A/ I
Técnicos y Operarios								

R= Gerente General Persona responsable designada para gestionar los objetivos del proyecto.

A= Persona quien está reportando al Líder del Proyecto sobre todos los trabajos ejecutado en el tiempo, hace requerimientos.

C= Persona que tiene la información necesaria para completar el trabajo.

I = Persona que debe notificar cuando el trabajo está terminado.

Roles:	Autoridad:	Responsabilidades:
1. Cliente 2. Gerente General 3. Área técnica 4. Líder del Proyecto	1. Aprueba la propuesta, contrato, el proyecto. 2. Aprueba el contrato y sus condiciones. 3. Aprobar especificaciones, planos, cambios ó mejoras de ingeniería. 4. Gestiona la dirección del proyecto en todos los niveles.	1. Entregar el alcance aprobado. 2. Realizar las gestiones y coordinaciones con el cliente. 3. Realizar la memoria técnica, cálculos, planos, ingeniería de detalle.

5. Logística 6. Almacenero 7. Jefe de Producción 8. Ingeniero QA/QC 9. Ingeniero Responsable de Obra 10. Técnicos y Operarios	5. Aprueba las adquisiciones de materiales y servicios. 6. Autoriza entrada y salida de materiales, equipos y recursos. 7. Dirige el taller, autoriza al personal técnico y operativo. 8. Autoriza y aprueba la calidad de los productos y procesos del proyecto. 9. Responsable de la ejecución del proyecto en obra, autoridad sobre todo el staff y personal de obra 10. Participan en las decisiones de funcionamiento, incluyendo la planificación, el establecimiento de objetivos del Proyecto.	4. Cumplir con los objetivos de costo, tiempo y calidad en la ejecución del proyecto. 5. Cumplir con el plan de adquisiciones. 6. Realizar el control y seguimiento de los recursos. 7. Cumplir con el cronograma de producción, y la calidad del mismo. 8. Hacer el seguimiento y control de calidad, verificar el alcance. 9. Cumplir con el cronograma de montaje. 10. Realizar todas las actividades encomendadas.
--	---	--

Fuente: Elaboración propia

3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Por la naturaleza del trabajo de investigación se ha omitido el tratamiento estadístico, ya que se está aplicando las normas internacionales para el cumplimiento de los trabajadores y de esa manera el control de la calidad que se producen en el centro laboral.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos de investigación tomados en la presente investigación han sido de Castro Contratistas, empresa dedicada a la metalurgia de la transformación donde se hacen estructuras metálicas para diferentes industrias. La selección y validación como la confiabilidad es de una aceptación ya que es inédito, en la actualidad lo planteado en la tesis es aplicado íntegramente en la empresa como control de calidad.

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA

La empresa Castros Contratista ha permitido realizar la presente investigación para implementar el control de calidad en la fabricación de sus estructuras, donde los trabajadores y personal staff apoyaron activamente en la realización de la presente tesis. Así mismo debo de manifestar que el marco teórico que se considera es respetando a los autores en su publicación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de investigación desarrollada fue realizado en **Castro Contratistas Ingenieros SAC** que se encuentra ubicada en la ciudad de Lima. Es una empresa sólida y moderna organización, dedicada a la elaboración de proyectos, ingeniería, fabricación y montaje electromecánico para diversos sectores industriales como: Minería, Pesca, Energía, Petróleo, Cemento y, Industria.

Es una empresa con una amplia experiencia, nuestro staff de Ingenieros y Técnicos han sido debidamente preparados

Castro Contratistas Ingenieros SAC pone al servicio de la industria productos con tecnología de marcas líderes en el mundo a través de sus licencias de fabricación. Somos una real alternativa para el desarrollo de sus proyectos. Nuestra

división de ingeniería cuenta con profesionales altamente calificados en Diseño, Producción y Control de Calidad respondiendo a los estándares Internacionales.

4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION.

La gerencia General de Castro Contratistas Ingenieros S.A.C, en adelante ha establecido una Misión, Visión y Política de Calidad para desarrollar el y mantener el sistema de aseguramiento de Calidad y de esta manera satisfacer los requerimientos de Calidad del Proyecto.

El Gerente General, como ejecutivo de más alta jerarquía dentro de la organización y como responsable de la dirección de la misma, A través de las personas asignadas al grupo de trabajo, se compromete para la plena responsabilidad y compromiso con la implementación del Plan de Calidad del Proyecto.

4.2.2. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

CCI S.A.C: Castro Contratistas Ingenieros S.A.C.

Sistema de Gestión de Calidad: Conjunto de elementos relacionados y que interactúan para establecer la política y los objetivos para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.

Política de Calidad: Intenciones globales y orientados a las organizaciones relativas a la calidad.

Gestión Documentaria: Actividades coordinadas para controlar la emisión, difusión y conservación de toda la documentación emitida.

Registro: Son todos aquellos documentos que representan resultados obtenidos o proporcionan evidencia de las actividades desempeñadas.

Cambio de Ingeniería: Es todo cambio o variación al diseño de la Ingeniería del Servicio.

Planos Red Line: Se refiere a los planos donde se registran los cambios que se van suscitando durante el desarrollo del servicio y/o instalación. Para ello se emplean los planos originales impresos y se trazan a mano alzada los cambios suscitados con un marcador de color rojo.

Planos As-Built: Son los planos finales que representan los detalles de construcción ejecutados.

No Conformidad: Incumplimiento de algún requisito establecido dentro del contrato.

Reporte de No Conformidad (RNC): Documento escrito que evidencia el incumplimiento de un requisito de calidad especificado dentro del presente plan.

Acción Correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación no deseable.

Acción Preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una No Conformidad potencial u otra situación potencial no deseable.

Auditoria: Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener declaraciones de hechos o cualquier otra información y evaluarlas de manera

objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplan lo establecido en las políticas, procedimientos y/o requisitos.

Trazabilidad: Capacidad para seguir la historia (origen de materiales y partes), la aplicación (historia del procesamiento) o la localización de todo aquello que está bajo consideración en el ámbito del servicio y/o instalación y considerado como entregable.

Defecto: Incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado. Aplicado a soldadura, un defecto de soldadura corresponde a una discontinuidad relevante que sobrepasa los criterios de aceptación del código o norma con la que se evalúa el trabajo.

4.2.3. CÓDIGOS Y NORMAS DE REFERENCIA

- **ISO 9001: 2015:** Sistema de Gestión de la Calidad - Requisitos
- **AWS D1.1:** Structural Welding Code
- **ASTM:** American Society for Testing and Materials.
- **SSPC SP10 NACE 2:** Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Cercano a Blanco.
- **SSPC SP3:** Limpieza mecánica.
- **SSPC PA2:** Medición de espesores de película seca (EPS) de la pintura.
- **ASTM D4417-1:** Determinación del perfil de anclaje (rugosidad) del acero.
- **ASTM E337:** Medición de Condiciones Ambientales.

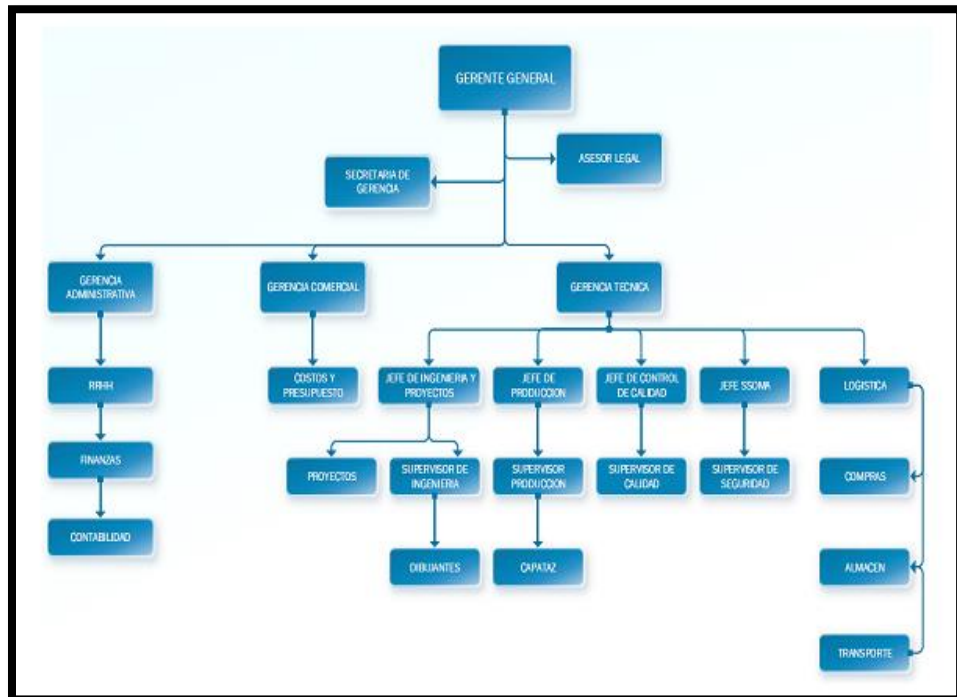
- **ANSI/AWWA C200:** Normas para tuberías de acero para agua de 6 pulgadas y Mayores.

4.2.4. ORGANIZACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto **CCI S.A.C**, ha dispuesto de una organización conformada por personal competente para ejercer funciones y responsabilidades necesarias para lograr el nivel de calidad previsto por el cliente. El personal asignado a la construcción es conformado por especialistas y operarios calificados.

CCI S.A.C, ha previsto la estructura orgánica en el organigrama funcional según el alcance del contrato, que se presenta a continuación.

Figura N° 4.1: Organigrama de fabricación en taller



Fuente: Elaboración propia

4.2.5. RESPONSABILIDADES

Gerente de Proyecto

La gerencia General de CCI S.A.C, ha establecido una Misión, Visión y Política de Calidad para desarrollar el y mantener el sistema de aseguramiento de Calidad y de esta manera satisfacer los requerimientos de Calidad del Proyecto.

El Gerente General, como ejecutivo de más alta jerarquía dentro de la organización y como responsable de la dirección de la misma, A través de las personas asignadas al grupo de trabajo, se compromete para la plena responsabilidad y compromiso con la implementación del Plan de Calidad del Proyecto.

Jefe de Producción

- Revisar, evaluar y cumplir los requisitos del servicio aplicables al presente contrato.
- Responsable de asignar los recursos, movilidad, comunicación y personal para cumplir con el Plan de Calidad.
- Coordinar que todos los trabajos a realizarse dentro del servicio sean ejecutados cumpliendo lo indicado en el presente Plan de Calidad y que tenga su Dossier en el caso que lo amerite.
- Coordinar y ejecutar el levantamiento de no conformidades y otras observaciones presentadas durante el servicio.
- Coordinar los cambios y consultas de ingeniería a través del Supervisor de Calidad e Ingeniero de Oficina Técnica.

- Planificar y coordinar los trabajos a realizarse con el Supervisor de Calidad a fin de garantizar el cumplimiento de los puntos de inspección.
- Verificar que los instrumentos y equipos utilizados en la ejecución de los trabajos tengan su certificado de calibración vigente, según el requerimiento de las especificaciones del contrato.
- Verificar el empleo de documentación, planos y demás especificaciones técnicas, debidamente actualizados y aprobados para construcción.
- Retirar toda documentación obsoleta que pueda generar confusión y por ende afectar la calidad de los procesos y productos de la obra.
- Coordinar con el Ingeniero de Oficina Técnica la realización de los Planos Red Line (a mano alzada), de acuerdo a las variaciones de los trabajos aprobados por el cliente, y entregar estos al Supervisor de Calidad para su entrega final.

Jefe de Calidad (QA/QC)

- Responsable de cumplir y hacer cumplir con lo establecido en el presente Plan de Calidad, garantizando el aseguramiento de la calidad en cada operación desarrolladas por Castro Contratistas Ingenieros S.A.C.
- Estar completamente familiarizado con el alcance del contrato, planos de construcción, especificaciones técnicas, códigos y normas aplicables, a fin de garantizar su cumplimiento durante el desarrollo de los trabajos.
- Responsable de la implementación, mantenimiento y actualización de los procedimientos y protocolos de calidad utilizados en el servicio.
- Planificar en coordinación con el Ingeniero Residente las actividades de inspección previendo los recursos necesarios en las distintas etapas de la construcción.

- Verificar el empleo de documentación, planos y demás especificaciones técnicas establecidas, que se encuentren debidamente aprobados y en última revisión, garantizando que se cumpla lo establecido dentro del ítem 4.2.3 de la Norma Internacional ISO 9001-2015.
- Coordinar la calibración de todos los instrumentos y equipos de medición que se vienen utilizando en el servicio.
- Mantener actualizada la matriz de calibración de instrumentos y equipos, así como las necesidades de implementar instrumentos y equipos adicionales.
- Mantener actualizada la Matriz de Procedimiento de Soldadura e implementar procedimientos adicionales de acuerdo a las necesidades del servicio.
- Verificar y asegurar que se utilice en todo momento herramientas y equipos de medición y control debidamente calibrados ante un ente certificado, que se encuentren vigentes y que cuenten con su etiqueta de calibración.
- Identificar, informar y rechazar trabajos defectuosos, monitoreando la reparación o reconstrucción del trabajo rechazado y documentando las observaciones, mediante los Reportes de No Conformidad (RNC) internos de la obra. Realizar todas las inspecciones indicadas en el Plan de Calidad y Plan de Puntos de Inspección, a fin de garantizar el Aseguramiento de la Calidad durante el desarrollo de todas las actividades.
- Tiene la autonomía de funciones necesaria para detener el trabajo con causa, rechazar el trabajo defectuoso y reportar todo incumplimiento de

calidad, proponiendo soluciones y rechazando materiales que no cumplan con los términos del contrato.

- Compilar y mantener los registros de control de calidad del servicio.
- Elaborar y presentar el Dossier de Calidad del servicio al Cliente o su representante, como entrega final o parcial del servicio.

Jefe de Logística / Almacén

- Verificar la existencia de daños que involucren puesta fuera de uso del material y reportarlo en un Reporte de Producto No Conforme.
- Verificar mediante el Packing List que los materiales que se reciben estén de acuerdo a las especificaciones técnicas requeridas y que coincidan con el marcaje en el embalaje de los mismos.
- Garantizar la trazabilidad de los materiales involucrados en la fabricación de los de los elementos durante todo su proceso.
- Evitar perder las marcas de fábrica (origen) o las colocadas por personal de habilitado.

Supervisor SSOMA

- Elaborar los planes de SSOMA al inicio del servicio, analizando los riesgos específicos del servicio bajo su cargo y controlando su implementación de acuerdo a lo establecido.
- Controlar el cumplimiento de las exigencias legales de SSOMA relativas al servicio.
- Detener la operación, área o equipo cuando el nivel de criticidad del riesgo así lo amerite.

- Conducir inspecciones planificadas, utilizando los formatos estandarizados para medir y registrar el desempeño en SSOMA.
- Asistir y entrenar a los supervisores en el análisis de investigación de incidentes y procedimientos de acción correctiva.
- Llevar a cabo el Programa de Capacitación a todo el personal del servicio, manteniendo los registros correspondientes.
- Recoger y reportar información acerca de la implantación del Plan de SSOMA a la Jefatura de Obra y a la Unidad de Apoyo de Seguridad, Calidad y Ambiente.
- Preparar, los respectivos procedimientos de construcción en coordinación con el área de calidad para aprobación del cliente.
- Coordinar con el Jefe de Construcción para que la documentación de SSOMA requerida por parte de organismos del estado sea entregado oportunamente.

4.2.6. CONTROL DOCUMENTARIO

Dentro del Sistema de Gestión de CCI se maneja un sistema de Gestión Documentaria por medio del cual se controlará toda la documentación del servicio, tanto la propia de la gestión de CCI S.A.C como la recibida o enviada al Cliente.

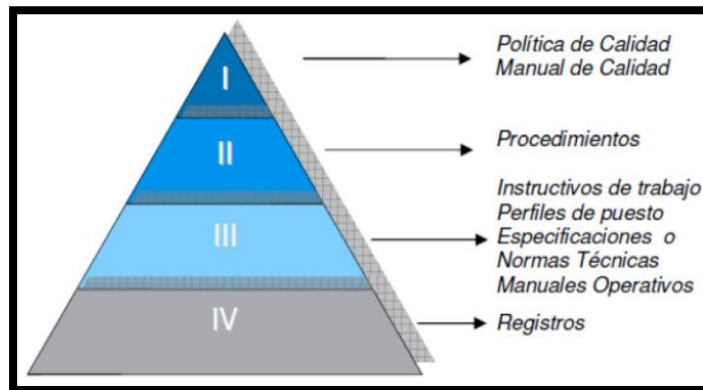
Las acciones que se tomaran para asegurar un correcto control documentario son las siguientes:

- Asegurar que los documentos emitidos para su uso dentro del servicio hayan sido previamente revisados y aprobados por el Gerente del servicio.

- Asegurar la identificación de los cambios y estado de revisión actual de los documentos.
- Asegurarse de que los documentos de origen externo, que la organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del sistema de gestión, se identifican y que se controla su distribución.
- Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicar una identificación si son retenidos.
- Asegurarse que los documentos sean legibles y fácilmente identificables.
- Asegurar la presencia de toda la documentación aplicable al servicio, como son los Procedimientos, Instructivos, Consultas Técnicas, Planos para Construcción, Especificaciones Técnicas y demás documentación que sea necesaria, ordenado, en última revisión y disponible en los puntos de uso para cuando sea requerido por el Cliente o ante alguna Auditoría Interna.
- Asegurar la correcta distribución de toda la documentación que se requiere en cada área, controlando la emisión de las copias con el sello de COPIA CONTROLADA y difundiendo cualquier cambio realizado.
- Requisitos Generales de Documentación
- La organización cuenta con documentos que describen el SGC de CCI S.A.C.
- Estos incluyen:
 - Declaraciones de una Política de Calidad y Objetivos de la Calidad.
 - Manual de Gestión de la Calidad.
 - Los Procedimientos documentados exigidos por la Norma ISO 9001:2015 y los necesarios para asegurar la eficaz planificación, operación y control de los procesos.

- Las Instrucciones que describen la práctica operativa y el control de las actividades de los procesos.
- Los documentos del SGC están jerarquizados y clasificados según la estructura general que se muestra en el gráfico siguiente:

Tabla N° 4.2: Pirámide del sistema de gestión de calidad



Fuente: SGC- ISO 9001

- Especificaciones y Normas Técnicas que definen los criterios de evaluación y aprobación del producto.
- Los Registros de calidad requeridos por la norma ISO 9001:2015.
- Para documentar su sistema CCI S.A.C ha tomado en cuenta el tamaño y tipo de organización, la complejidad e interacción de los procesos así como la competencia de su personal.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. PROCEDIMIENTOS PARA LA FABRICACIÓN

Como gestión por parte de CCI S.A.C se elaboraran Procedimientos para la Fabricación, los cuales serán aprobados por la gerencia y cliente para su uso

en taller. Los procedimientos aplicables y que usaremos para la fabricación de estructuras Metálicas son los siguientes:

1. CCI-CAL-QA-PRO-001 Procedimiento de Recepción de Materiales
2. CCI-CAL-QA-PRO-002 Procedimiento de Trazabilidad de Materiales
3. CCI-CAL-QA-PRO-003 Procedimiento de Control Dimensional de Estructuras
4. INS-VT004-17 Procedimiento de Inspección Visual de Soldadura
5. INS-PT003-17 Procedimientos de END Tintes Penetrantes
6. PRO.IZC.PRO-002 Procedimiento de Galvanizado de Inmersión en Caliente.
7. CCI-CAL-QA-PRO-007 Procedimiento para Reparación de Áreas Dañadas y No Recubiertas de Revestimientos Galvanizados en Caliente.

4.3.2. CONTROL DE LOS REGISTROS

Los Registros de Calidad son la evidencia de que las actividades han sido efectuadas satisfactoriamente y que el producto final ha sido obtenido como resultado del control de las actividades.

Cada procedimiento define los registros de calidad requeridos para un proceso particular del servicio. El Supervisor de Calidad es responsable de mantener estos registros, los cuales proveen una evidencia objetiva del cumplimiento de los requerimientos del servicio.

El Gerente de Proyecto y el equipo del servicio son responsables de mantener y velar por el cumplimiento de los requisitos en cuanto a los registros de

calidad, siendo el encargado de su control y custodia el Ingeniero Supervisor para su entrega final al Cliente.

4.3.3. TRAZABILIDAD DURANTE FABRICACIÓN

- La trazabilidad de los materiales durante la etapa de fabricación es de vital importancia para el aseguramiento de calidad, aplicación de procedimientos correctos (WPS) y contrastación con los respectivos Certificado de Calidad), la información mínima requerida y que debe tener registrado de los elementos fabricados hasta la etapa final de fabricación y previo al inicio de granallado y pintura es:
 - Número de colada del material.
 - Especificación de material.
- Esta información debe ser registrada en el Reporte de “Control de Ingreso de Materiales”, las personas responsables por mantener esta información y transcribirla de ser necesario
- Sobre los mismos elementos cuando haya riesgo de perderse son: caldereros, soldadores, supervisores, inspectores QC y todo aquel personal involucrado en esta etapa del proceso.

4.3.4. GESTIÓN DE NO CONFORMIDAD

Una no conformidad (NCR) es cualquier condición que no cumple los requerimientos aplicables del cliente, código de fabricación aplicable incluyendo los descritos del presente plan de calidad.

Tan pronto una no conformidad es reportada, el Inspector QC inspeccionará el ítem, y si es comprobada su no conformidad, la identifica marcándola o etiquetándola como “RECHAZADO”, emitirá un Reporte de Producto **No Conforme**, el cual deberá estar enumerado. Si es práctico, el ítem no conforme es retirado a un área asignada para su reproceso y disposición final. El reporte de Producto No Conforme deberá contener disposiciones sugeridas para la corrección de la condición, deberá ser firmada y fechada por el Inspector de Control de Calidad y enviada al Jefe de Control de Calidad para su revisión.

El Jefe de Control de Calidad deberá enviar el reporte de No Conformidad al A.I. para su revisión y la inclusión de cualquier retención adicional o puntos de inspección que se requieran.

4.3.5. CONTROL POR AUDITORIAS

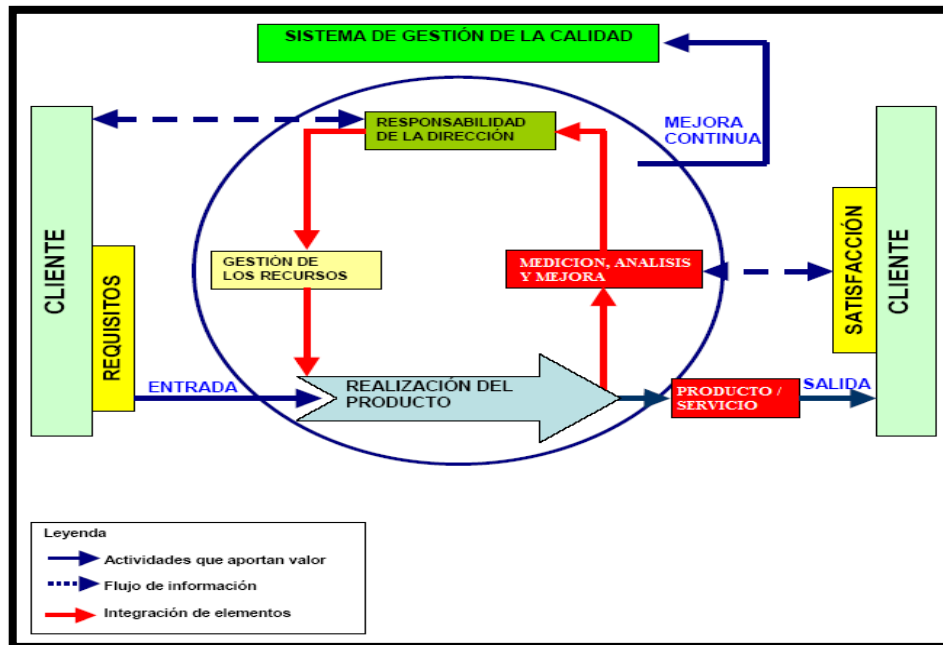
CCI S.A.C ha establecido, documentado e implementado un Sistema de Gestión de la Calidad y vela permanentemente por la mejora de su eficacia de acuerdo a los requisitos de la norma: ISO 9001:2015 Sistemas de Gestión de la Calidad.

Requisitos para implementar el Sistema de Gestión de la Calidad:

- a. Identificar los procesos necesarios para el Sistema de Gestión de la Calidad y su aplicación a lo largo de la organización; a través del Diagrama de Interacción de Procesos.
- b. Determinar la secuencia y la interacción de estos procesos.
- c. Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control de estos procesos son eficaces a través de

procedimientos, instrucciones de trabajo, especificaciones técnicas y métodos de ensayo (de ser aplicables).

Figura N° 4.2: Diagrama de Interacción de Procesos de CCI S.A.C.



Nota: La función de origen del “Modelo de un SGC basado en procesos” utilizado para apertura de esta sección del manual, es material publicado por NTP ISO 9001; 2008 con pequeños cambios para adaptarse a nuestra realidad.

Fuente: Elaboración propia

- d. Asegurar la disponibilidad de la información necesaria para apoyar el funcionamiento y el seguimiento de los procesos a través de la publicación de los documentos del SGC vía red y su distribución controlada.
- e. Mide, realiza el seguimiento y analiza estos procesos.
- f. Implanta las acciones necesarias para alcanzar los resultados previstos y la mejora continua de estos procesos.

En los casos que CCI S.A.C opte por contratar externamente procesos que afecten la conformidad del producto con los requisitos, como por ejemplo

Inspecciones END, Tratamiento Térmico, etc. el control de tales procesos los realiza según los lineamientos de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad. Se muestra el Diagrama de Interacción de Procesos de CCI S.A.C.

4.3.6. PROCESO DE MEJORA CONTINUA

Tomando como entradas los informes de auditorías internas o externas, los reportes de No Conformidades, los Indicadores de Gestión, las encuestas de satisfacción del cliente, etc. el proceso de Mejora Continua entrega Acciones Correctivas, Preventivas o de mejora las que están orientadas a eliminar o mitigar la causa base de la No conformidad. Seguir el procedimiento **CCI-CAL-SGC-PRO-002 Procedimiento de Control de No Conformidades.**

4.3.7. CONTROL DE MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales y equipos que se utilizarán para el desarrollo de las actividades serán adquiridos, recibidos, almacenados, mantenidos y entregados al servicio de acuerdo al procedimiento **CCI-CAL-QA-PRO-001 Procedimiento para la Inspección de Materiales y Equipos.**

Durante el desarrollo del servicio, se controlará y verificará la calidad de cada uno de los materiales (planchas, accesorios, etc.) desde el proceso de entrega e ingreso al almacén, y antes del uso en la operación. Todos los materiales que serán incorporados a las fabricaciones del presente proyecto deberán cumplir con las normas establecidas en el contrato así como con las dimensiones utilizadas. Para lograr este objetivo se controlará el material antes del ingreso a nuestro almacén y

se generará un reporte que evidencie el cumplimiento.

Para garantizar el cumplimiento de las disposiciones del contrato, especificaciones técnicas y requisitos de la Norma ISO 9001:2015, se realizará un control documentado de todo el proceso de recepción de los materiales y equipos en Obra, lo que permitirá el correcto empleo de las herramientas de calidad para lograr el aseguramiento del proceso.

4.3.8. PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Las inspecciones, pruebas y ensayos a realizarse durante la ejecución de los trabajos estipulados en el servicio, se ejecutarán cumpliendo los lineamientos y especificaciones técnicas establecidas en el contrato, las mismas que se ejecutarán en cada etapa del proceso de construcción que sea necesario y que se encuentre especificado en el Plan de Puntos de Inspección aprobados por el Cliente, antes de la realización de los trabajos.

Los equipos e instrumentos de medición utilizados para el control de los trabajos contarán con los respectivos certificados de calibración vigente a la fecha de ejecución de las pruebas y/o ensayos, los mismos que serán identificados con etiquetas de calibración para un mejor control y seguimiento.

El Plan de Puntos de Inspección aplicable para el servicio se detalla en el documento **CCI-CAL-QA-PPI-001**.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.4.1. CONTROL DE CALIDAD EN LOS TRABAJOS REALIZADOS

Revisión de Planos y Procedimientos

El cliente brindará la información necesaria (bases de diseño, especificaciones técnicas, planos base, etc.) para la realización de los trabajos **especificados** en el contrato, tales como el montaje de tubería forzada.

Las ordenes de servicio y especificaciones emitidas por el cliente, serán revisadas por el Ingeniero Residente del proyecto para su adecuación y cumplimiento con los requerimientos aplicables, cualquier información adicional requerida, deberá ser coordinada con el cliente antes de comenzar los trabajos.

El Ingeniero Residente y el Supervisor de Calidad deben decidir sobre los Procedimientos y procesos de soldadura aplicables, los cuales están incluidos dentro del presente Plan de Calidad y Plan de Puntos de Inspección.

El Jefe de Ingeniería es responsable del archivo y custodia de toda documentación externa entregada por el cliente, manteniéndolo siempre en todos los puntos de uso debidamente controlado y registrado.

El Supervisor de Calidad, archivará los originales de todos los documentos, procedimientos y los registrará en el archivo central de Castro Contratistas Ingenieros S.A.C.

El Área de Control de Calidad, es responsable de la revisión y distribución de los documentos y procedimientos, de igual manera es el responsable de reemplazar, actualizar y de destruir o marcar como superados los procedimientos modificados. Se entregarán copias controladas a los supervisores y capataces de todos los frentes de trabajo.

Inspección final de elementos fabricados

Se realizará inspección final de todos los trabajos realizados tomando en cuenta formatos de **Registro Lista de Verificación de Fabricación CCI-CAL-QA-FT-009**, para generar el acta de entrega de obra.

4.4.2. DOSSIER DE CALIDAD

El Dossier de Calidad estará constituido por todos los documentos que sustenten el cumplimiento de los requerimientos del servicio, establecidos en el contrato.

El dossier de calidad contendrá:

- Documentos de Gestión (Plan de Calidad y Plan de Puntos de Inspección).
- Planos proporcionados por cliente.
- Procedimientos de Control de Calidad.
- Procedimientos de Soldadura (WPS y PQR).
- Calificación y Certificación del personal.
- Certificados de Calibración de los instrumentos de medición y control.

- Registros de Control de Calidad.
- Registros de Ensayos no Destructivos
- Acta de Entrega de Dossier de Calidad.

Listado de registros

Tabla N° 4.3: Durante la construcción se emplearán los siguientes registros de inspección:

ITEM	CÓDIGO DEL REGISTRO	MEC	DESCRIPCIÓN DEL REGISTRO
01	CCI-CAL-QA-FT-001	X	Registro de Inspección de Materiales y Equipos
02	CCI-CAL-QA-FT-002	X	Registro de Trazabilidad
03	CCI-CAL-QA-FT-003	X	Registro de Control Dimensional
04	CCI-CAL-QA-FT-004	x	Registro de Inspección Visual de Soldadura
05	CCI-CAL-QA-FT-005	X	Registro de Inspección por Líquidos Penetrantes
06	CCI-CAL-QA-FT-006	X	Registro de Preparación Superficial
07	CCI-CAL-QA-FT-007	X	Registro de Control de Pintado (Recubrimiento)
08	CCI-CAL-QA-FT-009	X	Registro Lista de Verificación de Fabricación

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Los círculos de calidad en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C, deben su existencia al compromiso de la Gerencia que apoyo y promueve los círculos.
2. No se tiene establecida la documentación de un sistema de gestión de calidad que asegure la operación y control de los procesos que conforman el sistema.
3. La alta dirección no muestra evidencias de su compromiso con el desarrollo e implementación del sistema de Gestión de calidad, ni tampoco tiene definida una planeación de las actividades que conllevan a asegurar una calidad de los productos que se ofrecen.
4. En Castro Contratistas Ingenieros S.A.C, se maneja la información solo con el área o personal que involucre el trabajo, motivo por el cual dificulta el avance con personal de apoyo.
5. Se diseñó un plan de mejoras basado en gestión por procesos cuya implementación podría incrementar la productividad de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Los círculos de calidad en Castro Contratistas Ingenieros S.A.C, deben de iniciarse con la motivación del personal que participara.
2. Contratar un consultor que facilite el proceso de implementación, disminuyendo los tiempos y los costos, además de asegurar el éxito del mismo.
3. Contar con compromiso formal por parte de la Dirección de Castro Contratistas Ingenieros S.A.C, para la correcta implementación del sistema de calidad; puesto que llevarían a una integración de la organización para una correcta implementación, mantenimiento y mejora del sistema de calidad, de igual maneras si la Dirección muestra su compromiso con este proyecto será las fácil la aceptación del mismo por parte del resto de los integrantes de la organización.
4. Hacer partícipe a todo el personal de Castro Contratista Ingenieros S.A.C, para que no solo se aplique en una sola área sino a cada uno de los departamentos que la integran.
5. Formar círculos de apoyo, para que busquen los nuevos problemas que se presentan en la empresa y en con ellos las nuevas soluciones se trabajen en equipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. AWS D1.1 (2000). Código de Soldadura Estructural Acero.
2. ASTM A6 (2001) Especificación estándar para requisitos generales para barras de acero estructural laminado, placas, formas y tablestacas.
3. SSPC-SP1 (2001) Limpieza con solvente.
4. SSPC-SP2 (1999) Limpieza con herramientas manuales.
5. SSPC-SP3 (2000) Limpieza con herramientas motrices.
6. SSPC-PA2 (2005) Medición de espesores de película seca.
7. ASTM A123 (2005) Especificación estándar para revestimientos de zinc (galvanizado en caliente) en productos de hierro y acero.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TITULO				
“APLICACIÓN DE LA CALIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DE SU PROCESO EN CASTRO CONTRATISTAS INGENIEROS S.A.C. LIMA - 2018”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	DEPENDIENTE	METODO
¿Cómo realizar la aplicación de la calidad para el mejoramiento de su proceso en Castro Contratistas Ingenieros?	Aplicar el control de la calidad para mejorar su proceso en Castro Contratistas Ingenieros.	Si aplicamos el control de la calidad entonces podemos mejorar el proceso en Castro Contratistas Ingenieros.	Mejoramiento del proceso en Castro Contratistas Ingenieros	Documental. Analítico Deductivo
ESPECIFICO	ESPECIFICO	ESPECIFICO	INDEPENDIENTE	DISEÑO
1. ¿Cómo realizar el control de calidad en el diseño para el mejoramiento de su proceso en Castro Contratistas Ingenieros?	1. Realizar el control de calidad en el diseño para mejorar su proceso en Castro Contratistas Ingenieros.	1. Si realizamos el control de calidad en el diseño entonces podemos mejorar su proceso en Castro Contratistas Ingenieros.	Aplicación el control de la calidad	No experimental
2. ¿Cómo realizar el control de calidad en la soldadura de la fabricación de estructuras para el mejoramiento de su proceso en Castro Contratistas Ingenieros?	2. Realizar el control de calidad en la soldadura de la fabricación de estructuras para mejorar su proceso en Castro Contratistas Ingenieros	2. Si realizar el control de calidad en la soldadura de la fabricación de estructuras entonces podemos mejorar en proceso en Castro Contratistas Ingenieros.	INTERVINIENTES Servicios. Cliente Normas internacionales Normas nacionales	TIPO Estudio no experimental del tipo documental, descriptiva, evaluativo, de campo y aplicada

PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

La realización de este tipo de infraestructuras es más compleja de lo que parece a simple vista y lleva un duro trabajo detrás. Hay varias fases por las que debe pasar el metal hasta convertirse en el tipo de estructura que se desea conseguir.

El **plantillaje** se realiza a través de la elaboración de unas plantillas, a tamaño natural, de los elementos que se pretendan fabricar. Los diámetros, la colocación de agujeros y la identificación de cada elemento que concierna deben estar colocados en su ubicación exacta para evitar cometer errores de medida. Hay que tener en cuenta, que con las nuevas tecnologías muchos talleres ya no utilizan plantillas sino ordenadores. Las piezas se dibujan indicando las medidas que tendrían y se envían los datos a la máquina encargada su fabricación.



La parte de **preparación, enderezado y conformado** se realiza para eliminar cualquier defecto que la pieza pueda tener antes de comenzar con el marcado. El enderezado se suele efectuar en una prensa o máquina de rodillos en frío, mientras que el enderezado y conformado en caliente. Tras hacer estas últimas operaciones la pieza debe quedar

perfecta, no admite ningún tipo de grieta o abolladura. Hay que tener en cuenta que, si el material no supera los 10 mm, la conformación se hace en frío.

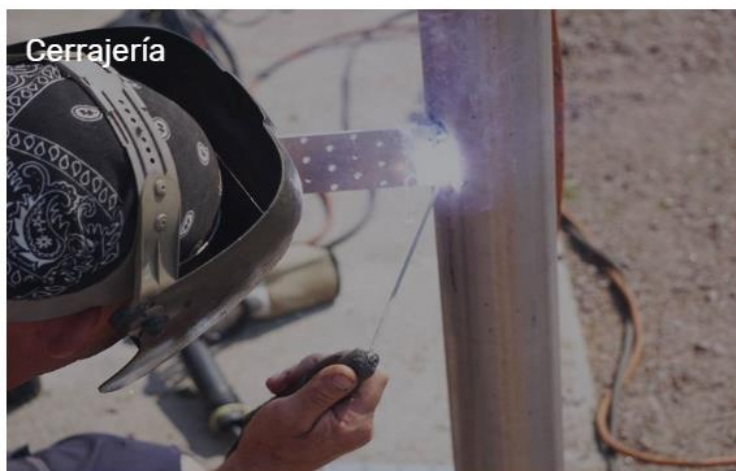
A continuación, comienza el proceso de **marcado**. Esta parte del proceso de fabricación debe ser muy exacta, ya que se debe marcar donde se van a perpetrar los cortes o taladros en la pieza.



Las labores de **corte y perforado** sirven para determinar que forma y dimensión tendrá el producto final. Estas actividades se llevan a cabo con distintas herramientas: sierras, discos, cizallas, plasma y máquinas de oxicorte. Además, cada una de ellas se utiliza para trabajos determinados, por ejemplo, la cizalla se usa para planos, chapas y angulares de no más de 15 mm de espesor, al igual que esta, el corte de plasma se utiliza para grosores más bien finos.



Una de las partes del proceso de fabricación es la **soldadura**. Para soldar las piezas primero se preparan con un biselado en las zonas donde se van a juntar. Dependiendo de lo gruesa o delgada que sea la pieza se utilizan unas máquinas u otras. Para chapas gruesas, se suele utilizar el oxicorte automático.



Las **perforaciones** son necesarias cuando las piezas van atornilladas, en este caso se utiliza un taladro. Si es posible, es preferible taladrar las piezas de una única vez, taladrando dos o más piezas ya armadas.



En la etapa del armado, se ensamblan las piezas acabadas, adoptando la posición que tendrán en el momento de realizar las uniones decisivas. Cuando los elementos del taller pasan a la obra se debe respetar las extensiones y disposiciones que tienen las estructuras, si alguna de ellas no corresponde con las dimensiones de armado se rechazan o modifican.

