

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS EN EL  
MONTAJE DE VIGAS PÓRTICOS TIPO TUBULAR  
HUECO DE 1500 TONELADAS. PLANTA  
EMBOTELLADORA LINDLEY - PUCUSANA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA  
OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**HUGO HJOEL VILCAMICHE ESPINOZA**

**Callao 2019**

**PERÚ**



## **DEDICATORIA**

**Este informe está dedicado a mi padre ALBERTO VILCAMICHE y a mi madre MARÍA LUZ ESPINOZA, por todo lo brindado en estos tiempos.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A mis maestros por contribuir en mi formación profesional. A mis compañeros de estudios por los momentos vividos.**

**A los profesionales que formaron parte en la realización de este informe.**

# ÍNDICE

I.	ASPECTOS GENERALES .....	5
1.1	Objetivos .....	5
1.1.1	Objetivo general .....	5
1.1.2	Objetivos específicos.....	5
1.2	Organización de la empresa o institución.....	6
1.2.1	Antecedentes históricos .....	6
1.2.2	Filosofía empresarial .....	8
1.2.3	Estructura organizacional .....	8
II.	FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL .....	11
2.1	Marco Teórico.....	11
2.1.1	Antecedentes de estudio .....	11
2.1.2	Bases Teóricas.....	12
2.1.3	Aspectos Normativos.....	27
2.1.4	Simbología técnica .....	29
2.2	Descripción de las actividades desarrolladas .....	33
2.2.1	Etapas de las actividades .....	33
2.2.2	Diagrama de flujo .....	34
2.2.3	Cronograma de actividades.....	35
III.	APORTES REALIZADOS.....	38
3.1	Planificación, ejecución y control de las etapas .....	38
3.1.1	Etapa 1: Alcances del proyecto .....	38
3.1.2	Etapa 2: Aseguramiento de la calidad .....	46
3.1.3	Etapa 3: Elaboración de los procedimientos constructivos.....	61
3.1.4	Etapa 4: Cierre de Proyecto .....	121
3.2	Evaluación técnica – económica .....	122

3.3	Análisis de resultados.....	123
IV.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	125
4.1	Discusión.....	125
4.2	Conclusiones.....	126
V.	RECOMENDACIONES.....	127
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	128
	ANEXOS.....	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA GERENCIA DE PROYECTOS SAC .....	9
FIGURA 1.2. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO MONTAJE DE VIGAS PORTICOS TIPO TUBILAR HUECO DE 1500 TONELADAS. PLANTA EMBOTELLADORA LINDLEY-PUCUSANA .....	10
FIGURA 2.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA EMBOTELLADORA .....	14
FIGURA 2.2 EDIFICIO METÁLICO PARA CHANCADO SECUNDARIO .....	15
FIGURA 2.3 PUENTE DE VEHICULAR .....	15
FIGURA 2.4 NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACÉN DE MAYÓLICAS .....	16
FIGURA 2.5 CARGAS EN UNA ESTRUCTURA METÁLICA .....	16
FIGURA 2.6 PRINCIPIO DE UNIÓN DESMONTABLE O ROSCADA .....	17
FIGURA 2.7 PRINCIPIO DE UNIÓN PERMANENTE POR SOLDADURA.....	18
FIGURA 2.8 ESTRUCTURA TIPO PÓRTICO.....	19
FIGURA 2.9 ESTRUCTURA PÓRTICO CON CARTELA.....	20
FIGURA 2.10 PERFILES ESTRUCTURALES PARA VIGAS .....	21
FIGURA 2.11 PERFILES ESTRUCTURALES PARA VIGAS ESPECIALES.....	22
FIGURA 2.12 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	23
FIGURA 2.13 ARMADO DE ESTRUCTURAS EN SUELO.....	24
FIGURA 2.14 POLIPASTOS MANUALES .....	25
FIGURA 2.15 GRÚA POSICIÓN DE OPERACIÓN.....	25
FIGURA 2.16 ENSAMBLE DE ESTRUCTURAS .....	26
FIGURA 2.17 ENSAYO DE TINTES PENETRANTES.....	26

FIGURA 2.18 PINTADO DE ESTRUCTURAS .....	27
FIGURA 2.19 FASES DEL PROYECTO .....	35
FIGURA 2.20 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	36
FIGURA 2.21 FORMA Y DIMENSIONES DEL TERRENO .....	39
FIGURA 2.22 UBICACIÓN DE LOS SECTORES DE LA PLANTA.....	40
FIGURA 2.23 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO .....	45
FIGURA 2.24 POLÍTICA INTEGRADA DE CALIDAD: EMPRESA GERENCIA DE PROYECTOS .....	47
FIGURA 2.25 MAPA DE PROCESOS DEL CONTROL DE CALIDAD METALMECÁNICO.....	48
FIGURA 2.26 PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN METALMECÁNICO DEL PROYECTO.....	60

## **I. ASPECTOS GENERALES**

En la proyección de aumentar la capacidad de almacenaje hasta 1,000 millones de litros de bebidas de gaseosas al año, la empresa Corporación Lindley se planteó la construcción de un almacén del tipo planta estructural con un área de 5000 m<sup>2</sup>.

Por lo que el planteamiento a la problemática antes descrita fue de la siguiente manera:

¿Cómo realizar los procedimientos constructivos en el montaje de las estructuras tipo vigas pórticos en un área de 5000 m<sup>2</sup> de la planta embotelladora Lindley en el distrito de Pucusana – Lima?

### **1.1 Objetivos**

#### **1.1.1 Objetivo general**

Implementar y realizar los procedimientos constructivos para el montaje de vigas pórticos tipo tubular hueco de 1500 toneladas a fin de proyectar una mayor capacidad de almacenaje en la Planta Embotelladora Lindley en el distrito de Pucusana.

#### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Examinar los alcances del proyecto y las condiciones de campo, a fin de realizar la planificación de actividades para la elaboración de procedimientos constructivos en el montaje de vigas porticos de la planta embotelladora Lindley en el distrito de Pucusana.
- Elaborar un plan a fin de ofrecer un aseguramiento de la calidad, basado en los lineamientos de las políticas de la empresa, evaluación de actividades y en concordancia de normas internacionales.
- Elaborar procesos metodológicos o procedimientos constructivos para el correcta instalación de las estructuras metálicas tipo vigas pórticos de la planta embotelladora Lindley en el distrito de Pucusana.

- Garantizar al cliente la conformidad del servicio del montaje de la nave estructural mediante la entrega documentaria ubicados en el dossier de calidad.

## **1.2 Organización de la empresa o institución**

### **1.2.1 Antecedentes históricos**

GERENCIA DE PROYECTOS SAC. (GERENPRO), fue fundada en 1975, con el aporte de la experiencia de su fundador el Ing. José Martínez Garay quien fuera el pionero, frente A Martínez & Linares S.A. Ingenieros (MARLIN) en el Perú de Refinerías de Petróleo - Azucareras - Siderúrgica - Papeleras - Concentradoras de Minerales - Fertilizantes - Ensambladoras Automotrices - Bebidas - Llantas - Papeleras - Químicas y Electroquímicas - Refrigeración - Harina y Aceite de Pescado, etc.

En sus 40 años de operaciones, Gerenpro sigue manteniendo la tradición de su fundador y ha adquirido experiencia propia en los rubros arriba mencionados, mejorando sus métodos administrativos y operativos, es por ello que sus Planes de Control y Aseguramiento de Calidad, Medio Ambiente, Salud y Seguridad, son aplicados en la construcción de almacenes, plantas y naves industriales.

Cuenta con una oficina principal ubicado en el distrito de Barranco, ciudad de Lima, también cuenta con un taller principal, ubicado en Canto Grande-SJL, el cual tiene un área de 3000m<sup>2</sup>, donde se ubica la planta de maestranza y fabricaciones del acero.

### **PRINCIPALES CLIENTES**

- **Gloria S.A.**

- Planta derivados Lácteos

Obra civil metálica para la construcción de un techo estructural de vigas pórtico de 80 Toneladas. Arequipa – Peru (2011).

➤ Planta de leche condensada

Obra civil metálica para la construcción de un edificio estructural de vigas arriostradas y tubo cuadrado de 70 Toneladas en la ciudad de Huachipa - Lima – Peru (2012).

• **Corporación Lindley S.A.**

➤ Planta Embotelladora Pucusana

Obra civil metálica para la construcción estructural de la planta embotelladora pucusana para sus almacenes basados en viga pórtico tipo cajón hueco rectangular en la ciudad de Pucusana - Lima – Perú (2014).

➤ Planta Embotelladora Santa Rosa.

Obra civil metálica para la construcción estructural de la planta embotelladora Santa Rosa para sus almacenes basados en viga pórtico tipo cajón hueco rectangular en la ciudad de Trujillo – Perú (2011).

• **Minera el Brocal**

➤ Ampliación de operaciones a 18000 toneladas - minera brocal

Obra civil metálica para la ampliación de la minera con respecto a la construcción de edificios metálicos, plataformas, cerco perimétrico, chutes verticales y horizontales, tanques horizontales, esféricas, puentes racks para la minera Brocal en la ciudad de cerro de pasco – Peru (2013).

• **Alicorp S.A.**

➤ Centro de distribuciones Alicorp - Arequipa

Obra metálica para la construcción de un techo metálico de estructuras tubulares – 150 toneladas en la ciudad de Arequipa – Peru (2013).

## **1.2.2 Filosofía empresarial**

### **Misión**

Proveer y entregar a la industria peruana nuestros servicios de fabricaciones metálicas, construcción civil y montaje de plantas industriales, manteniendo nuestros altos niveles de, calidad, seguridad, creatividad y rentabilidad dentro de un clima laboral armónico, basado en el respeto y confianza mutua de nuestro personal.

### **Visión**

Ser una empresa altamente confiable y competente en el sector, que garantice a sus clientes servicio basado en calidad y eficiencia cumpliendo compromisos contractuales

Prestar servicios de ingeniería, fabricación y Montaje en el campo metalmeccánico con los más altos niveles de Calidad, seguridad, rentabilidad, cumplimiento y responsabilidad social y empresarial, enfocándose en lograr la plena satisfacción de nuestros clientes y el desarrollo profesional de nuestro personal operativo.

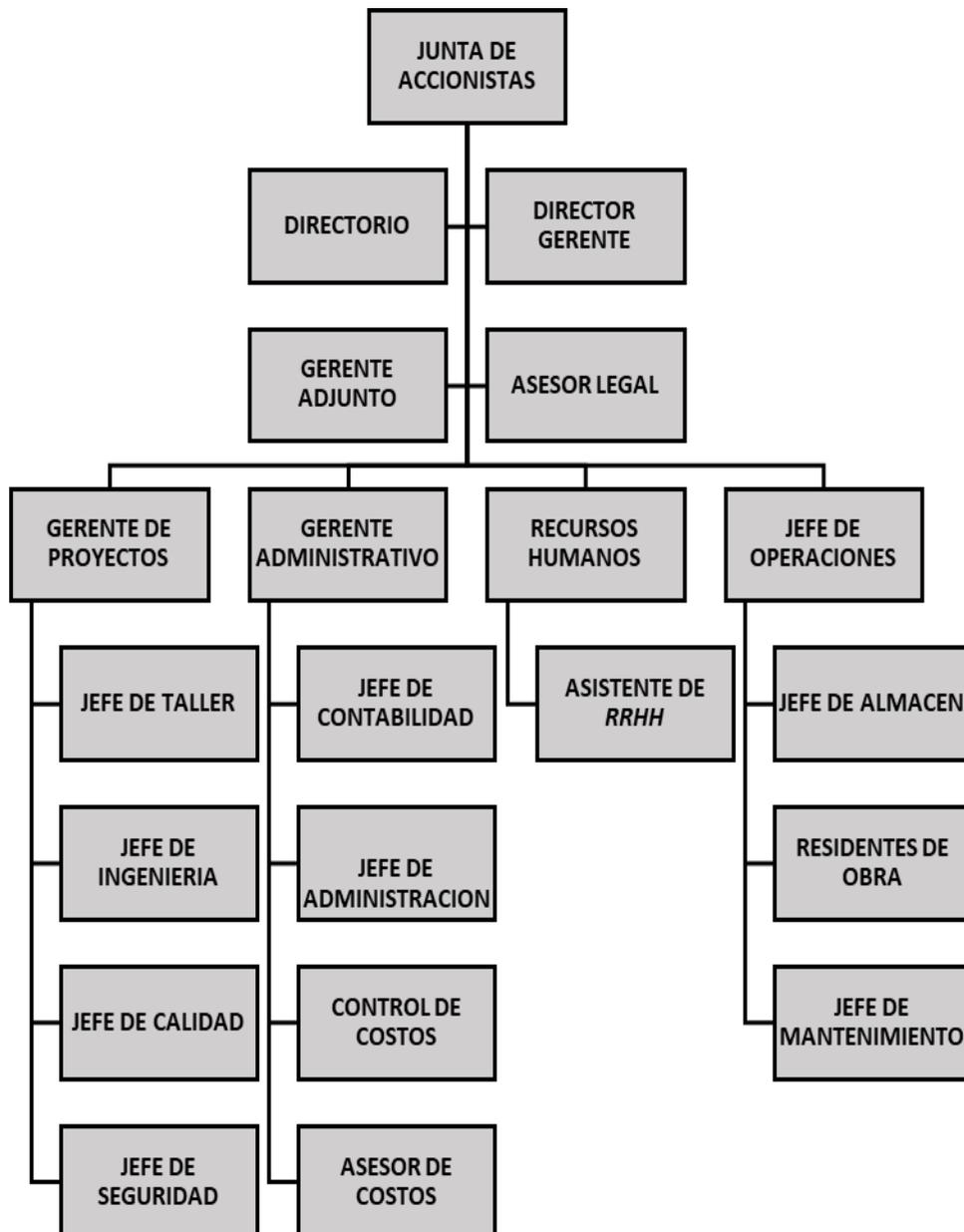
## **1.2.3 Estructura organizacional**

Gerencia de Proyectos Sac cuenta en su planta principal con oficinas y jefes de departamentos, presupuestos, Ingeniería, planeamiento, coordinadores de obra, administradores de obra como se observa a continuación:

- Gerente General : Ing. José Martínez Woodman
- Gerente Adjunto : Ing. Juan Susfalich Tomasevich
- Gerente de Proyectos : Ing. Fernando Noriega
- Residente de Obra : Ing. Raúl Chirito
- Residente Metalmeccánico : Ing. Elliot Chalco
- Jefe de Calidad : Ing. Hugo Icanaque
- Jefe de Ingeniería : Ing. Carlos Guevara León

- Jefe de Calidad Obra : Bachiller Hugo Vilcamiche
- Administración General : Licenciada Mariela Chirinos
- Contabilidad : Lic.Nasser Falcón

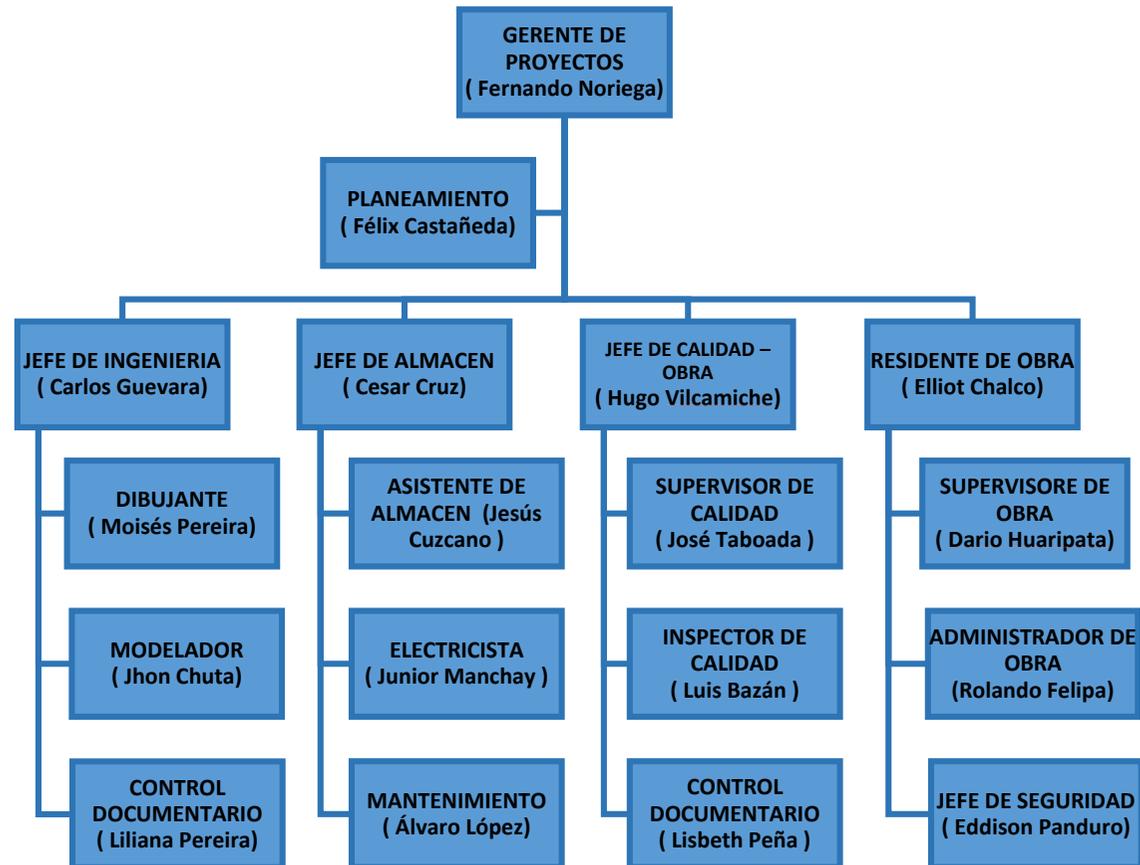
**FIGURA N° 1.1**  
**ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA GERENCIA DE PROYECTOS SAC**



FUENTE: EMPRESA GERENCIA DE PROYECTOS SAC

**FIGURA N° 1.2**

**ORGANIGRAMA DEL PROYECTO MONTAJE DE VIGAS PORTICOS TIPO TUBILAR HUECO DE 1500 TONELADAS. PLANTA EMBOTELLADORA LINDLEY-PUCUSANA**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

### 2.1 Marco Teórico

#### 2.1.1 Antecedentes de estudio

- Sánchez Pintado Mario Miguel 2015 en su tesis titulada “Aseguramiento y control de calidad para el montaje de espesadores soldados en obra” para optar el título de Ing. Mecánico, Universidad Nacional del Callao.

La tesis tuvo como propósito fue describir el Aseguramiento y Control de Calidad en el Montaje de espesadores en Obra, mencionando los Conceptos de Calidad, responsabilidades, plan de Calidad, plan de Puntos de Inspección, procedimientos de Montaje de estructuras ,soldadura y ensayos No Destructivos con el propósito de establecer un orden cronológico de las actividades a realizar y obtener resultados óptimos según las exigencias del cliente.

- Vidal Urquiza Turner Kumar 2017 en su tesis “Planificación, elaboración, control y Aseguramiento constructivo de obras Civiles y electromecánicas” para optar el título de Ing. Mecánico Universidad Nacional de Trujillo.

La tesis indicada busca implementar una metodología para la elaboración de un plan y aseguramiento constructivo para las obras civiles y electromecánicas, a fin de controlar procesos de soldadura mediante ensayos no destructivos, controlar los procesos de preparación superficial y pintura por medio de protocolos y procedimientos.

- Ing. Ana Carolina Gavidia Gonzales y Ing. Ana Maricela Subia Sánchez en su Tesis “Procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio tipo” para optar el título de ing. Mecánico.

La tesis indica los requisitos que todo personal técnico deberá seguir para este procedimiento y lineamiento concerniente a la fabricación y montaje de un edificio con base estructural de acero para garantizar el nivel adecuado de seguridad, confiabilidad y durabilidad.

## 2.1.2 Bases Teóricas

- **Planta Industrial**

Es una fábrica en donde se transforman productos por medio de procesos industriales, en cuya instalación se dispone de todos los medios necesarios a fin de desarrollar un proceso de fabricación que permita obtener los productos deseables, de tal forma que se pueda hacer una combinación entre el trabajo humano y los equipos o maquinas que se encuentran distribuidos eficientemente en el interior del inmueble, a fin de transformar las materias primas en productos terminados mediante un proceso previamente definido. Está compuesta por el propio edificio, instalaciones básicas (agua, desagüe, luz, aire acondicionado, etc.) y las maquinas que realizaran el proceso de manufactura. Existen plantas industriales para cada tipo de mercado entre las principales Podríamos mencionar:

- **Planta maderera**

Las plantas madereras llevan a cabo el procesos de transformación de la madera desde una línea primaria (tablones) hasta una línea secundaria (muebles, mesas, materiales de construcción, etc), pasando por procesos como corte, secado, almacenamiento, etc. En donde el producto final es entregado al mercado.

- **Planta textil**

Las plantas textiles son utilizadas para abastecer a la industria textil mediante la transformación de fibras naturales para convertirlos en hilos a fin de realizar tejidos o telas con las cuales se puedan confeccionan prendas de vestir.

- **Planta farmacéutica**

Son plantas industriales en cuyo interior se fabrican se elaboran medicinas, por medio de procesos primarios y secundarios, Las cuales están sujetas normas y leyes impuestas por las autoridades de la Salud, a fin de proteger la integridad de las personas.

➤ **Planta alimentaria**

Son plantas industriales en cuyas instalaciones se realiza el proceso de transformación de materias primas procedentes de la agricultura y ganadería, a fin de obtener un producto alimenticio para una población.

➤ **Planta embotelladora**

Son plantas industriales en cuyas instalaciones se realizan la transformación de bebidas para el consumo de personas, por medio de una mezcla de ingredientes, para luego ser envasadas en botellas o latas y ser almacenados o distribuidos en el mercado.

• **Planta embotelladora Pucusana**

La planta embotelladora de Pucusana es la culminación de la construcción de una planta industrial de bebidas gaseosas en el Km. 60 de la Panamericana Sur en el distrito de Pucusana, Lima-Perú, la cual consta de 10 líneas de producción en donde 4 de ellas son para botellas de vidrio y las restantes para botellas de polietileno, así mismo cuenta con áreas para almacenar los productos terminados, procesamiento de agua para la preparación de bebidas gaseosas, tratamiento de efluentes, entre otros.

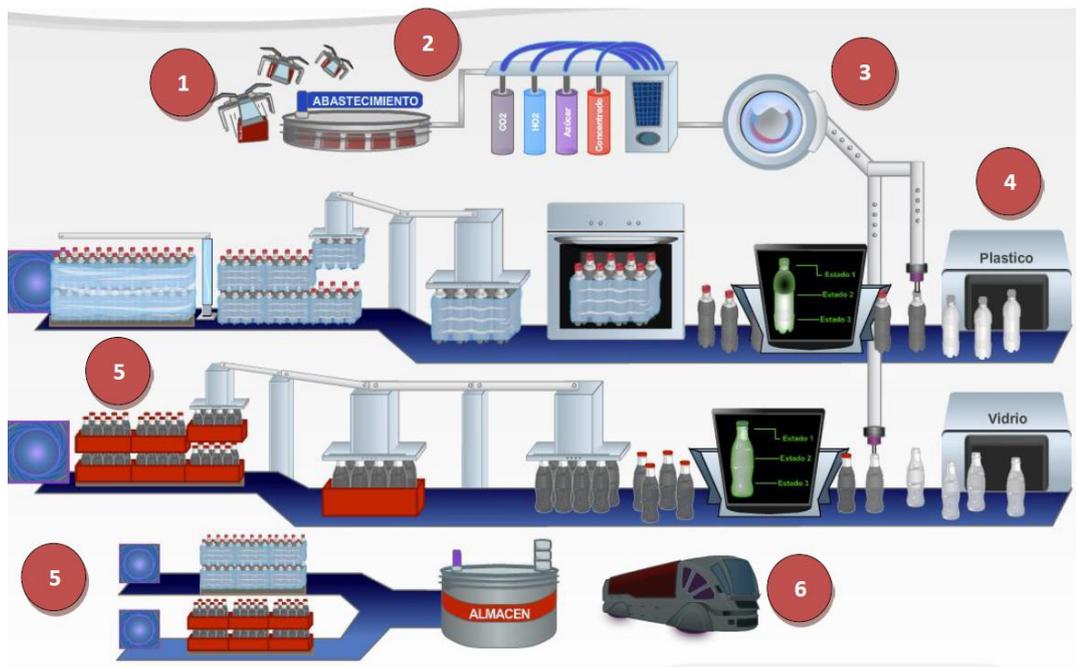
• **Proceso de producción de la planta embotelladora**

Dentro del proceso de producción de la planta podemos encontrar:

- **Abastecimiento (1):** Es la primera etapa del proceso, la cual consiste en el aprovisionamiento de los insumos requeridos para la preparación de las bebidas gasificadas.
- **Almacenamiento de Insumos (2):** es la etapa en la que se almacenan los insumos en un ambiente propicio ubicado en el interior de una estructura o almacén.
- **Preparación (3):** Es parte del proceso productivo que consiste en elaboración de la bebida al mezclar cuidadosamente los insumos, a fin de obtener productos de calidad para los clientes.

- **Envasado (4):** es parte de proceso en la que se protege el producto del medio ambiente al verter las bebidas en el interior de las botellas.
- **Almacenamiento (5):** Es parte del proceso en donde se almacena el producto terminado para posteriormente ser comercializado.
- **Distribución (6):** Es la parte final del proceso de producción de la planta embotelladora, en donde el producto sale de la planta y está listo para ser comercializado en el mercado.

**FIGURA N° 2.1**  
**PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA EMBOTELLADORA**



**FUENTE:** Alcarraz. CADENA DE VALOR – DISTRIBUCIÓN - ARCA CONTINENTAL - LINDLEY

- **Estructura metálica**

Es un sistema o conjunto de elementos metálicos ensamblados que se combinan de forma específica, a fin de cumplir la función para lo cual fue creada, pudiendo ser edificios metálicos para la protección de una zona, almacenes, parte de una planta de procesos, etc.; Techos metálicos, Naves industriales, puentes, etc.

**FIGURA N° 2.2**  
**EDIFICIO METÁLICO PARA CHANCADO SECUNDARIO**



FUENTE: GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C. PROYECTO AMPLIACIÓN A 18 000 TONELADAS DE PRODUCCIÓN – MINERA BROCAL.

**FIGURA N° 2.3**  
**PUENTE DE VEHICULAR**



FUENTE: CERVERA Y BLANCO (2015). RESISTENCIA DE MATERIALES.

**FIGURA N° 2.4**  
**NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACÉN DE MAYÓLICAS**

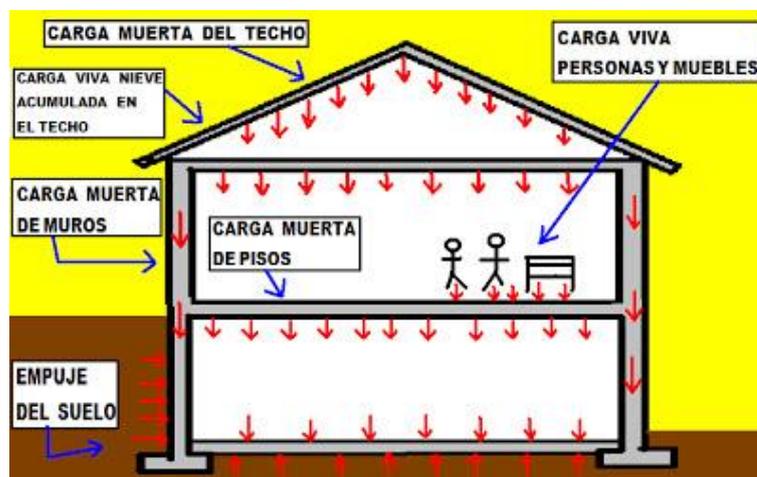


FUENTE: <https://www.titansrl.com.ar/estructura-alma-llena.html>

Las estructuras tienen como finalidad la de transmitir las fuerzas o cargas de la edificación hacia los apoyos, así como de resistir sin sufrir alguna deformación, estas cargas pueden ser:

- Carga muerta: es una fuerza vertical como el propio peso de la estructura, así como aquellos elementos fijos sobre la misma.
- Carga viva: Son aquellas fuerzas o cargas movibles originadas por elementos externos, como el viento, transeúntes, vehículos, etc.

**FIGURA N° 2.5**  
**CARGAS EN UNA ESTRUCTURA METÁLICA**



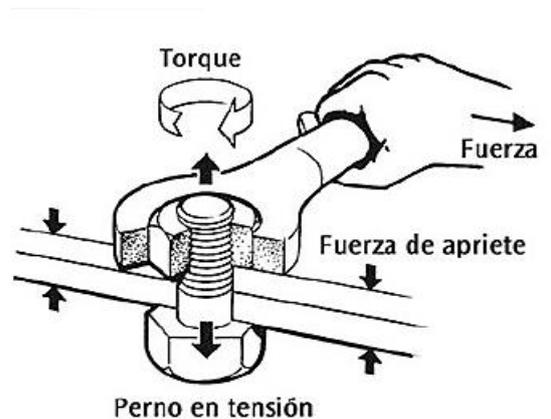
FUENTE: [http://aceromateriaestructural.blogspot.com/2015/03/cargas-de-construccion\\_20.html](http://aceromateriaestructural.blogspot.com/2015/03/cargas-de-construccion_20.html)

- **Uniones en Estructura Metálica**

Es el método en la cual consiste en juntar dos elementos metálicos a fin de transmitir cargas en un miembro a otro, siendo el material usado para la unión de mayor calidad en resistencia, así como en propiedades mecánicas que los elementos metálicos a unir, esta unión puede ser desmontable o permanente.

- **Uniones desmontables:** son aquellos elementos generalmente unidos por pernos estructurales, siendo estos de cuerpo cilíndrico roscado con una cabeza hexagonal por un extremo y una tuerca con rosca hembra por el otro extremo, ajustados por una llave de apriete hasta llegar al torque correspondiente, en donde dicho torque está en función de las características mecánicas del material del perno y su diámetro, siendo estos medidos y verificados por medio de torquímetros mecánicos o hidráulicos.

**FIGURA N° 2.6**  
**PRINCIPIO DE UNIÓN DESMONTABLE O ROSCADA**



FUENTE: <http://www.imcp.cl/?product=pernos-smartbolts-indicadores-de-tension>

- **Uniones permanentes:** son aquellos elementos generalmente unidos por soldadura de arco eléctrico, siendo este un método que se basa en la fundición local del material base con un material de aporte o soldadura, regresando al estado sólido al enfriarse a temperatura ambiente formando una unión permanente entre las piezas metálicas.

**FIGURA N° 2.7**  
**PRINCIPIO DE UNIÓN PERMANENTE POR SOLDADURA**



FUENTE: <http://www.soldar.com.mx/maacutecinas-para-electrodo.html>

De acuerdo al manual de soldadura Oerlikon, las uniones permanentes pueden ser realizadas por distintos procesos de soldadura por arco eléctrico, siendo las más conocidas:

- ✓ **Proceso de soldadura por arco metálico protegido con electrodo recubierto (SMAW):** Es un tipo de proceso de arco eléctrico manual, cuyo arco se establece entre el electrodo revestido y el borde de las piezas a unir, en donde la protección se obtiene por medio de revestimiento del electrodo que se descompone en forma de gas debido a las altas temperaturas.
- ✓ **Proceso de Soldadura por Arco con Alambre Continuo Protegido con Gas (GMAW):** Es un tipo de proceso por arco semiautomático en donde el electrodo metálico sólido y desnudo ingresa en forma continua y no deja escoria, es protegido por medio de gas externamente suministrado, pudiendo ser con gas inerte (MIG) o por gas activo (MAG).
- ✓ **Proceso de Soldadura por Arco con Electrodo Tubular con Nucleo de Fundente (FCAW):** Es un tipo de proceso por arco semiautomático que se da entre un electrodo de metal de aporte que ingresa en forma continua y el charco de soldadura formando por los elementos

metálicos a unir. La protección se obtiene a través de la composición de un fundente contenido en el núcleo del electrodo tubular.

- ✓ **PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO (SAW):** Es un tipo de proceso que puede trabajar con uno o más arcos entre los electrodos metálicos desnudos y el arco de soldadura, la protección del metal fundido y el arco se da por medio de una capa de fundente granular sobre los elementos a unir.

- **Pórtico**

De acuerdo a la Real Academia Española (RAE) define a la palabra pórtico como “un sitio cubierto y con columnas que se construye delante de los templos u otros edificios suntuosos”

- **Estructura tipo portico**

Una estructura porticada proviene de la definición de la palabra pórtico el cual es un sistema cuyos elementos estructurales principales consisten en vigas y columnas conectadas a través de nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones principales de análisis.

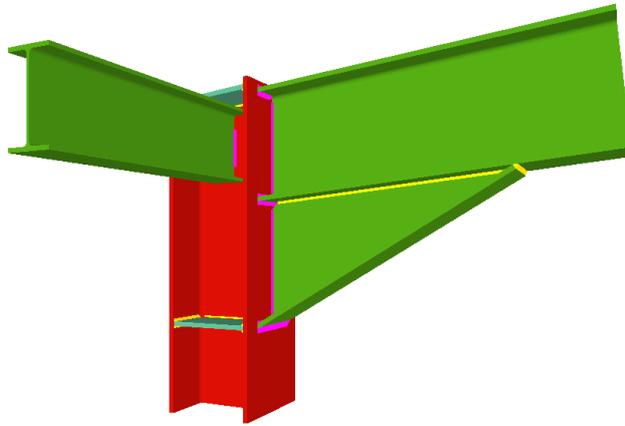
**FIGURA N° 2.8**  
ESTRUCTURA TIPO PÓRTICO



**FUENTE:** GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C. PROYECTO PLANTA CELIMA PRIMERA ETAPA.

Por otro es recomendable hacer uso de cartelas, que son placas metálicas que conectan estructuras primarias (columnas) y secundarias (vigas), cuya función es de asegurar un amarre rígido para un buen funcionamiento.

**FIGURA N° 2.9**  
**ESTRUCTURA PÓRTICO CON CARTELA**



FUENTE: [http://uniones.cype.es/uniones\\_s\\_oldadas.htm](http://uniones.cype.es/uniones_s_oldadas.htm)

- **Nave industrial**

Se le denomina nave industrial a una edificación en donde se realiza en su interior líneas de producción por medio de la combinación de trabajos de máquinas y obreros, así como el almacenamiento industrial de mercaderías, etc. Comúnmente se pueden observar estas naves en forma de techos parabólicos, de techos planos de una, dos o más aguas y del tipo pórtico.

- **Tipos de naves industriales**

Las características de las naves siempre deben de indicarse según las necesidades o actividades que se van a desarrollar en su interior, estos pueden ser clasificados en función de la composición de los materiales de construcción:

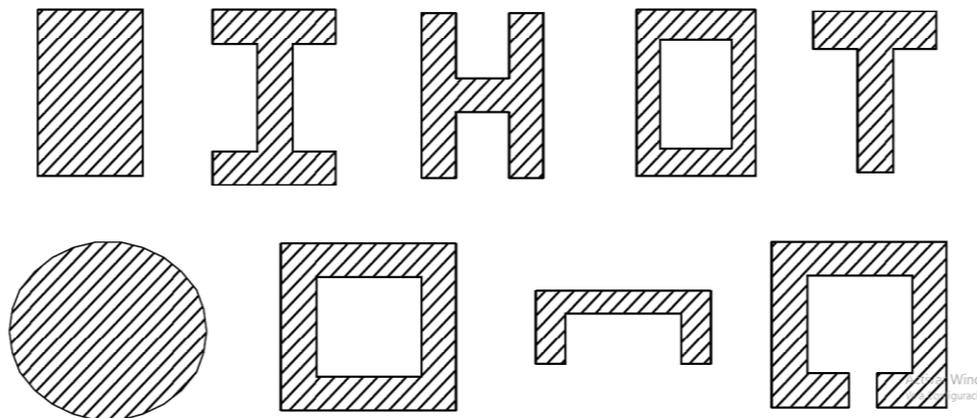
- **Metálicos:** estos pueden ser del tipo parabólicos o de techos planos, de una, dos o más aguas, son usados fundamentalmente para cerramiento de edificios para almacenaje de mercancías sobre piso y entresijos internos, además son útiles cuando se requieren iluminación alta y altura de sus techos, son de diseño económicos y permiten que de sus estructuras sólo puedan soportar cargas livianas tales como cañerías de servicios, sistemas de luminarias, cartelerías.

- **Naves industriales de concreto:** En una construcción civil que tiene un diseño de rápido montaje, siendo usados en las más variadas aplicaciones indicadas líneas arriba, permitiendo estos realizar la suspensión de importantes cargas de las estructuras de sus techos y columnas.
- **Tipo combinado o híbrido:** Denominación utilizada para todas aquellas construcciones donde se combinan los diseños con partes construidas en acero estructural y con material de construcción tipo hormigón armado.

- **Elementos usados en estructuras metálicas tipo portico**

Los elementos mayormente usados en estructuras metálicas tipo pórtico son las denominadas vigas estructurales, las cuales podríamos definir como una estructura metálica alargada, en donde su ancho y altura son muy pequeñas en comparación de su largo. De acuerdo a Mayori en su libro resistencia de materiales aplicada, los perfiles más recomendados para el uso y montaje de estructura metálicas son aquellos que cuentan con altos valores de Inercia, en consecuencia, son más requeridos los perfiles con secciones que tienen mayor altura que las de mayor ancho.

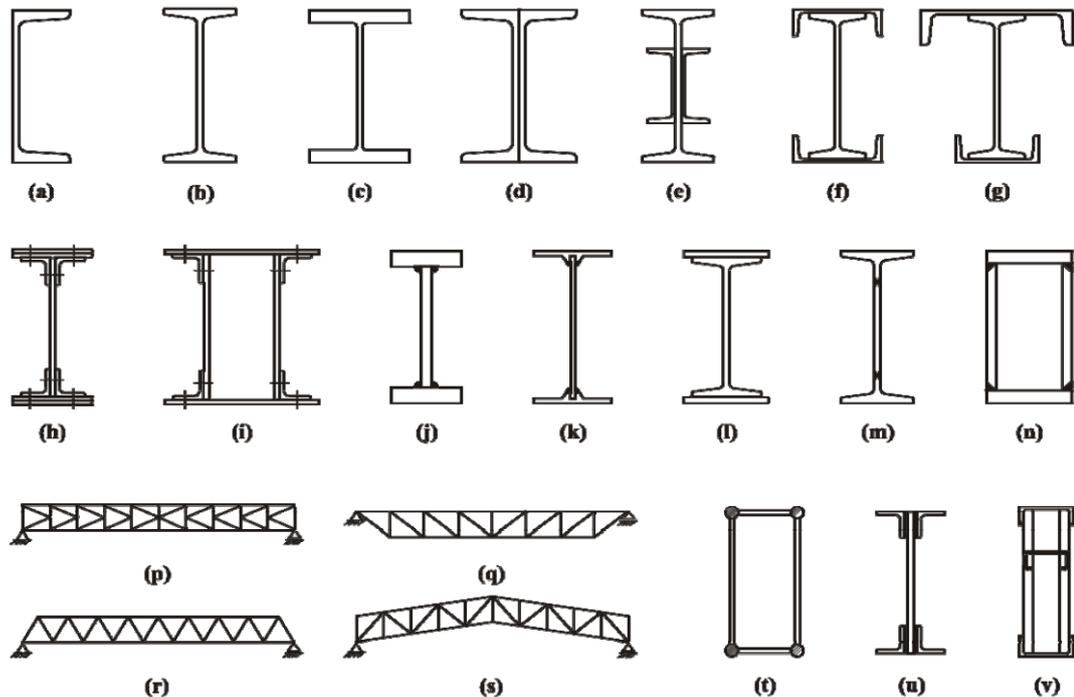
**FIGURA N° 2.10**  
**PERFILES ESTRUCTURALES PARA VIGAS**



FUENTE: MAYORI. RESISTENCIA DE MATERIALES APLICADAS.

Por otra parte existen vigas especiales que son obtenidas a partir de perfiles laminados en frío, plegadas o elementos pre fabricados a partir de ellas.

**FIGURA N° 2.111**  
**PERFILES ESTRUCTURALES PARA VIGAS ESPECIALES**



FUENTE: McCORMAC Y CSERNAK. Diseños de Estructuras de Acero. 2012.

### • Montaje Mecánico de una estructura metálica

Es la etapa de ejecución de un proyecto de construcción cuya actividad consiste en el ensamble o armado en terreno o insitu de elementos estructurales. Esta actividad puede ser dividida de la siguiente forma:

#### a) Evaluación del terreno y levantamiento topográfico

Es la primera parte del montaje de estructuras, en donde se aprecia las condiciones del terreno, analizando sus accesos y dificultades las cuales serán evaluadas, de igual manera se procede a realizar las mediciones de las cotas del nivel de referencia en donde estarán fijadas las bases de las estructuras por medio de las técnicas topográficas.

**FIGURA N° 2.12**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**



**FUENTE: GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.**

**b) Procedimientos constructivos para el montaje estructural**

Podemos definir a un procedimiento como un conjunto de etapas sucesivas de una actividad a fin de ejecutar una acción o meta, así mismo podemos definir a los procedimientos constructivos como la acción en donde se proyectan las actividades de trabajo para realizar una serie de documentos y especificaciones, a fin asegurar la calidad del montaje de las estructuras, cuyo proceso se puede dividir en:

- ✓ **Evaluación y análisis de los planos de ingeniería.**
- ✓ **Elaboración del Plan de calidad**

El plan de calidad del proyecto, describe mediante los documentos que lo componen, las actividades requeridas en los procesos de compras, construcciones, fabricaciones, inspecciones, pruebas y entrega final al cliente, así como también los criterios de aceptación de las mismas para asegurar el cumplimiento de los requisitos especificados.

La elaboración del plan de calidad teniendo como base los alcances y las especificaciones técnicas del proyecto, en este se describe los métodos para la inspección de los procesos, pruebas y ensayos de acuerdo a los requerimientos mínimos del proyecto.

✓ **Elaboración de procedimientos de trabajo, dentro de los más comunes son:**

- Procedimiento de levantamiento topográfico de campo.
- Procedimiento de armado de estructuras.
- Procedimiento de izaje.
- Procedimiento de torque.
- Procedimiento de soldadura.
- Procedimiento de ensayos no destructivos.
- Procedimiento de pintura.

**c) Armado de estructuras**

Es la actividad que consiste en preparar y presentar los elementos metálicos previos al montaje a nivel del suelo, mediante estos preparativos el personal técnico realiza un pre ensamble en una zona de trabajo que no interrumpe las actividades de la planta o empresa que contrata los servicios, de tal manera que minimiza las actividades de montaje críticas que se realizaran en la zona de trabajo que pueda comprometer con las actividades del cliente.

**FIGURA N° 2.13**  
**ARMADO DE ESTRUCTURAS EN SUELO**



FUENTE: <https://mep.pe/programas/estructuras/>

#### d) Izaje de estructuras

El izaje de estructuras es una actividad que se realiza a fin de desplazar elementos primarios o secundarios que no pueden ser desplazados manualmente, para ello se cuenta con equipos de izaje, siendo los más típicos en el mercado los de polipasto para elementos livianos, así como también el uso de camiones grúas tipo brazo articulado y grúas telescópicas para elementos pesados.

**FIGURA N° 2.14**  
**POLIPASTOS MANUALES**



Fuente: Manual técnico Yale.

**FIGURA N° 2.15**  
**GRÚA POSICIÓN DE OPERACIÓN**



**FUENTE: GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.**

#### e) Ensamble de estructuras

Es la etapa del montaje en donde se realiza el fijado de los elementos estructurales mediante el uso de pernos estructurales (unión desmontable) o soldadura (unión fija), entre otros.

**FIGURA N° 2.16**  
**ENSAMBLE DE ESTRUCTURAS**



FUENTE: GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.

**f) Ensayos no destructivos**

Son pruebas o exámenes que se son utilizados con el fin de detectar discontinuidades superficiales y poder determinar las propiedades químicas de un material y el uso de este tipo de pruebas no altera el estado original del producto.

**FIGURA N° 2.17**  
**ENSAYO DE TINTES PENETRANTES**



FUENTE: <https://www.blumersac.com/servicios-y-productos/ensayos-no-destructivos/liquidos-penetrantes-pt/>

**g) Resane de pinturas**

Es la actividad que se usa aplicando un recubrimiento de pintura en las zonas afectadas por soldadura o que presenten daños debidos a

los trabajos de montaje, este tipo de recubrimiento provee alta resistencia química a sustancias corrosivas.

**FIGURA N° 2.18**  
**PINTADO DE ESTRUCTURAS**



FUENTE: <https://gafperu.com/services/pintado-de-estructuras/>

### 2.1.3 Aspectos Normativos

**AISC S335** : **American Institute of Steel Costruction** o Instituto Americano de la construcción de acero estructural, es una norma americana que brinda especificaciones para la construcción de edificios de acero estructural.

**AWS D1.1M** : **Structural Welding Code Steel**, es un código americano donde se especifica los lineamientos para el diseño, construcción, inspección, calificación de procedimientos de soldadura de estructuras metálicas.

**NTP** : **Norma Técnica Peruana**, es un documento técnico que sirve como referencia para su uso en las construcciones de edificaciones.

**RNE** : **Reglamento Nacional de Edificación**, es un estándar donde se especifican las normativas que se tiene que seguir

para trabajos de estructuras de concreto y estructuras metálicas.

**NTE-E.090** : **Norma técnica peruana** que brinda lineamientos para la edificación en estructuras metálicas.

**AWS A5.1** : **Specification for covered carbon Steel Arc Welding Electrodes**, es un código que brinda especificación para el soldeo de acero al carbono con electrodos revestidos.

**ASTM A325** : **American Society for Testing and Materials**, es una norma para el uso de pernos estructurales de alta resistencia.

**SSPC** : **Steel structures Painting Council**, es la norma americana de recubrimientos usada para la limpieza y preparación de superficies con métodos del tipo granallado o arenado para productos del tipo estructuras metálicas.

**SSPC-SP6** : **Steel structures Painting Council**, es una Norma Americano que recomienda su uso en la preparación superficial con chorro abrasivo o arenado comercial cercano al Blanco.

**ASTM A36** : **American Society for Testing and Materials**, es la especificación técnica Americana Normalizada para el uso del acero al carbón estructural.

**ISO** : **Organización Internacional de Estandarización de Normalización**, es una organización que brindar estándares internacionales, compuesto por varias organizaciones.

**ISO 10005** : **Organización Internacional de Estandarización de Normalización**, Norma que brinda lineamientos para elaboración de Plan de Calidad.

**ISO 13920 : Organización Internacional de Estandarización de Normalización,** norma que brinda lineamientos de tolerancias generales en construcciones soldadas.

#### **2.1.4 Simbología técnica**

Es el apartado en donde se encuentra algunas definiciones que serán útiles para la comprensión de la presente investigación, tales como:

**Acero ASTM A36:** es un acero estructural al carbono utilizado en la construcción de estructuras metálicas, puentes, torres de energía entre otras, tiene como densidad 7850 kg/m<sup>3</sup>, el acero A36 en barras planchas y perfiles estructurales con espesores menores a 8" tiene un límite de fluencia de 250MPa ( 36KSI) y un límite de rotura mínimo de 410Mpa ( 58Ksi ).

**Ajuste de perno:** Se entiende como ajuste de un perno a la fuerza con que una tuerca aprisiona una pieza contra otra que está retenida por la cabeza del perno generando una fuerza igual y de sentido contrario a la fuerza que genera la tuerca al ser girada, para poder realizar esta actividad se pueden hacer mediante llaves de forma manual o con el uso de torquímetros mecánicos o neumáticos.

**Columna de concreto:** Las columnas son aquellos elementos verticales que soportan fuerzas de compresión y flexión, además son los encargados de transmitir todas las cargas de la estructura a la cimentación, es decir, son uno de los elementos más importantes para el soporte de la estructura, por lo que su construcción requiere especial cuidado.

**Dossier de Calidad:** documento técnico donde se evidencia o certifica un determinado proceso, producto o servicio, según los estándares de calidad, luego de haberse elaborado el dossier de calidad se guarda o archiva como única unidad documental para su posible consulta futura.

**Ensayos no destructivos:** También llamado END o en inglés NDT Nondestructive testing, son pruebas o exámenes que se utilizan con el fin de

detectar discontinuidades superficiales o internas o también para poder determinar las propiedades químicas de un material, los usos de este tipo de pruebas no alteran su estado original o estado físico, siendo la Sociedad Americana para Ensayos No Destructivos (ASNT por sus siglas en inglés) fundada en el año de 1941, la cual es la sociedad técnica más grande en el mundo de pruebas no destructivas, es también creadora de estándares y servicios para la Calificación y Certificación de personal que realiza ensayos no destructivos, bajo el esquema americano.

**Estación total:** Se denomina estación total a un instrumento electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica y consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales.

**Estructura Primaria:** es un tipo de estructura de acero que se encarga de estabilizar a la estructura en general, estas tienen como función de transferir el peso de todo el conjunto a los cimientos de una construcción, si se realiza bien su construcción y montaje evitar que se vuelque o se deforme, por lo general se trata de vigas (elementos horizontales) que trabajan a flexión y columnas metálicas (elementos en vertical) que se someten a esfuerzos de compresión.

**Estructura Secundaria:** Es aquella que no trabaja con mayores esfuerzos de compresión y flexión, mayormente trabajan a veces con las estructuras primarias con funciones de cubierta y fachada entre otros, podemos indicar como ejemplos de estructuras secundarias a las escaleras metálicas, barandas metálicas, parrillas divisorias, canaletas metálicas para cables, de piso entre otros.

**Estructura metálica:** Se define como aquel elemento que cuyas partes son en su mayoría materiales metálicos, las estructuras metálicas son utilizadas habitualmente en el sector industrial debido a que aportan excelentes características para la construcción, se le puede definir también como un conjunto de partes unidas entre sí que forman un cuerpo, cuyo fin es el de soportar los efectos de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. El uso de las estructuras metálicas ha alcanzado un papel significativo en el ámbito de las estructuras de edificación, en este sentido, el acero laminado se ha configurado, por su gran resistencia y alta fiabilidad, como el material técnico por excelencia y por ello, se ha convertido en un material insustituible en la ejecución de las obras que implican trabajar y obtener grandes luces y mayores alturas.

**Líquidos penetrantes:** es un tipo de ensayo no destructivo que se utiliza para detectar discontinuidades presentes en la superficie de los materiales examinados que pueden dar lugar a futuras fallas de los mismos, generalmente se emplean en aleaciones ferrosas.

**Montaje de estructuras metálicas:** Se define como la instalación de una estructura en un determinado lugar o posición, dependiendo el tipo de estructura el montaje de toda estructura tiene que tener una secuencia y pasos para poder obtener buenos resultados.

**Pintura epoxica:** es un recubrimiento compuesto por dos componentes elaborado a base de resina epoxica, este material provee alta resistencia química a sustancias corrosivas como el agua, álcalis y ácidos.

**Pintor calificado:** es una persona que ha recibido una capacitación en trabajos de pintura, este tipo de calificación es importante ya que la gran demanda de recubrimiento en el Perú hace que todo trabajador de recubrimientos este familiarizado con la selección, preparación y aplicación de cada pintura utilizada.

**Plan de calidad:** La norma ISO 9001 define al plan de calidad como un documento donde se especifican los procedimientos de una actividad o

trabajo a realizar, además para su preparación y elaboración se deberá de seguir los pasos del estándar internacional ISO 10005 donde nos proporcionará directrices para su desarrollo.

**Plan de Mantenimiento:** es un conjunto de tareas programadas donde se especifican los tiempos y las actividades a realizar, el objetivo de todo plan de mantenimiento es de prevenir, cuidar y prolongar la vida útil de todo material o equipo mecánico o eléctrico.

**Registro de Control:** son documentos que proporcionan evidencias objetivas de que los controles e inspecciones se han cumplido y de que los resultados se ajustan a las especificaciones o requisitos establecidos.

**Soldadura:** La soldadura es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son fundidas, se puede agregar un material de aporte (metal o plástico), que al fundirse forma un charco de material fundido entre las piezas a soldar (llamado también como *baño de soldadura*) y al enfriarse, se convierte en una unión fija a la que se le denomina cordón.

**Soldador calificado:** es aquella persona que pasado las pruebas de soldadura mediante un procedimiento de soldadura establecido y con los resultados satisfactorios de las pruebas destructivas y no destructivas.

**Tubular hueco estructural:** Se puede definir como un elemento metálico de perfil o sección rectangular, cuadrado o circular, teniendo una gran variedad en uso en las construcciones estructurales, mayormente en la industria son conocidas como HSS por sus siglas en ingles Hollow Steel Structures.

**Torque:** El torque o momento como también se le conoce, es el producto de multiplicar la fuerza aplicada por el largo del brazo. La fuerza se debe aplicar en una dirección que sea perpendicular al brazo. La magnitud puede ser medida en kgf-m, lbf-pie o en Nw-m.

**Tensión:** La tensión o presión resulta de aplicar una fuerza sobre una unidad de superficie y se mide como la unidad de fuerza dividida por la unidad de superficie Kg/cm<sup>2</sup>, libras/pulg.<sup>2</sup> ó Nw/mm<sup>2</sup>. Cuando se trata de una tracción o compresión en estructuras metálicas se usa el término tensión.

**Topografía:** la topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales, esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores.

**Viga de concreto:** Las vigas son elementos estructurales de concreto armado, diseñado para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, en una sola dirección. Una viga puede actuar como elemento primario en marcos rígidos de vigas y columnas, aunque también pueden utilizarse para sostener losas macizas o nervadas.

## 2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

### 2.2.1 Etapas de las actividades

Con el fin de tener un orden en el proceso constructivo, se estableció una secuencia de etapas que inicio con la fecha 20/11/2013 y culmino el 10/04/2014 tal como se describe a continuación:

#### **Etapas 1: Alcances del proyecto**

- Evaluación de la documentación de inicio de obra.
- Evaluación de la Ingeniería del proyecto.
- Verificación de campo.
- Levantamiento topográfico del terreno (procedimiento).

#### **Etapas 2: Aseguramiento de la calidad**

- Política de Calidad.

- Mapa de procesos.
- Evaluación de las actividades proyectadas por las áreas ejecutoras.
- Plan de calidad.
- Plan de puntos de inspección.

### **Etapa 3: Ejecución de los procedimientos constructivos**

- Procedimiento de montaje de estructuras.
- Procedimiento de apriete de pernos.
- Procedimiento de pintura en Obra.
- Procedimientos de Soldadura.
- Procedimiento de ensayos no destructivos.
- Procedimiento de inspección de estructuras.
- Procedimiento de No conformidades.

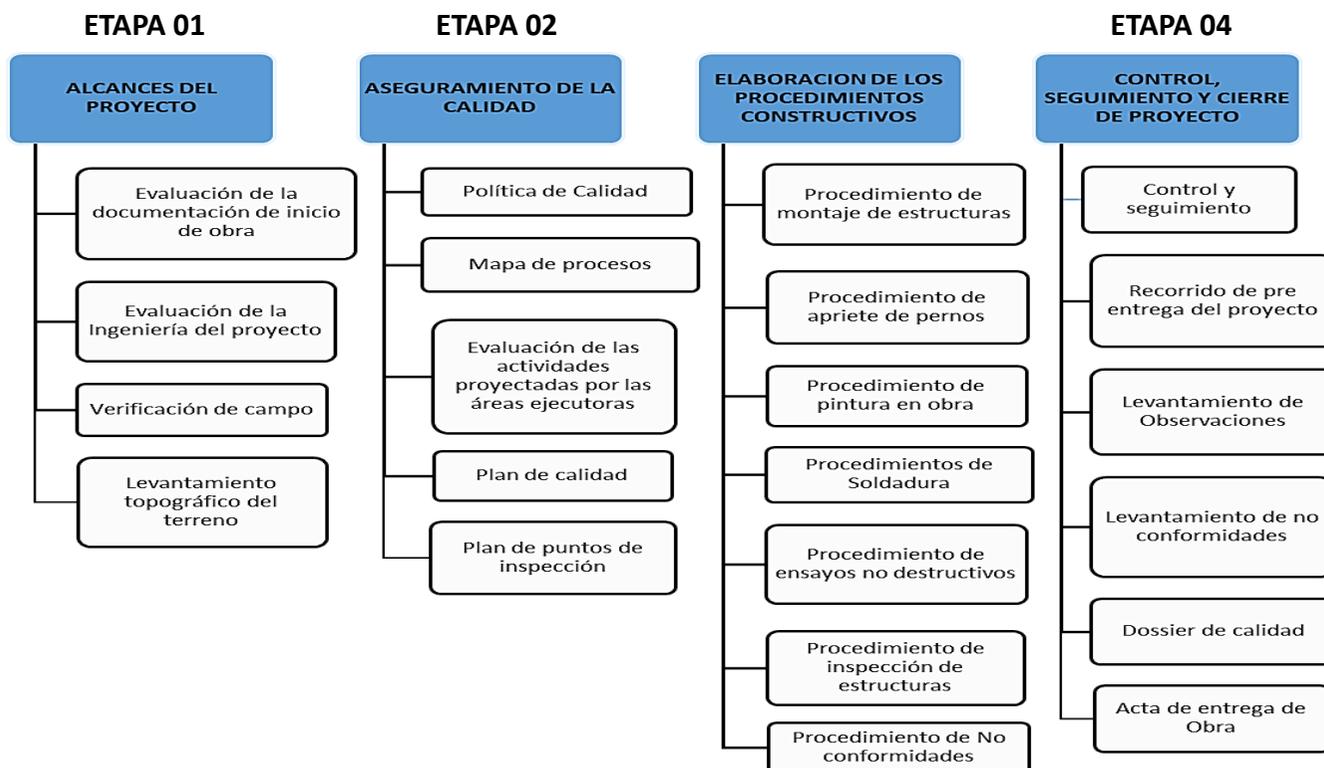
### **Etapa 4: Cierre de Proyecto**

- Recorrido de pre entrega del proyecto.
- Levantamiento de Observaciones.
- Levantamiento de No conformidades.
- Dossier de calidad.
- Planos Ass Built.
- Acta de entrega de Obra.
- Acta de satisfacción al cliente.
- Plan de Mantenimiento.

#### **2.2.2 Diagrama de flujo**

El siguiente esquema muestra las actividades por cada etapa.

**FIGURA N° 2.19**  
**FASES DEL PROYECTO**



FUENTE: Elaboración propia

### 2.2.3 Cronograma de actividades

El cronograma para la elaboración y ejecución de los procedimientos constructivos en el montaje de vigas pórticos tipo tubular hueco de 1500 toneladas para la Planta embotelladora Lindley en el distrito de Pucusana, provincia de cañete, realizado en un periodo 7 meses, desde el 10-09-13 hasta el 11-11-14, como se muestra en el cronograma de actividades.

**FIGURA N° 2.20**  
**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

ETAPAS DEL PROYECTO	2013												2014																										
	SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL													
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04	Semana 05	Semana 06	Semana 07	Semana 08	Semana 09	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24	Semana 25	Semana 26	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30	Semana 31	Semana 32							
<b>ETAPA 1 : ALCANCES DEL PROYECTO</b>																																							
Evaluación de la documentación de inicio de obra																																							
Evaluación de la Ingeniería del proyecto																																							
Verificación de campo																																							
Levantamiento topográfico del terreno																																							
<b>ETAPA 2: ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</b>																																							
Política de Calidad																																							
Mapa de procesos																																							
Evaluación de las actividades proyectadas por las areas ejecutoras																																							
Plan de calidad																																							
Plan de puntos de inspección																																							
<b>ETAPA 3: ELABORACION DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS</b>																																							
Procedimiento de montaje de estructuras																																							
Procedimiento de apriete de pernos																																							
Procedimiento de pintura en Obra																																							
Procedimientos de Soldadura																																							
Procedimiento de ensayos no destructivos																																							
Procedimiento de inspección de estructuras																																							
Procedimiento de No conformidades																																							
<b>ETAPA 4: CONTROL, SEGUIMIENTO Y CIERRE DE PROYECTO</b>																																							
Control y seguimiento del proyecto																																							
Recorrido de pre entrega del proyecto																																							
Levantamiento de Observaciones																																							
Levantamiento de No conformidades																																							
Dossier de calidad																																							
Acta de entrega de Obra																																							

ETAPAS DEL PROYECTO	2014																															
	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	Semana 33	Semana 34	Semana 35	Semana 36	Semana 37	Semana 38	Semana 39	Semana 40	Semana 41	Semana 42	Semana 43	Semana 44	Semana 45	Semana 46	Semana 47	Semana 48	Semana 49	Semana 50	Semana 51	Semana 52	Semana 53	Semana 54	Semana 55	Semana 56	Semana 57	Semana 58	Semana 59	Semana 60	Semana 61	Semana 62	Semana 63	Semana 64
<b>ETAPA 1 : ALCANCES DEL PROYECTO</b>																																
Evaluación de la documentación de inicio de obra																																
Evaluación de la Ingeniería del proyecto																																
Verificación de campo																																
Levantamiento topográfico del terreno																																
<b>ETAPA 2: ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</b>																																
Política de Calidad																																
Mapa de procesos																																
Evaluación de las actividades proyectadas por las áreas ejecutoras																																
Plan de calidad																																
Plan de puntos de inspección																																
<b>ETAPA 3: EJECUCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS</b>																																
Procedimiento de montaje de estructuras																																
Procedimiento de apriete de pernos																																
Procedimiento de pintura en Obra																																
Procedimientos de Soldadura																																
Procedimiento de ensayos no destructivos																																
Procedimiento de inspección de estructuras																																
Procedimiento de No conformidades																																
<b>ETAPA 4: CIERRE DE PROYECTO</b>																																
Control y seguimiento																																
Recorrido de pre entrega del proyecto																																
Levantamiento de Observaciones																																
Levantamiento de No conformidades																																
Dossier de calidad																																
Acta de entrega de Obra																																

FUENTE: Elaboración propia

### III. APORTES REALIZADOS

#### 3.1 Planificación, ejecución y control de las etapas

Las etapas del proyecto son un conjunto de actividades que se realizan en forma secuencial, que argumentan con evidencia en esta investigación, la ejecución del proceso de trabajo basado en la elaboración de procedimientos contractivos para el montaje de vigas tipo pórtico en la planta embotelladora Lindley en el distrito de Pucusana, realizado en forma planificada, bajo un control de las actividades de trabajo, dichas etapas serán evidenciadas en diferentes procesos tal como se describe a continuación:

##### 3.1.1 Etapa 1: Alcances del proyecto

Es la fase en donde se evalúan las especificaciones, requerimientos y características que requiere la empresa a la que se le realiza el servicio y que se manifiestan en el contrato entre empresas, tiene la finalidad de establecer los parámetros necesarios que servirán de base para realizar las planificaciones de trabajo y generar normativas de calidad y seguridad, para el proyecto montaje de vigas pórticos tipo tubular hueco de 1500 toneladas realizados para la empresa LINDLEY S.A. En donde se realizaron las siguientes actividades:

- **Evaluación de la documentación de inicio de obra**

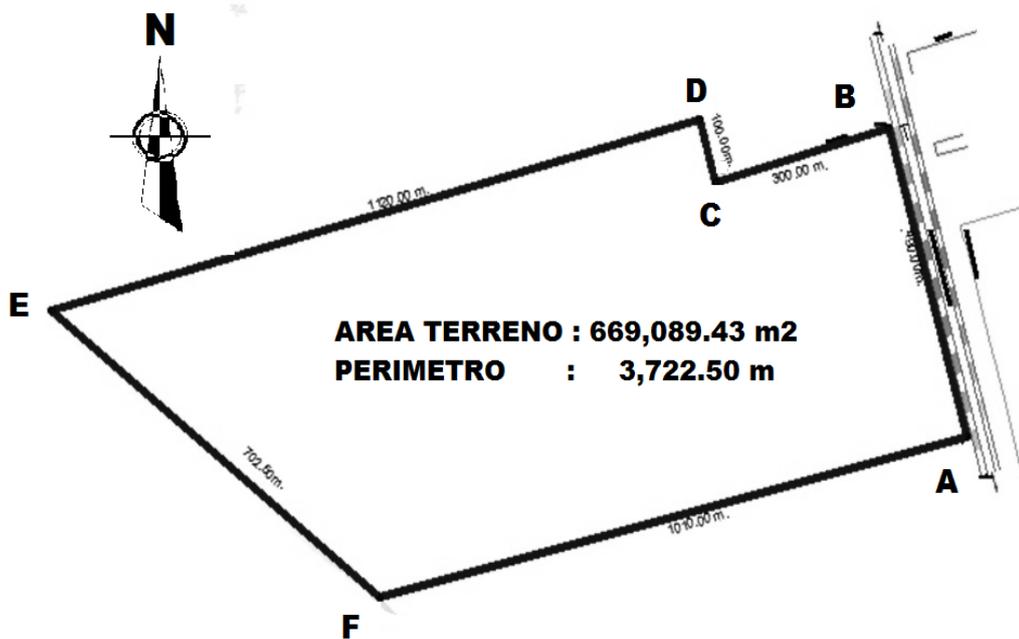
Son las especificaciones técnicas o acuerdos entre el cliente y la empresa ejecutora, entre los cuales se encuentran el contrato, la memoria descriptiva o directrices del proyecto.

- **Contrato del proyecto:** Es el acuerdo legal escrito en donde el cliente y la empresa ejecutora se comprometen a respetar y cumplir.
- **Memoria descriptiva:** Es un documento que normalmente entrega el cliente a la empresa ejecutora, en donde se manifiesta la información real a ejecutar, tales como ubicación, generalidades, áreas, descripción del proyecto, sistemas constructivos, descripción de los sectores,

funcionamiento de la planta y los tipos de materiales a usar, los cuales sirvieron como una guía de referencia que permitió tener una percepción global del proyecto a fin de proyectar actividades como riesgos y procedimientos de trabajo, entre la información brindada se resume algunos textos citados de la memoria descriptiva del presente proyecto:

- ✓ **Ubicación:** Corporación Lindley adquirió un terreno que se ubica en el distrito de Pucusana, en el Km. 60 al lado oeste de la Panamericana Sur, Provincia y Departamento de Lima, cuya área total es de 669,089.43 m<sup>2</sup> (66.9 Ha.). Posee una forma trapezoidal y la zonificación del predio es de Industrial Liviana (I2).

**FIGURA N° 2.21**  
**FORMA Y DIMENSIONES DEL TERRENO**



FUENTE: Memoria descriptiva Cesel Ingenieros.

- ✓ **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:** El proyecto se organiza a manera de bloques que albergan a las diferentes áreas, enlazados entre sí por tres vías longitudinales y dos vías transversales, así como una vía en diagonal en el fondo que lleva al punto más bajo del terreno, espacio destinado para la Planta de Tratamiento de Efluentes y Sólidos.

Las ubicaciones de los sectores responden a la relación de cercanía que deben tener las diferentes unidades productoras entre sí, y los servicios complementarios a su alrededor.

**FIGURA N° 2.22**  
**UBICACIÓN DE LOS SECTORES DE LA PLANTA**



FUENTE: Memoria descriptiva Cesel Ingenieros.

En donde:

Servicios Generales : S-1, S-2, S-3

Fuerza : F-1, F-2

Procesos : P-1, P-2

Nave de Producción: N-1, N-2, N-3, N-4, N-5, N-6, N-7, N-8, N-9

Estacionamiento : E-1, E-2, E-3, E-4

Reciclaje : R-1, R-2

✓ **Sistema constructivo:** La Planta Industrial embotelladora Lindley Pucusana se ha desarrollado en base a los siguientes sistemas constructivos:

- Sistema constructivo con estructuras de pórticos paralelos con una altura libre de 12m y 10m en la zona Proceso, Líneas y Almacén, separados entre sí una distancia de 23 m. y 19 m., el soporte vertical es de columnas de concreto armado que sirven de apoyo a las vigas de concreto postensado. La cobertura considerada es el panel Europerfil modelo Delfos. El cerramiento lateral es de paneles Europerfil modelo Galatea. Estos ambientes deben mantenerse con una presión positiva para evitar el ingreso de polvo o suciedad y garantizar un proceso en un ambiente libre de contaminación.
- Estructura de concreto armado a base de pórticos y placas, losa aligerada en doble sentido.
- Estructuras ligeras con cubiertas en base a tijerales y viguetas para la cobertura tipo TR-4 para los sectores de Fuerza 1 y Fuerza 2.
- Estructura de concreto armado de dos niveles, estructurado en base a pórticos y placas, losa de entrepiso aligerada en un sentido de 20 cm. de espesor.

- Los materiales de los equipos de procesos productivos serán de acero inoxidable especial, exigido para la industria del tipo alimentaria.

✓ **Sector nave de producción (N1al N8)**

Se plantea como primera etapa 10 líneas de producción: 6 de PET y 4 de Vidrio, éstas áreas son las de mayor importancia dentro del contexto del proyecto, por cuanto las exigencias de calidad son las mayores. Estas salas tendrán las siguientes características: cerramientos laterales de panel Europerfil modelo Galatea, puertas con visor, cierrapuertas automático y cortinas de aire, sistema de climatización con presión positiva, contra zócalos sanitarios, estaciones de lavamanos, pisos de concreto con recubrimiento epóxico tipo stonhard o similar, con pendientes de 1.5% a 2% y rejillas de drenaje, también deberán de ser contempladas en estas áreas los sistemas de alarma contra incendios correspondientes. Por encima del proceso productivo se encuentra la Pasarela de Visitas, ubicada a 7.00 m. sobre las salas de producción, está conformada por una estructura metálica colgada del techo de la nave y con divisiones de vidrio templado que permite la vista del proceso productivo.

Este sector se divide en:

- **Servicios de cabecera de Producción:** Edificación integrada a la Nave de Producción de estructura de concreto armado y cerramiento de paneles de dos niveles y una mezanine. En el primer nivel se ubican los servicios complementarios a las líneas de producción, así como las oficinas de supervisión de línea, los servicios higiénicos y las esclusas sanitarias de acceso a las salas de producción. La mezzanine tendrá oficinas, salas de reunión de la supervisión de líneas y la sala de sistemas. El segundo piso tendrá oficinas centrales en la zona techada y en la zona abierta se ubicarán las subestaciones y gabinetes para inyección de aire de las salas de producción. Las oficinas centrales contienen las

oficinas de planta, salas de reuniones, oficina de Gerencia, Sala de Directorio, Archivo Sala de capacitación, depósito y los servicios higiénicos para oficina y para Sala de Capacitación.

- **Área de llenado y líneas de producción:** Los diseños de estas áreas se basan en los criterios de "salas limpias", es decir un sistema constructivo que permite la total higienización del ambiente cumpliendo climatización de 10-20°C (2 a 4 renovaciones de aire), contra zócalos sanitarios, pisos de concreto con endurecedor superficial con pendientes de 1.5% a 2% y rejillas de drenaje equipadas con pantallas (tamices) de fácil manipuleo y limpieza.
  - **Almacén de producto terminado:** Se mantiene el criterio de salas limpias, pero con un nivel de renovaciones de aire menor.
  - **Anden de carga:** En el área de patio de carga, se ha contemplado el techado con estructura metálica, sin cerramientos laterales, se considera piso de concreto.
  - **Pasarela de Inspección y Visitas:** Ubicado a 6.50 metros sobre las salas de Producción, se ha diseñado con estructura metálica una plataforma, de manera tal que permite la inspección del proceso productivo por parte del personal técnico de Planta y de las visitas, a lo largo de las líneas 1 y 2 de Vidrio y PET, en el límite del área de llenado y las líneas de producción. Estas tienen un acceso independiente, que no invade las áreas de producción, selladas con ventanas de cristal templado, de manera de no permitir que algún agente de contaminación se filtre hacia las "salas Limpias". Estas pasarelas serán debidamente ventiladas y/o climatizadas.
- **Evaluación de la Ingeniería del proyecto**

En esta actividad se procede a revisar todos aquellos documentos relacionados directa o indirectamente con la ingeniería del proyecto, a

fin de proporcionar la información necesaria para programar actividades como la selección de materiales, la logística del proyecto, inspección de campo previos al montaje entre otros, logrando evitar en lo posible algún tipo de retraso que afecte el montaje de estructuras, el área de calidad revisa estos documentos los cuales pueden ser memorias de cálculos, así como planos de construcción y montaje propios de su disciplina, indicando la información básica necesaria para su buen entendimiento e interpretación, como por ejemplo:

- Los planos de ingeniería ayudaron con la información del tipo de acero a utilizar en el proyecto (acero estructural ASTM A36), los espesores y las dimensiones de los materiales, siendo estos de gran ayuda para la elaboración de los procedimientos de soldadura WPS y PQR.

Así mismo esta información es útil para realizar actividades como la selección de los equipos de ejecución, seleccionándolo en base a las dificultades del terreno, la funcionabilidad de la obra y la magnitud del proyecto.

La selección de equipos y maquinas tomo un papel importante en el presente proyecto ya que se seleccionaron máquinas de soldadura de alta eficiencia para la fabricación de las estructuras.

- **Verificación de campo**

Es el estudio de campo donde se obtendrá información de campo y de esta forma recopilar información tales como accesibilidad, condiciones ambientales, dificultades, necesidades del cliente, el área de calidad analiza estas variables y la transforma en información a fin de que pueda ser utilizada para diversas tomas de decisiones que involucraran a la elaboración de los primeros procedimientos constructivos como el procedimiento de trabajo general de montaje de estructura, el cual proporciona lineamientos genéricos para la localización de puntos de

acopio, planificación de los tipos de trabajo, evaluación de riesgos, traslado de materiales, maniobras, etc.

- **Levantamiento topográfico del terreno**

Es una actividad de inspección que brinda información respecto al suelo o nivel de referencia por medio de técnicas topográficas haciendo uso de un equipo denominado estación total, el cual debe operar acompañado a su certificado de calibración para asegurar que se encuentre en óptimas condiciones, esta técnica es necesaria a fin de asegurar un correcto montaje ya que en ellas se verifican las condiciones topográficas del proyecto, planos topográficos, las cotas, niveles y orientación al equipo de construcción y de ser necesario un replanteo de medidas en obra.

**FIGURA N° 2.23**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO**



**FUENTE:** Elaboración propia

El levantamiento topográfico se realiza antes de dar inicio al montaje, verificando las cotas de los puntos en donde se instalarán las estructuras, siendo las columnas de concreto en el presente proyecto una actividad realizada por el área de construcción civil, por lo que fue de gran importancia la corroborando las medidas que se encuentran en los planos de montaje, como el nivel y alineamiento de ejes a fin de evitar complicaciones posteriores.

Así mismo este levantamiento se realiza durante la ejecución del proyecto a fin de estar seguro de que los puntos y niveles de las cotas estén como se detallan en el proyecto, de no ser así se actualizara la información respetando los datos contenidos en los planos, todas las actividades antes mencionadas.

Por último, se verificaron las cotas de los niveles al final de la ejecución de la obra, pues de ella dependerá que se cumplan con los requisitos y el buen comportamiento del proyecto.

### **3.1.2 Etapa 2: Aseguramiento de la calidad**

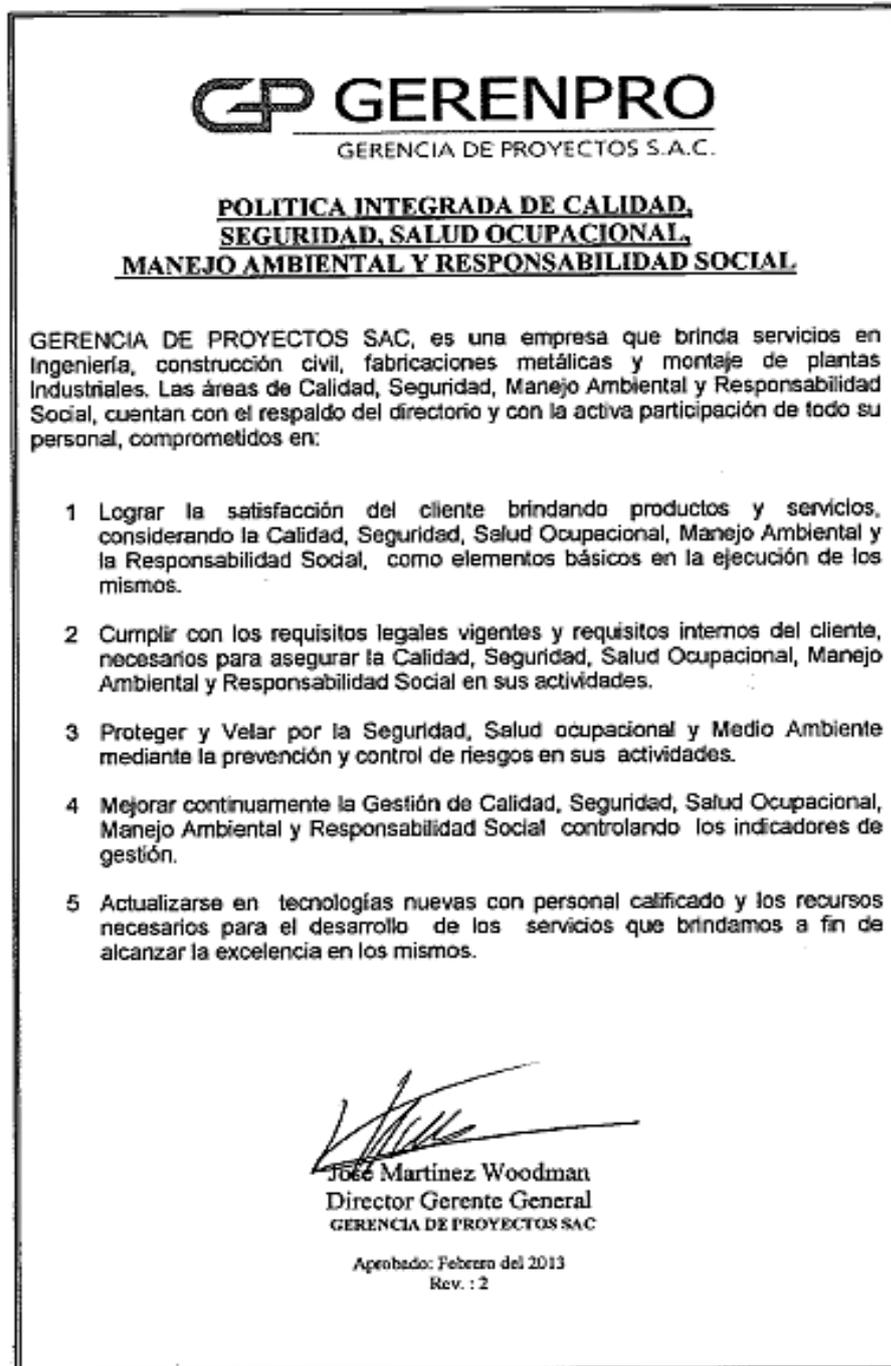
Es un conjunto de actividades o procesos usados en un sistema de gestión de cada empresa con la finalidad de satisfacer la calidad de un producto, la ISO 9001 gobierna este proceso de gestión la cual nos brinda ciertos parámetros estandarizados para su cumplimiento los cuales repercuten en la elaboración de los procedimientos constructivos, siendo necesaria la siguiente información:

- **Política de Calidad**

La política de calidad es el documento donde se plasma el compromiso de la dirección de la empresa a implantar un sistema de gestión de la calidad permitiendo de esta manera satisfacer los requerimientos técnicos contractuales y exigencias del cliente de acuerdo a los antecedentes y especificaciones del proyecto.

FIGURA N° 2.24

**POLÍTICA INTEGRADA DE CALIDAD: EMPRESA GERENCIA DE PROYECTOS**



FUENTE: Gerencia de proyectos S.A.C.

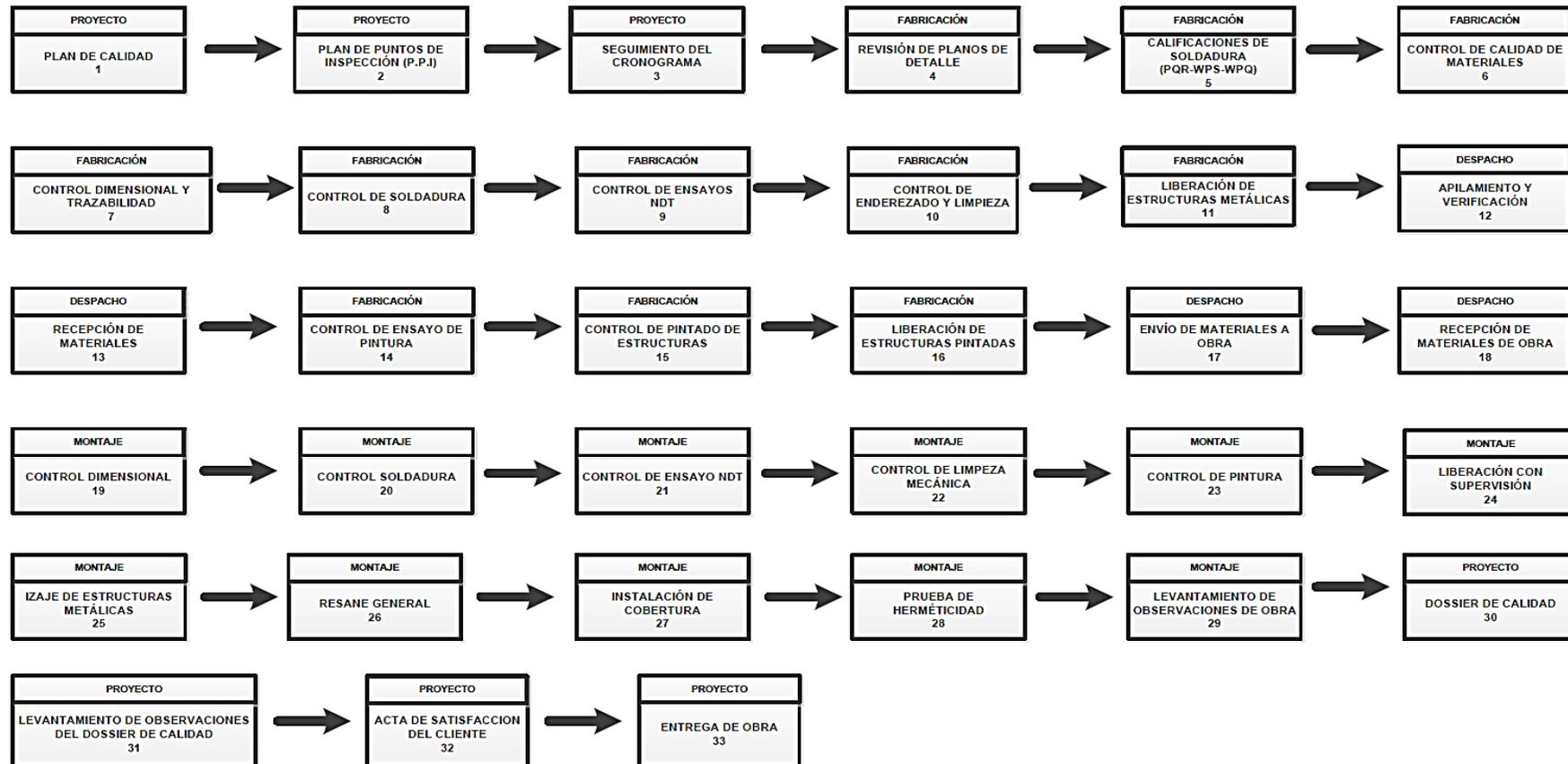
- **Mapa de procesos.**

Es un conjunto de actividades que se interrelacionan entre si con una perspectiva global de un proceso operacional.

FIGURA N° 2.25

MAPA DE PROCESOS DEL CONTROL DE CALIDAD METALMECÁNICO

PROCESO: CONTROL DE CALIDAD METÁLMECANICO  
 CÓDIGO DEL PROCESO: MP-03 REV:2  
 FECHA: 07/01/13



FUENTE: Gerencia de proyectos S.A.C.

- **Evaluación de las actividades proyectadas por las áreas ejecutoras**

De acuerdo a los procesos proyectados en el mapa de procesos, es necesario una reunión entre las partes ejecutoras involucradas, tales como el área de producción que se encarga de la fabricación, el área de seguridad que será quien evalúe los riesgos en obra, el área de ingeniería la cual es el soporte técnico en obra ante cualquier modificación requerida por el cliente o por alguna obstrucción no planificada, el área de montaje mecánico en la cual se soporta la mayor cantidad de trabajos como recepción de materiales, así como el armado, soldeo o apriete de pernos de la estructura, trabajos de izaje manual o con grúa, el área topografía que verifica las cotas, entre otros, a fin de recopilar la información necesaria para realizar los documentos necesarios para asegurar un servicio de calidad plasmados en el plan de calidad.

- **Plan de calidad.**

El Plan de calidad de Montaje, para el presente proyecto se llevará a cabo en todos los procesos de nuestro sistema de gestión de calidad que están directamente relacionados con el cumplimiento de los requisitos del cliente, el plan de calidad está elaborado en concordancia con las normas técnicas, códigos y especificaciones que son documentos que rigen y regulan los procesos de montaje de estructuras metálicas.

EL plan de calidad describe mediante los documentos que lo componen, las actividades requeridas en los procesos de compras, procesos constructivos, inspecciones, pruebas y entrega final al cliente, así como los criterios de aceptación de las mismas para asegurar el cumplimiento de los requisitos especificados y son ejecutados por Inspectores QA/QC, supervisado por Supervisores QA/QC y Auditado por el Jefe de calidad en obra.

Así mismo el plan de calidad establece los siguientes controles:

➤ **Control de procesos**

El control de los procesos constructivos se realizará según el servicio contratado y aplicación respectiva del proyecto de acuerdo a los procedimientos internos que tiene establecido GERENPRO, con respecto al Montaje de estructuras metálicas se encuentran las actividades de:

- Ensamble de estructuras.
- Montaje.
- Nivelación.
- Soldadura.
- Unión pernada
- Ensayos No destructivos.
- Resane de pintura en Obra.

➤ **Control de calidad del proyecto**

Para los controles de calidad realizados por la supervisión del cliente en el montaje de estructuras metálicas, el Contratista GERENPRO entrego avances de los registros de control de calidad para su gestión ante el cliente, el area de calidad ejecuta el plan de puntos de inspección, Ensayo y verificación en cada proceso, siendo estas realizadas durante y/o a la finalización del proceso constructivo.

Así mismos mantiene al día los procedimientos operativos de montaje que garantizan la realización de las inspecciones y ensayos durante los procesos constructivos.

✓ **Durante los Procesos Constructivos**

- El área de calidad Inspecciona, ensaya e identifica los productos tal como se establece en los programas de puntos de inspección, protocolos de pruebas y ensayos.

- Mediante métodos de control y supervisión del proceso, establece la conformidad de los productos con los requisitos especificados.
- Conserva los productos hasta completar las inspecciones y ensayos requeridos o recibir y verificar los informes necesarios.
- Identifica los productos no conformes.

En particular, durante las distintas fases de construcción se lleva un autocontrol y una supervisión de los mandos correspondientes.

#### Control de calidad de materiales para montaje

Las materias suministradas en las diferentes especialidades del proyecto serán inspeccionadas según las bases establecidas del contrato a través de los certificados de calidad aplicando un registro de control de materiales y de acuerdo a las normativas del ASTM.

Los aceros suministrados en planchas, barras y perfiles para el proyecto serán en calidad ASTM según las bases del proyecto o un acero equivalente aprobado por la supervisión del cliente, según el certificado de calidad del material.

#### ✓ **Material base**

- Los Tubos Rectangulares y/o Cuadrados conformados por soldadura ERW serán adquiridos en los proveedores de acero serán en calidad ASTM A500 Grado A/ Grado B y ASTM A1011 GRADO 36 o lo indicado en las especificaciones.
- Los Ángulos adquiridos en los proveedores de acero serán de calidad ASTM A36 o lo indicado en las especificaciones.
- Los pernos de anclaje serán de calidad ASTM A307 o lo indicado en las especificaciones.

- Los pernos de las conexiones de estructuras principales serán de calidad ASTM A325 o lo indicado en las especificaciones.

✓ **Material de aporte**

- **Soldadura de obra**

El material de Aporte a utilizar para el apuntalamiento de estructuras metálicas será: SMAW: AWS E6011 de 1/8"

El material de Aporte a utilizar para la soldadura de estructuras metálicas montadas será:

- SMAW : AWS E7018 de 1/8"
- GMAW : AWS ER70 S-6 de 1.0 y 1.2 mm

- **Gases de obra**

- Los gases de aporte a utilizar para el corte de estructuras serán Acetileno y Oxígeno
- Los gases de Pre calentamiento del Acero serán: Propano y Acetileno.
- Los gases de Protección de Soldadura serán: 100% CO2 Puro y (80%AR+20% CO2) Mezcla.

- **Pintura de resane**

- La Pintura a aplicar sobre las estructuras metálicas para el resane serán Epoxicas.
- Se aplicará una primera capa de pintura base de Auromatic 80 EP (RAL 7047) para resane y una segunda capa de pintura de acabado de Auromatic 80 EP RAL (7035) para resane, según se requiera en la zona afectada.

- Para Evitar el efecto de Tizado de las estructuras metálicas pintadas con pintura Epoxicas y montadas en Obra, producto de los rayos U.V en climas cálidos, se recomienda utilizar en la capa final de pintado un Poliuretano a 2 mils, ello se aplicará según la aceptación del cliente y según el presupuesto aprobado para GERENPRO.

➤ **Control de calidad del armado de estructuras metálicas**

Para la Inspección de control de calidad del montaje se verificará la preparación de los bordes y biseles antes de Iniciar el proceso de soldeo, La inspección de control de calidad dimensional para montaje se realizará al 100% de los elementos, según los planos de marcas, montaje y Tolerancias del criterio de aceptación del ASTM A6 y ISO 13920.

Se realizaron el control dimensional del Pre montaje en:

- Para el Premontaje de la estructura Tijeral: se verifico la estructura ensamblada principal haciendo énfasis en la medida de la contra flecha, diagonales principales, montantes y la posición de los agujeros, el diseño de la unión soldada en las juntas principales de obra fue realizado con junta de soldadura recta con material de respaldo backing.
- Para el Premontaje de Estructura Pórticos: se ensamblaron los 3 tubos pórticos, para formar un solo pórtico, presentado para montaje, dichos pórticos se empernarán con pernos ASTM A325 utilizando 1 tuerca y 1 arandela de fijación en un solo extremo, según el torque recomendado por el fabricante.
- El área de calidad de GERENPRO en obra, utilizaron los reportes de pre montaje realizados en la fabricación, para presentación y liberación ante la supervisión.

- Para el Premontaje de Estructura Pasarella: se verifico la estructura ensamblada principal haciendo énfasis en la medidas finales, diagonales principales y Montantes , el diseño de la unión soldada en juntas principales de obra será con junta recta con material de respaldo balcking .

➤ **Control de calidad del torqueo de estructuras metálicas**

Para estructuras Primarias (Pórticos) se utilizaran Pernos hexagonales ASTM A325 galvanizados o equivalente SAE Grado 5, Las Tuercas de dichos pernos deberán ser galvanizadas en calidad ASTM A194 2H, la Arandela deberá ser galvanizado en calidad ASTM F436.

Para estructuras secundarias se utilizaran tuercas y arandelas estructurales en calidad ASTM A307.

Después del ensamble de la junta todas las superficies en contacto, así como las superficies adyacentes a la cabeza y a la tuerca de los tornillos, estarán libres de escama de laminación suelta, óxido suelto, tierra y materias extrañas.

Deberán removerse las rebabas que no permitan que asienten sólidamente las partes conectadas al efectuarse el “apriete”.

El Ajuste de los Pernos ASTM A325 será realizado según el Torque que se define en el cuadro N° 1 del Proveedor de Pernos o siguiendo un cálculo específico, Por ejemplo Según el Cuadro descrito Para los Pernos ASTM A325 de diámetro 3/4" -10 UNC Utilizaremos un Torque de  $T = 320 \text{ Lb-Pie}$ .

➤ **Control de calidad de la soldadura de estructuras metálicas**

- **Procesos de soldadura**

La selección de los procesos de soldadura a utilizar en el presente proyecto se aplica en función al espesor del Acero, criterios de

producción, posición de soldadura y control de calidad y según lo permitido por el código de soldadura AWS D1.1 2010.

Los Procesos de soldadura de fabricación a utilizarse en el presente proyecto serán por parte del constructor: Proceso de soldadura de Montaje: SMAW/GMAW.

- **Máquinas de soldar**

Las máquinas de soldar a utilizar en el proyecto se les realizarán una calibración comparando los parámetros de voltaje y corriente del multímetro calibrado versus el display de la máquina de soldar, dichos datos se llevarán a un registro de máquina, dicha actividad será mensual y plasmado en el registro de control de calidad.

- SMAW: Máquinas de Aplicación: Monofásicas y trifásicas R220, R330, R400.
- Máquinas de Aplicación: trifásicas CCEP.
- GMAW: trifásicas CCEP, Multiprocesos.
- Fuentes de Poder +Suitcase 12 Vs (XMT 350 CC/CV).

- **Inspección visual de los cordones de soldadura en obra**

La Inspección visual de los cordones de soldadura se realizará en el antes, durante y después del proceso de unión por soldadura.

- **En el Antes se verificara:** Los Planos de montaje, marcas, Los biseles de las uniones a soldar, los materiales de trabajo, la selección de procesos de soldadura, los procedimientos de soldadura precalificados o calificados, Preparación de PQR para el proyecto, calificación de soldadores.
- **En él durante se verificará:** los parámetros de voltaje y corriente, velocidad de avance es decir el WPS, PQR

operativos de producción, Temperaturas de precalentamiento, Temperatura de interpase según espesor del material a soldar, Ensayos no destructivos muestrales aplicados al montaje de estructuras metálicas.

- **En el después se verificará:** la calidad de los cordones de soldadura, el Post calentamiento de los cordones de soldadura según espesor de material del proyecto asignado e inspección visual según AWS D11.1 2010.

➤ **Control de dispositivos de medición y seguimiento**

Los equipos utilizados para el control e inspección, medición, verificación y calibración deberán estar en condiciones de uso y con calibración vigente. Los equipos de medida solicitados a los proveedores estarán acompañados del correspondiente certificado de calibración incluyendo las características técnicas exigidas y la documentación que demuestre su calibración vigente, además de señalar la duración del periodo de calibración.

El Inspector QA/QC, revisará la vigencia de los informes y certificados de calibración antes de proceder a las mediciones definitivas. Asimismo, se deberá asegurar las condiciones ambientales adecuadas para el almacenaje de equipos e instrumentos, que por su precisión lo requieran. Sólo se utilizarán equipos que se encuentren dentro del periodo de calibración vigente.

El tiempo estimado de calibración de los equipos dependerá del uso al cual estén sometidos y del ambiente de conservación será de 8 meses a 12 meses.

GERENPRO mantendrá un programa de calibración de todos sus equipos e instrumentos, para garantizar una medición eficiente, manteniendo en todo momento una trazabilidad de calibración.

Los equipos de control de calidad a calibrar serán: Vernier, Micrómetro de exteriores, Cinta métrica de 50 metros, Galga de calibración de soldadura, Pinza Amperimétrica, Nivel mecánico, Galgas de calibración de Pintura, Torquímetro.

Para demostrar la conformidad de los productos con los requisitos especificados, se controla, el mantenimiento de los equipos de inspección y ensayo mediante las siguientes tareas:

- Determinar las mediciones que deben realizarse, la precisión de las mismas y la selección de los equipos de inspección, medición y ensayo apropiados.
- Identificar todos los equipos y dispositivos de inspección, medición y ensayo que puedan afectar a la calidad del producto, y se calibran y ajustan a intervalos establecidos o antes de su utilización. La calibración deberá ser realizada por medio de equipos acreditadamente certificados que tienen una relación válida con patrones nacionales o internacionales reconocidos.
- Establecer documentalmente y mantener al día procedimientos escritos de Calibración en los que se incluyen los datos necesarios sobre el tipo del equipo, su número de identificación, localización, frecuencia y método de las verificaciones, criterios de aceptación y acciones a tomar cuando los resultados no son satisfactorios.
- Identificar los equipos de inspección, medición y ensayo con la marca apropiada o registro de identificación aprobado, que indica su estado de calibración. Mantiene vigentes los registros de calibración de los equipos de inspección, medición y ensayo, como parte importante de la documentación generada por el sistema de calidad.

- Evaluar y establecer documentalmente la validez de los resultados obtenidos con anterioridad con los equipos de inspección, medición o ensayo que están fuera de calibración.
- Asegurar que las calibraciones, inspecciones, mediciones y ensayos se realizan en condiciones ambientales adecuadas.
- Asegurar que la manipulación, la protección y el almacenamiento de los equipos de inspección, medición y ensayo no alteran su precisión y aptitud para el uso.
- Proteger los medios de inspección, medición y ensayo, incluyendo los elementos ya utilizados en los ensayos contra desajustes que invaliden las calibraciones realizadas.

➤ **Control de producto no conforme**

Se establecido un control de todos aquellos elementos que no cumplan con los requisitos especificados, dependiendo de su situación fueron identificados y separados temporal o definitivamente basándose en la disposición que emita Control de calidad. El Supervisor QA/QC efectuara el seguimiento de los elementos no Conformes hasta su disposición final referente a su utilización o no en el proyecto, las posibles disposiciones serán:

- Reparación para satisfacer los requerimientos especificados
- Aceptación con o sin reparación por concesión
- Reclasificación para otras aplicaciones
- Rechazo definitivo o desecho.

Si los materiales son reparados, serán sometidos nuevamente al proceso de control establecido en el presente documento. Todo elemento no conforme está debidamente identificado, de tal forma, que no pueda seguir su curso productivo. Asimismo, no es utilizado,

hasta que la no conformidad quede resuelta y se determine si el componente, es apto para su utilización o por el contrario debe ser apartado del proceso productivo. La actividad afectada, queda siempre retenida, hasta que la no-conformidad sea subsanada.

- **Plan de puntos de inspección**

Los planes de Puntos de Inspección (P.P.I) establecen, para cada proceso, las etapas en las cuales se va a inspeccionar, las características críticas, el método de inspección, los ensayos, los documentos que contienen los criterios de evaluación (Normas, Especificaciones, etc.) y los registros aplicables en cada etapa. En la ejecución del proceso de construcción se aplicará los Planes de Puntos de Inspección (P.P.I) aprobados. Estos documentos definen los controles y pruebas que se deben realizar a través de todo el proceso; quedando constancia de las inspecciones realizadas en los respectivos Registros de Control de Calidad indicados en dichos documentos.

La supervisión, tiene opción a presenciar cualquier prueba, ensayo o inspección prevista, sin que esto pueda representar, en modo alguno, trastornos o discontinuidad en la fabricación. Sin embargo, hay una serie de actividades o fases de la fabricación en las que por su importancia, la presencia de la supervisión o sus delegados, se considera más recomendable. Estos momentos, llamados Puntos de Espera, se identifican en el P.P.I., y en dicho caso el fabricante GERENPRO debe avisar al cliente, con siete días de anticipación, de su realización. Si el cliente o la supervisión no se presentase a dichas actividades, el fabricante podrá realizar las actividades previstas y continuar la fabricación, emitiendo informes fotográficos de las actividades realizadas con los resultados obtenidos, teniendo validas las actividades realizada para los sustentos ante la supervisión o cliente.

**FIGURA N° 2.26**  
**PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN METALMECÁNICO DEL PROYECTO**

No.	Puntos de Inspección ( Descripción de la Actividad)	Variable a Controlar	Responsable	Frecuencia	Criterio de Aceptación	Especificación / Documento de Referencia	Requerimientos de Inspección		Tipo de Inspección	Registro
							GERENPRO	CESEL		
							E/ P/R	E/ P/R		
3.3	Inspección Dimensional de Estructuras	Dimension segun Plano de Fabricación	Inspector QA/QC	100%	ASTM A6 y Tolerancias	Plano Rev Final /GP-PRC-03	P	P/R	Visual	GP-PRC-07-03
3.4	Preparación de Juntas de Soldadura	Junta (Raiz, Talon , Angulo)	Inspector QA/QC	100%	Según PQR-WPS	AWS D1.1 / PQR GP-Numero	P	P/R	Visual	GP-PRC-02-01
3.5	Trazabilidad de Estructuras	Codificación de Estructuras con Tipos o Soldadura	Inspector QA/QC	100%	Segin Codigos de Planos de Fabricación	Packing List de Ingenieria	P	P/R	Visual	GP-PRC-09-01
<b>4</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD DE LA SOLDADURA</b>									
4.1	Selección de los Procesos de Soldadura	SMAW-GMAW-FCAW-SAW	Supervisor QA/QC	100%	AWS D1.1 Capitulo 5	Plan de calidad	P	P/R	Visual	GP-PRC-02-02
4.2	Inspección Visual de soldadura	Junta, Parametros , Catetos	Inspector QA/QC	100%	AWS D1.1 Tabla de defectologia de Cordones de Soldadura	Plan de calidad	P	P/R	Visual con Galga	GP-PRC-07-03
4.3	Ensayos no Destructivos NDT -Uniones a Filete y Union a Tope de Penetracion Completa CJP	Sanidad Interna de las Uniones Soldadas	Supervisor QA/QC	20% Total de Uniones Filete en brida y 20% Total de uniones Tope CJP	AWS D1.1 Capitulo de Ensayos	"Informe Ensayo No destructivos Liquidos Penetrantes y Ultrasonido"	P	P/R	Visual con equipos NDT	Reporte de Servicio NDT
4.4	Calibracion de Equipos de NDT y Nivel del Inspector de Ensayos.	Fecha de Calibracion, Nivel 2 del Inspector	Inspector QA/QC	100%	ASNT	AWS	P	P/R	Equipos	Reporte de Servicio NDT
4.5	Enderezado , Limpieza Mecanica y Liberacion	Deformaciones , Escorias, Salpicaduras.	Inspector QA/QC	100%	Plan de calidad	ASTM A6	P	P/R	Visual	GP-PRC-07-03
4.6	Preensamble de Porticos metalicos	Tolerancia entre Bidas	Inspector QA/QC	20%	Plan de calidad	Plan de calidad	P	P/R	Visual	GP-PRC-07-20
4.7	Liberación de Estructuras metalicas en FE negro	Lista de estructuras	Inspector QA/QC	100%	Plan de calidad	Plan de calidad	E	P/R	Visual	GP-PRC-16-01
<b>5</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD DE LA PREPARACIÓN SUPERFICIAL</b>									
5.1	Ensayos de Conductividad por Parche Bresler y/o Otros Metodos	Calidad del Abrasivo , % de Sales	Inspector QA/QC	Puntual al Inicio de la Preparacion Superficial	SSPC-PA2	Spec. for Painting & Coating	P	P/R	Conductimetro, Parche	GP-PRC-05-01
5.2	Control de Registro de Condiciones Ambientales	Temperatura , Humedad	Inspector QA/QC	100%	Punto de rocío mínimo 3°C sobre temperatura ambiente y la HR < 85%	Spec. for Painting & Coating ASTM E337, Pureza del Aire A4285	P	P/R	psicrómetro, termómetro,	GP-PRC-05-01
5.3	Perfil de Rugosidad de la Superficie	Rugosidad de la Superficie de 2 a 3	Inspector QA/QC	Puntual al Inicio de la Preparacion Superficial	ASTM D4417	SSPC-SP10	P	P/R	Rugosimetro	GP-PRC-05-01
5.4	Pintado de Estructuras Metalicas	Apariencia , Color y Calidad de la Pintura	Inspector QA/QC	100%	Segun Especificación del Proyecto	Procedimiento de Pintura del Proveedor	P	P/R	Visual	GP-PRC-05-01
5.5	Medicion de espesor Humedo de pintura	Espesor de Pintura	Inspector QA/QC	100%	Spec. for Painting & Coating SSPC- PA2	EPS BASE : 4 mils EPS Acabado : 4 mils EPS TOTAL : 8 Mils	P	P/R	Galleta	GP-PRC-05-01
5.6	Medicion de espesor seco de pintura	Espesor Final de Pintura	Inspector QA/QC	100%	Spec. for Painting & Coating SSPC- PA2	EPS BASE : 4 mils EPS Acabado : 4 mils EPS TOTAL : 8 Mils	P	P/R	Equipos de Medicion de Pintura	GP-PRC-05-01
5.7	Liberación de Estructuras metalicas Pintadas	Lista de estructuras Pintadas	Inspector QA/QC	100%	Plan de calidad	Plan de calidad	E	P/R	Visual	GP-PRC-16-02
5.8	Ensayo de Adherencia	Resistencia Mecánica de la Pintura	Inspector QA/QC	Spot	ASTM D3359 - ASTM D4541	Ver Plan de calidad	P	P/R	Parche o Alternativos	Reporte de Adherencia
<b>6</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD DE DOCUMENTOS SUMINISTRADOS AL CLIENTE</b>									
6.1	Dossier de Calidad	Contenido del Dossier	Control de Doc QA/QC	100%	Plan de Calidad/ Contrato	Manual de Calidad	P	P/R	Documentaria	CD-Documentario
6.2	Levantamiento de Observaciones	Acta Firmada por Cliente	Inspector QA/QC	100%	Constructor	Punch List	P	P/R	Documentaria	Según Formato

FUENTE: Gerencia de proyectos S.A.C.

### 3.1.3 Etapa 3: Elaboración de los procedimientos constructivos

los procedimientos de trabajos son métodos para realizar una actividad de principio a fin, también se le puede definir como una secuencia de trabajos normativos las cuales fueron creados en base a la experiencia y conclusiones de cada proyecto realizado, con el fin de asegurar la productividad, calidad y seguridad de cada proyecto.

- **Procedimiento de montaje de estructuras.**

Este procedimiento tiene por objetivo establecer los parámetros para el montaje de las estructuras del techo metálico de la Nave Industrial y llevar el control de los procesos involucrados, para la correcta ejecución de los trabajos en el plazo programado, a continuación, se presenta el procedimiento elaborado para el presente proyecto



PROCEDIMIENTO: MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE TECHO METALICO NAVES Y PROCESOS GP-PRC-880-03 PLANTA PUCUSANA
---

## PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE TECHO METÁLICO NAVES Y PROCESOS: VIGAS, VIGUETAS, ARRIOSTRES Y TEMPLADORES. GP-PRC-880-03

OBRA "CONSTRUCCION DE LA NAVE INDUSTRIAL DE LA NUEVA PLANTA DE  
PUCUSANA"  
CORPORACION LINDLEY S.A.

Rev. 0

CÓDIGO:

COPIA CONTROLADA Nº. : 1

DESTINATARIO :

PROCEDIMIENTO: MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE TECHO METALICO NAVES Y PROCESOS  
 GP-PRC-880-03 PLANTA PUCUSANA

**CONTROL DE CAMBIOS**

REVISION	DESCRIPCION DEL CAMBIO	ELAB.	REV.	APR.	FECHA

## 1. OBJETIVO

Este procedimiento tiene por objetivo establecer los parámetros para el montaje de las estructuras del techo metálico (vigas, viguetas arriostres y templadores) de la Nave Industrial, sectores N1, N2, N3, N4, N5 y N6, N7, PROCESOS y llevar el control de los procesos involucrados, para la correcta ejecución de los trabajos en el plazo programado.

## 2. ALCANCES

Este procedimiento se aplica a la obra: Construcción Nueva Planta Industrial Corporación Lindley, Pucusana, Lima, en el que se realizará el montaje del techo metálico.

## 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Plan de Calidad de GERENPRO SAC
- Documentos del Contrato
- Planos y especificaciones Técnicas.
- Normas y especificaciones: ASTM, AISC y AWS.
- Normas AISC S335 "Especificaciones de Edificios de Acero Estructural".

## 4. VERIFICACIÓN DE REQUISITOS PREVIOS

Previo a la ejecución de las actividades de montaje de vigas, viguetas, arriostres y templadores se verificarán los siguientes requisitos y/o condiciones de seguridad:

- Planos de fabricación y montaje con las últimas revisiones
- Identificación de marcas: Se marcará en cada una de las piezas con números o letras, según lo indican los planos de fabricación, y éstas deben estar reflejadas en los planos de montaje.
- Listado de cantidades de elementos estructurales, accesorios.
- Normas y especificaciones de montaje de los documentos del Contrato o del AISC, ASTM y AWS.
- Adecuados caminos y rutas de acceso hacia y dentro del lugar de montaje para el seguro tránsito de grúas u otro equipo necesario y para la seguridad del material a montar.
- Contar con un área de almacenamiento adyacente al área de montaje de los elementos y accesorios estructurales.
- Contar con los documentos de recepción de los elementos y accesorios estructurales.
- Contar con el personal capacitado, equipo adecuado y herramientas para un eficiente y económico montaje de la estructura.

## 5. RECURSOS

## 5.1 EQUIPOS

Se utilizarán los siguientes equipos y herramientas principales:

- Andamios Normados (Se utilizara los andamios de la soporteria de Viga Postensada).
- Nivel topográfico
- Equipo de oxicorte.
- Máquinas de soldar.
- Esmeriles.
- Equipos y herramientas de la especialidad como llaves de impacto, llaves corona, punzones.
- Cintas métricas metálicas de 30 y 50 metros.
- Hornos de soldadura.
- Grúa Telescópica de 20 Tn.
- Camión Grúa 12 Tn.
- Montacargas de 3 Tn.
- Manlift.
- Líneas de vida de sogá 5/8”.

## 5.2 PERSONAL

La conformación de las cuadrillas de montaje del techo metálico, dependerá de las operaciones involucradas como transporte, maniobras, soldadura, ubicación de las estructuras, configuración y dimensiones de los elementos a montar, el volumen, organización y planificación del trabajo, la disponibilidad de recursos, etc.

En esencia, se considera que debe estar integrada por:

- Supervisor de Estructuras Metálicas (1)
- Jefe de Grupo de Estructura Metálicas (1)
- Supervisor de Seguridad (1)
- Montajista y armador(6)
- Soldador calificado (4)
- Ayudante de Soldador.(2)

## 6. EJECUCION

El montaje del techo metálico se realizará según las normas AISC S335 “Especificaciones de Edificios de Acero Estructural”.

Dentro de las tolerancias de montaje, se han considerado las recomendadas según las normas AISC S302 Sección: 7.11.2 y 7.11.3.

### SECUENCIA DE MONTAJE

- Montaje de Vigas Principales.
  - Montaje de Vigas Principales en 2 Partes.
  - Montaje de Vigas Principales en 1 sola Parte.
- Montaje de Viguetas.
- Montaje de Arriostres y Templadores.

### **TRABAJOS PRELIMINARES**

Antes de iniciar el proceso del montaje del techo metálico se deben tener en cuenta ciertos aspectos como son:

- Verificar el acceso al lugar de montaje, de tal manera que se eliminen las condiciones inseguras al momento de realizar el traslado de las estructuras al lugar de montaje.
- Se debe señalar toda la zona de trabajo, colocando los respectivos carteles de seguridad.
- Verificar que el área de trabajo se encuentre limpia.
- Realizar las coordinaciones previas para que no se intersecten trabajos civiles con los trabajos de montaje de EEMM.

### **INSPECCION DE OBRAS CIVILES**

Antes de cualquier recepción de obras civiles, se deben verificar si estas están de acuerdo a las especificaciones de los planos.

Inspeccionar las vigas de concreto para verificar si:

- Las dimensiones están de acuerdo a los planos.
- Las caras interiores de vigas postensadas donde se colocaran las vigas Metálicas estén conforme.
- El concreto se encuentran con su debida resistencia.

### **MONTAJE DE VIGAS PRINCIPALES**

#### **MONTAJE DE VIGAS PRINCIPALES EN 2 PARTES:**

Previo al izaje se realizara lo siguiente:

1. Ubicación de los pórticos en la zona de izaje para el prearmado, se armaran dos partes realizando el torque final y la otra parte de habilitara según la medida en campo ya que el tubo viene con demasía, este proceso se realizara usando el montacarga para el traslado de los pórticos.
2. Se ubicaran las grúas en la posición de izaje despejando toda la zona que ocupe el radio de giro.
3. La grúa telescópica se ubicara en la zona donde izara las dos partes juntas y la grúa camión se ubicara en donde se izara solo una parte.
4. Los montajistas se ubicaran en los puntos de recepción de las partes accediendo por las escaleras de la soporteria de viga anclándose en las líneas de vida con sogas de 5/8".
5. Se cercara toda el área que implique el radio de giro de las grúas y traslado de manlift.

Pasos a realizar en el izaje:

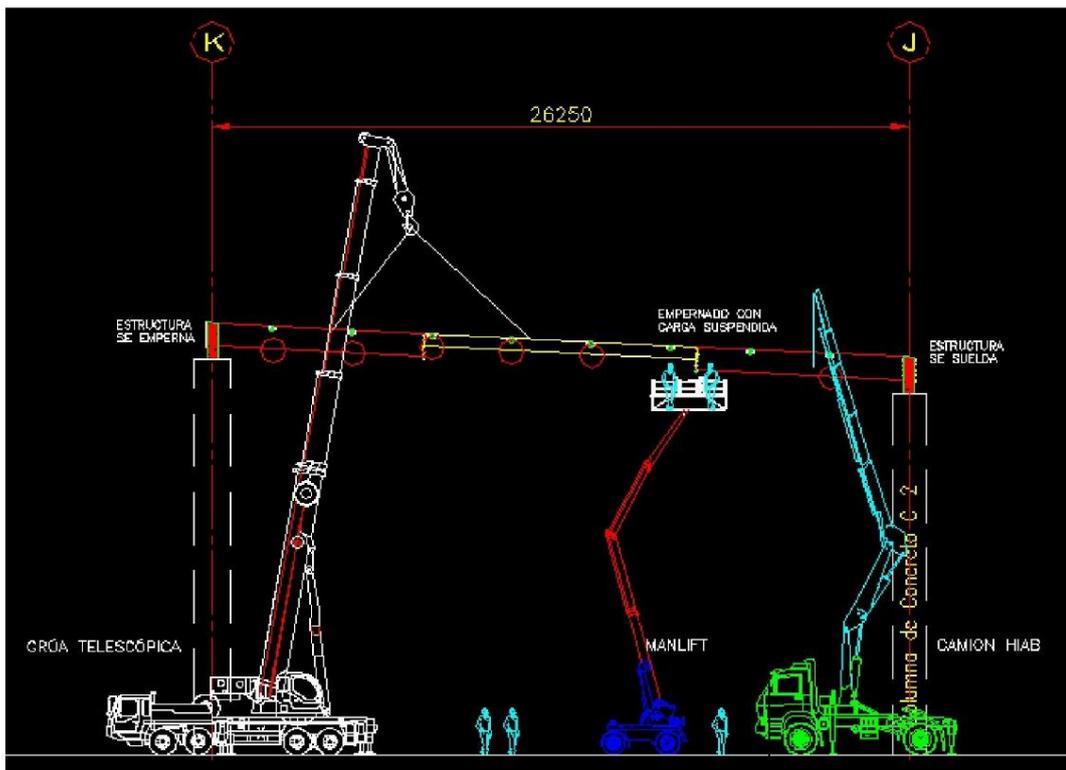
1. Primero se procederá a izar las dos partes juntas con la grúa telescópica, este elemento encajara en el inserto procediendo a

**PROCEDIMIENTO: MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE TECHO METALICO NAVES Y PROCESOS  
GP-PRC-880-03 PLANTA PUCUSANA**

colocar las tuercas y dándole ajuste, la grúa mantendrá suspendida la carga esperando la segunda etapa del proceso.

2. Segundo: Se procederá a izar la parte faltante con el camión grúa, una vez ubicado en su posición final se procederá a apuntalar el lado del tubo que va a la placa, y el otro lado se procederá a colocar la pernería con el uso del manlift.
3. Se procederá a torquear, una vez finalizado se procederá a asegurar con soldadura para poder liberar la estructura de las grúas.
4. Una vez asegurada toda la estructura en Ing. Supervisor dará aviso a los operadores de la grúa para que empiecen a soltar las estructuras.
5. Una vez sueltas las estructuras con el uso del manlift se procederá a retirar las eslingas.
6. Esta secuencia se repetirá para cada pórtico.

**Procedimiento de montaje gráfico.**



**MONTAJE DE VIGAS PRINCIPALES EN 1 PARTE:**

Previo al izaje se realizara lo siguiente:

1. Ubicación de los pórticos en la zona de izaje para el prearmado, se armaran las tres partes realizando el torqueo final.
2. El personal montajista procederá a colocar las placas en los insertos (2) para poder sacar las medidas reales y proceder con el habilitado final del pórtico.
3. Se ubicara la grúa en la posición de izaje despejando toda la zona que ocupe el radio de giro.
4. Los montajistas se ubicaran en los puntos de recepción de las partes accediendo por las escaleras de la soporteria de viga anclándose en las líneas de vida con sogas de 5/8".
5. Se cercara toda el área que implique el radio de giro de las grúas y traslado de manlift.

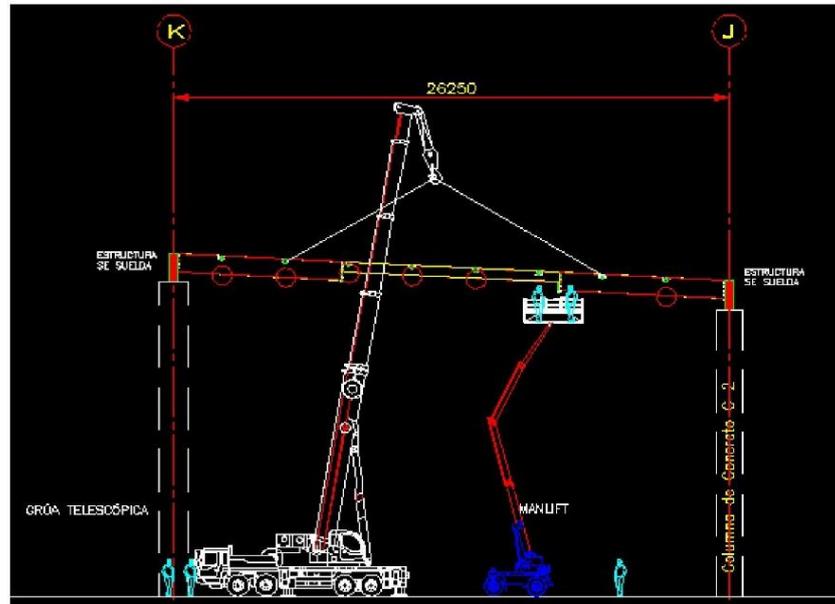
Pasos a realizar en el izaje:

1. Se procederá a izar el pórtico colocándolo en su punto final, el pórtico tendrá unos topes en la parte superior para que al momento del encaje sirva de apoyo para la ubicación final del pórtico.
2. Se procederá a asegurar con soldadura ambos extremos.
3. Una vez asegurado el Ing. Supervisor dará aviso para que la grúa suelte el pórtico.
4. Una vez sueltas las estructuras con el uso del manlift se procederá a retirar las eslingas.
5. Esta secuencia se repetirá para cada pórtico.

Una vez verificado la linealidad de las vigas principales se procede a soldar las estructuras con soldadura AWS 6011 1/8" para el pase de raíz, y un pase de soldadura AWS 7018 1/8" para el acabado.

Después del proceso de soldadura a las partes soldadas se le realizara la respectiva limpieza mecánica según norma **SSPC-SP 3**, luego se aplicaran pases de pintura anticorrosiva epoxica y pintura de acabado de acuerdo a especificaciones técnicas del plano.

**Procedimiento de montaje gráfico.**



**MONTAJE DE VIGUETAS, ARRISOTRES Y TEMPLADORES**

Para el montaje de viguetas se usara un camión grúa el cual las izara hasta las vigas de esta manera facilitara la ubicación de viguetas en la posición donde se encuentran los accesorios (Clips) según plano, luego se procederá al empernado de viguetas, una vez terminada la instalación de viguetas se procederá a la instalación de arriostres y templadores los cuales poseen extremos roscados.

Para la instalación de Viguetas se procederá a instalar la línea de vida en el pórtico con el uso del manlift, y se asegurara la línea de vida (soga de 5/8") con estrobo cada 6 o 10 metros para estabilizar la línea en caso que sea activada, esta soga de línea de vida irá amarrada en la parte superior del pórtico, por lo cual el trabajador siempre tendrá la línea de vida en el pie.

El trabajador se movilizara por el pórtico caminando siempre anclado a la línea de vida, luego se sentara para recibir la vigueta, empernar y poder proceder a soltar la eslinga.

Este paso se repetirá para cada vigueta.

**Se tramitará charla de trabajos en altura para personal montajista por parte del área de seguridad de GP, por lo cual se dejará constancia que el personal está capacitado para este tipo de trabajos**

**Procedimiento de montaje gráfico.**



Tabla de carga de soga driza de nylon de 5/8", en la cual se puede sacar que la soga soporta 4350 kg-f.

Tamaño		Nylon
Diam	mm	Resistencia a la ruptura Kg - Fuerza
1/4"	6,4	750
3/8"	9,5	1.300
1/2"	12,7	2.900
5/8"	15,8	4.350
3/4"	19,0	4.900
7/8"	22,2	6.800

**DRIZA**

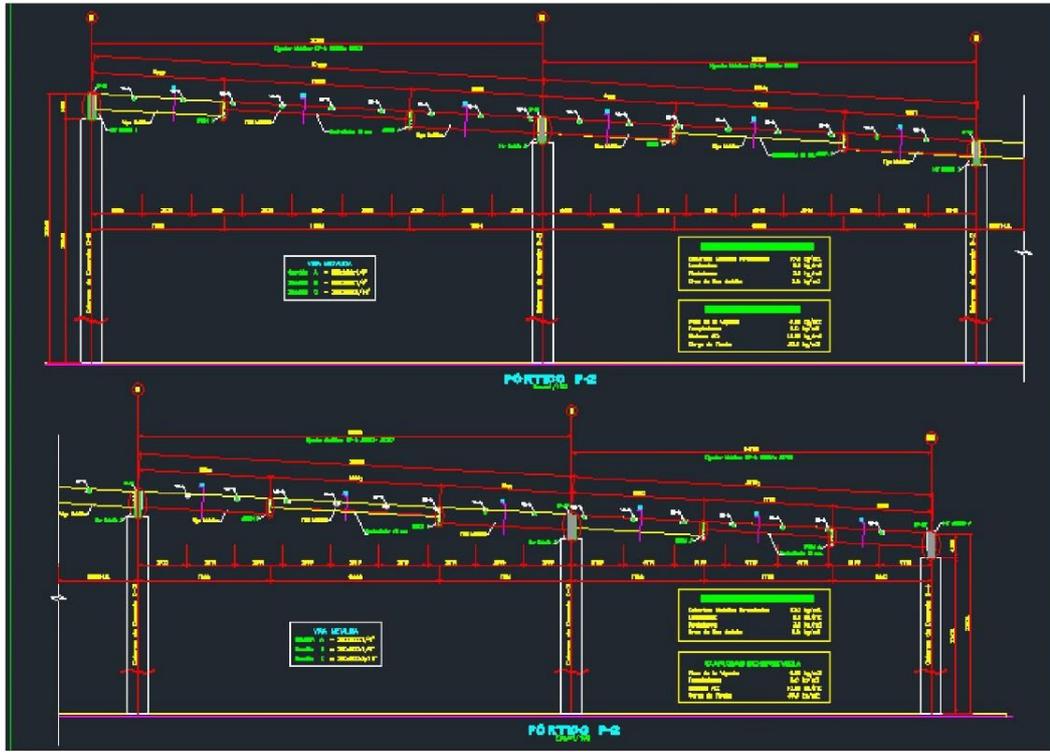


**7. RESPONSABILIDADES**

- Es responsabilidad del Ing. Residente supervisar el tratamiento, la distribución y cumplimiento del presente procedimiento, como parte del Plan de Aseguramiento de la Calidad de GERENPRO SAC aplicado al Proyecto.
- Es responsabilidad del Supervisor de Estructuras Metálicas a cargo de los trabajos la aplicación y ejecución de este procedimiento.
- Es de responsabilidad de Aseguramiento de la Calidad de GERENPRO SAC de verificar el cumplimiento del presente procedimiento mediante auditorías internas.

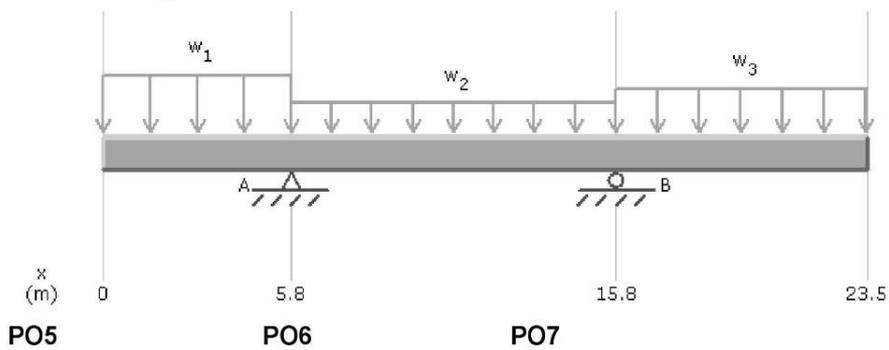
PROCEDIMIENTO: MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE TECHO METALICO NAVES Y PROCESOS  
GP-PRC-880-03 PLANTA PUCUSANA

**ELEVACIONES DE VIGAS-EJES PRINCIPALES 1,2,3,4,5,6,7 y PROCESOS**



**COMPROBACION DE RESISTENCIA DE PERNOS DURANTE IZAJE DE VIGAS**

Modelo de Viga

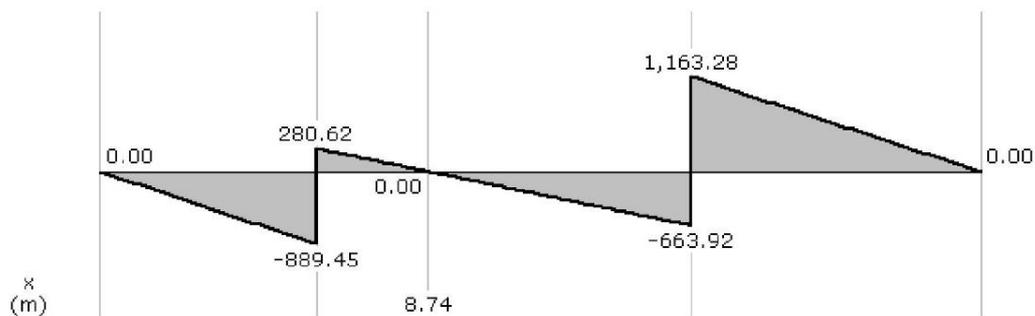


W1=154.15 kg/m

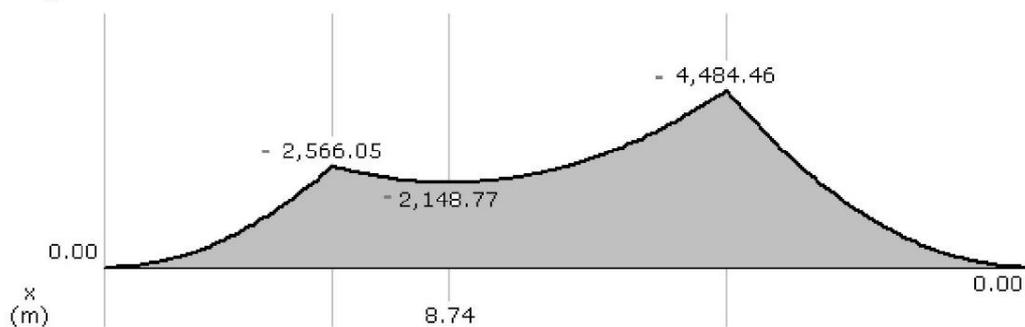
W2=94.36 kg/m

W3=150.88 kg/m

**Diagrama de Fuerza Cortante**



**Diagrama de momento flector**

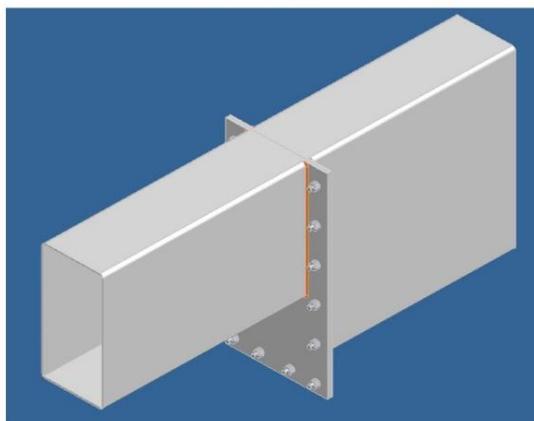


Para diseño de pernos:

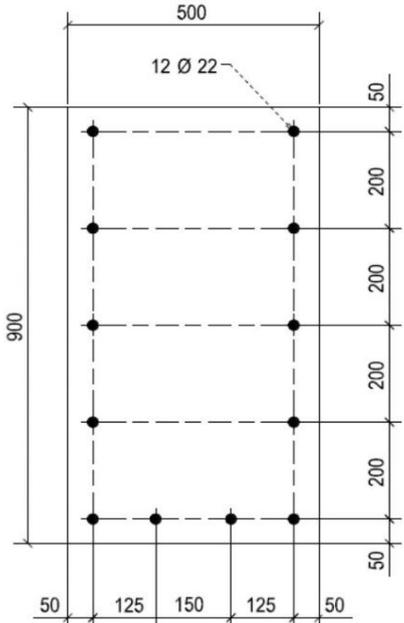
M máx. = 4484.46 kg-m

V máx. = 1163.28 kg

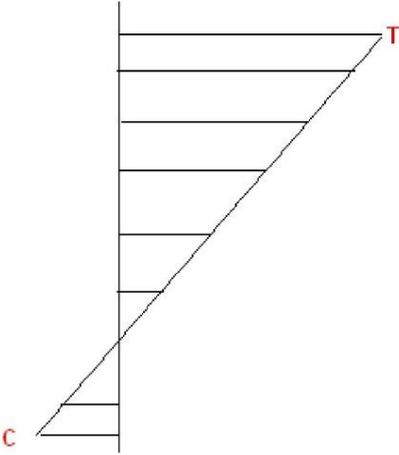
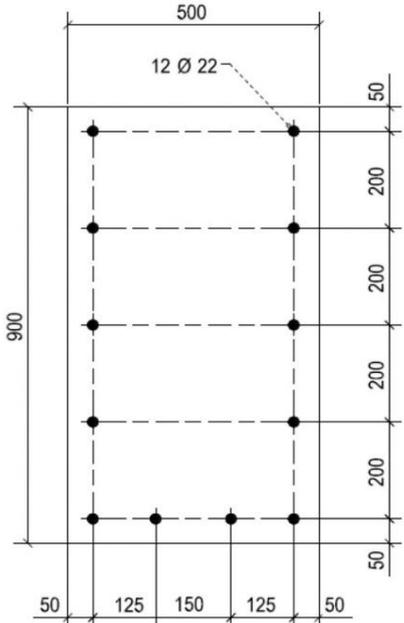
**Isométrico de Unión empernada a evaluar**



**PROCEDIMIENTO: MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE TECHO METALICO NAVES Y PROCESOS  
GP-PRC-880-03 PLANTA PUCUSANA**



**Ubicación de pernos en Placa**



### Distribución de esfuerzos

La parte inferior de la placa se encuentra a compresión y la parte superior a tracción, en este caso los pernos por encima del eje neutro elástico están sometidos a tracción y corte, mientras que los pernos por debajo del eje neutro elástico están solo a corte debido a que las placas de la brida se comprimen entre sí.

Resumiendo todos los pernos se encuentran a cortante y los pernos superiores se encuentran a tracción.

Para iniciar los cálculos debemos encontrar el eje neutro elástico (h):

$$\frac{b \cdot h^2}{2} = \sum n \cdot A_b (d_i - h)$$

$$\frac{500 \cdot h^2}{2} = (2)(285) \cdot (250 - h + 450 - h + 650 - h + 850 - h)$$

$$h^2 + 9.12h - 5016 = 0$$

$$h = 66.4\text{mm}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{3} + \sum n \cdot A_b (d_i - h)^2$$

$$I = \frac{500(66.4)^3}{3} + 2(285)(183.6^2 + 383.6^2 + 583.6^2 + 783.6^2)$$

$$I = 6.96 \times 10^8 \text{ mm}^4$$

$$I = 6.96 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

Por lo tanto el esfuerzo máximo en la hilera de pernos más alejada es:

$$\sigma = \frac{(4484)(0.7336)}{6.96 \times 10^{-4}}$$

$$\sigma = 472.67 \text{ kg/cm}^2$$

### Comprobación de pernos a cortante

$$F_u = 5072 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_u = \phi \cdot (0.6 F_u)(n)$$

$$P_u = 0.75 (4220)(12) = 37962 \text{ kg. (Resistencia a corte de todos los pernos juntos)}$$

$$V = 1163 \text{ kg. (Carga actuante sobre pórtico en el momento de izaje)}$$

$$37962 \text{ kg.} > 1163 \text{ kg. OK}$$

$$\text{Factor de seguridad: } 37962/1163 = 32.64$$

PROCEDIMIENTO: MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE TECHO METALICO NAVES Y PROCESOS  
GP-PRC-880-03 PLANTA PUCUSANA

### Comprobación de pernos a tracción

Análisis de tracción de pernos:

$$P_u = \phi \cdot F_t \cdot A_b$$

$$P_u = 0.75(6330)(2.72) = 12913 \text{ kg. (Carga admisible)}$$

$$\sigma = 472.67 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = 472.67(2.72) = 1285.66 \text{ Kg. (carga actuante)}$$

$$P_u > P$$

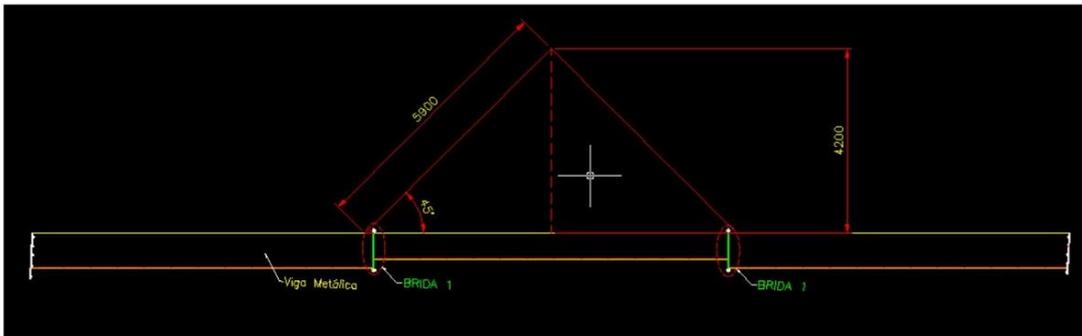
$$12913 \text{ kg.} > 1285.66 \text{ kg. OK}$$

$$\text{Factor de seguridad: } 12913/1285.66 = 10$$

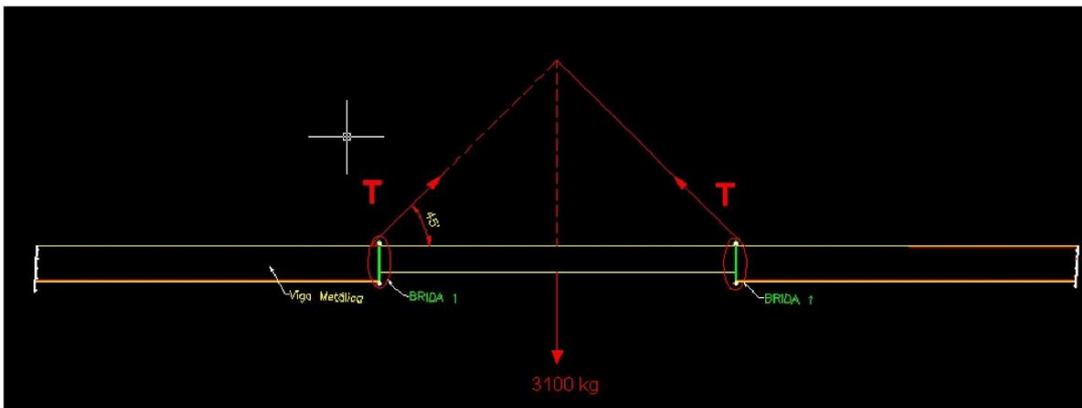
### Conclusión:

La unión embreada no tendrá problemas durante la labor de izaje debido a que la cortante y el momento que se generan en la brida son menores a la resistencia de los pernos como se muestra líneas arriba.

### Comprobación de la resistencia de eslinga



Por recomendaciones la eslinga debe tener un ángulo respecto a la horizontal de 45° a más.



PROCEDIMIENTO: MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE TECHO METALICO NAVES Y PROCESOS  
GP-PRC-880-03 PLANTA PUCUSANA

$$\sum Fy = 0 = T_{sen45} + T_{sen45} - 3100$$

$$T_{sen45} + T_{sen45} - 3100 = 0$$

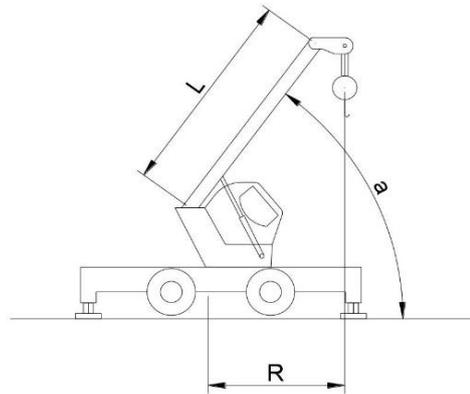
$$T = 2121.64 \text{ kg}$$

Eslinga en posición vertical capacidad: 8000 kg

Fuerza admisible eslinga ahorcada: 6700 kg

Factor de seguridad:  $6700/2121.64 = 3.16$  **OK**

**Tabla de cargas de grúa telescópica**



8.90m		12.20m		18.30m		21.7m		R
<	T	<	T	<	T	<	T	
64	20	71	20					3.05
60	18.25	69	18.25					3.50
52	14.25	63	14.25					4.50
39	10.1	55	10.1	73	14.25	71	10.1	6.00
18	7.7	47	7.7	69	10.1	67	7.7	7.50
		36	6.05	63	7.7	64	5.85	9.00
		20	4.6	57	5.95	59	4.55	10.50
				52	4.55	54	3.6	12.00
				45	3.6	49	2.8	13.50
				38	2.8	44	2.25	15.00
				30	2.25	37	1.85	16.50
				18	1.85	30	1.55	18.00
						20	1.15	19.50

	Posición inicial de carga
	Posición final de carga

PROCEDIMIENTO: MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE TECHO METALICO NAVES Y PROCESOS  
GP-PRC-880-03 PLANTA PUCUSANA

**Calculo de presión de patas sobre terreno**

Peso total = Peso de Grua+Peso de pórtico

Peso total: 24000 kg+2000 kg

Peso total: 26000 kg

Numero de patas: 4

Peso por pata: 6500kg

Presión admisible:

1kg/cm<sup>2</sup>

Área mínima requerida: 6500 kg x(1cm<sup>2</sup>/kg)=**6500 cm<sup>2</sup>**

**Plataforma cuadrada: 81 cm x81 cm mínimo.**

- Procedimiento de apriete de pernos

Este procedimiento como objetivo de dar lineamientos para el correcto el correcto ajuste o apriete de los pernos en uniones empernadas de estructuras metálicas, según el tipo acero del Perno, se indica a continuación el procedimiento de apriete de pernos elaborado para el presente proyecto



PROCEDIMIENTO: APRIETE DE PERNOS GP-PRC-13
---

## **PROCEDIMIENTO APRIETE DE PERNOS ASTM A325**

Rev. 1

CÓDIGO: GP-PRC-13

COPIA CONTROLADA N°. : 1

PROCEDIMIENTO: APRIETE DE PERNOS  
GP-PRC-13

## CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. REFERENCIAS
4. DEFINICIONES
5. EJECUCION
6. RESPONSABILIDADES
7. ANEXOS

PROCEDIMIENTO: APRIETE DE PERNOS GP-PRC-13
---

## 1. OBJETIVO

Establecer el método correcto para ejecutar el apriete de los pernos en juntas de estructuras metálicas, el cual involucra el uso y manejo correcto del personal asignado a estas tareas.

## 2. ALCANCE

Comprende el Montaje de Estructuras Metálicas de las Áreas involucradas con el tensionado de pernos ASTM: A-325 y SAE Grado 5.

## 3. REFERENCIAS

Este Procedimiento cumple con las recomendaciones de la Norma The American Institute of Steel Construction Inc. (AISC) .

- Code of standard practice for Steel Building and bridges.
- Specification for structural steel building- allowable stresses design and plastic design.

## 4. DEFINICIONES

### 4.1 APRIETE

Se entiende como apriete de un perno a la fuerza con que una tuerca aprisiona una pieza contra otra que está retenida por la cabeza del perno generando una fuerza igual y de sentido contrario a la fuerza que genera la tuerca al ser girada.

El apriete, es una fuerza expresada en unidad de medida como kilogramos fuerza (Kg-f), libras fuerza (lb-f) o en Newton (Nw).

### 4.2 FUERZA

La fuerza es una acción que se aplica sobre un cuerpo; esta puede ser una tracción o una compresión, o sea, representar un tiro o un empuje.

Toda fuerza, para que pueda existir, genera otra fuerza de igual magnitud y de sentido contrario. Toda fuerza tiene una magnitud o tamaño que se mide en kgf, **lbf** o Nw.

### 4.3 TORQUE

El torque, o momento como también se le conoce, es el producto de multiplicar la fuerza aplicada por el largo del brazo.

La fuerza se debe aplicar en una dirección que sea perpendicular al brazo.

La magnitud puede ser medida en kgf-m, **lbf-pie** o en Nw-m.

### 4.4 BRAZO DE PALANCA

El brazo de palanca es la distancia medida desde el punto de apoyo al punto donde se aplica la fuerza en una palanca.

#### 4.5 TENSION

La tensión o presión resulta de aplicar una fuerza sobre una unidad de superficie y se mide como la unidad de fuerza dividida por la unidad de superficie Kg/cm<sup>2</sup>, libras/pulg.<sup>2</sup> ó Nw/mm<sup>2</sup>. Cuando se trata de una tracción o compresión en estructuras metálicas se usa el término tensión.

#### 4.6 ELASTICIDAD

Todos los materiales son elásticos en alguna medida, aunque no siempre lo percibimos a simple vista. Esto quiere decir que cuando aplicamos una fuerza a algún material, por ejemplo, si sometemos una barra a tracción, esta se alargará hasta generar una fuerza en sentido contrario e igual a la fuerza de tracción a que hemos sometido a la barra.

De aquí se deduce que si no hay cambio en la magnitud de las fuerzas, no hay cambio en la longitud de la barra. En el caso del acero, este valor fuerza de tracción es muy constante dentro de ciertos límites, lo que permite determinar la tensión a que se somete una barra midiendo la elongación de la misma.

#### 4.7 FRICCION

El roce o fricción es un fenómeno que está presente en todo trabajo mecánico y que consume una parte de la energía que se necesita para realizar.

El roce se expresa como la razón entre la fuerza necesaria para arrastrar un cuerpo sobre una superficie y la fuerza que comprime el cuerpo contra la superficie.

El coeficiente de roce depende de:

- a) El material de las superficies que rozan entre sí.
- b) El grado de pulimiento de las superficies, es decir que cuanto más lisas sean las superficies, menor será el coeficiente de roce.
- c) El estado de limpieza de las superficies, derivadas del óxido, la arena y otros materiales adheridos a ellas. Todos estos elementos tienden a aumentar el coeficiente de roce.
- d) El lubricante, cuya función es disminuir el roce entre dos superficies que se deslizan entre sí.
- e) La presión de contacto, tiene poca influencia sobre el roce, hasta que esta pasa el límite en que se produce lo que en la práctica se llama el agripamiento de los metales. Esto no es otra cosa que un principio de soldadura en frío, debido a una presión excesiva.
- f) El coeficiente de roce de acero contra acero, sin lubricar puede variar entre 0,8 a 0,4 para una situación estática y que una vez que se inicia el movimiento y si están bien lubricadas y pulidas las superficies, el coeficiente puede bajar dramáticamente y variar entre 0,16 a 0,03.

PROCEDIMIENTO: APRIETE DE PERNOS  
GP-PRC-13

## 5. EJECUCION

### 5.1 De los Materiales de Sujeción

Los Pernos deben ser del tipo A-325 o SAE Grado 5 . Las tuercas deben corresponder al tipo de perno.

### 5.2 De la Probeta a ser Apernada

En general la estructura ha sido fabricada de acuerdo a lo estipulado por el diseñador y, en relación al empernado de los elementos, de acuerdo con la norma AISC ultima versión.

### 5.3 Condiciones de la Superficie

Después del ensamble de la junta todas las superficies en contacto, así como las superficies adyacentes a la cabeza y a la tuerca de los tornillos, estarán libres de escama de laminación suelta, óxido suelto, tierra y materias extrañas.

Deberán removerse las rebabas que no permitan que asienten sólidamente las partes conectadas al efectuarse el "apriete".

### 5.4 Equipos Utilizados para Apriete de los Pernos

Se utilizara un Torquimetro calibrado.

### 5.5 De la Verificación y Registro de las Esfuerzos de los Pernos

Se Realizara ensayos de verificación al lote de Pernos de Sujeción en un Laboratorio de prestigio, Esta verificación se hará con los pernos que se utilizarán en el montaje en el estado en que se encuentren, antes de ser torqueada.

Se Registrara en el Protocolo GP-PRC-13-1 de Ajuste de Pernos los valores de Torque de los elementos.

### 5.6 Importancia de las llaves de torque

El único uso práctico que tienen las llaves de torque en una obra es para apretar aquellas tuercas que no pueden ser apretadas por la llave de impacto.

### 5.7 Medidas de seguridad

- Antes de iniciar la actividad de apriete de pernos se realizará una capacitación de 5 minutos con los que participarán en la actividad, haciéndose énfasis en el trabajo en el Piso o altura.
- Check List de herramientas y equipos para el apriete de pernos.

PROCEDIMIENTO: APRIETE DE PERNOS  
GP-PRC-13

## 6. RESPONSABILIDADES

### 6.1. ALMACEN

Conservar los pernos en óptimas condiciones de conservación con el debido control de entrega a los solicitantes utilizando el Formato de Entrega de Pernos (Guía).

### 6.2 SUPERVISOR DE MONTAJE

Estar en forma permanente asistiendo a todo el procedimiento de apriete de pernos. En forma especial y no restrictiva, realizando el protocolo de Calibración de llaves de impacto, marcando con pintura los pernos apretados y llevará el control de los tiempos de uso de los respectivos llaves de impacto.

### 6.3 JEFE DE CALIDAD

Controlar su cumplimiento y su protocolización mediante el uso del Formato Ajuste de uniones empennadas GP-PRC-13-1. Implementado en campo por el responsable del apriete de pernos.

### 6.4 GERENPRO

Comunicará a la Supervisión del Cliente, con la anticipación indicada contractualmente, la ejecución de los trabajos de apriete de pernos, a fin de que pueda presenciar e Inspeccionar el trabajo de inicio o terminado de apriete.



PROCEDIMIENTO: APRIETE DE PERNOS  
GP-PRC-13

7. ANEXO

Cuadra N ° 1

<b>CONTROL DE CALIDAD</b>				
<b>Información Técnica Grado 5</b>				
<b>Torque sugerido y carga de alerta para Pernos en Grado 5</b>				
<b>Diámetro y Peso</b>	<b>Area de Rosca mm2</b>	<b>Carga de Alerta (lbs)</b>	<b>Torque de apriete lbs x pie</b>	<b>Palanca en cm para 100 kg</b>
1/4-20	20,52	1622-2433	7-10	1,21
1/4-28	23,48	1856-2785	8-12	1,39
5/16-18	33,81	2672-4009	14-21	2,43
5/16-24	37,42	2958-4437	15-23	2,60
3/8-16	50,00	3953-5929	25-37	4,33
3/8-24	56,65	4478-6717	28-42	4,85
7/16-14	68,58	5421-8132	40-59	6,93
7/16-20	76,58	6054-9081	44-66	7,62
1/2-13	91,55	7237-10855	60-90	10,40
1/2-20	103,16	8155-12232	68-102	11,78
9/16-12	117,42	9282-13923	87-131	15,07
9/16-18	130,97	10353-15530	97-146	16,81
5/8-11	145,81	11526-17289	120-180	20,79
5/8-18	165,16	13056-19584	136-204	23,56
3/4-10	215,48	17034-25551	213-319	36,90
3/4-16	240,64	19023-28535	238-357	41,23
7/8-9	298,06	23562-35343	344-515	59,60
7/8-14	328,39	25959-38939	379-568	65,66
1-8	390,97	30906-46359	515-773	89,22
1-14	438,06	34629-51944	577-866	99,97
1 1/8-7	492,26	33877-50816	635-953	110,01
1 1/8-12	552,26	38006-57010	713-1069	123,53
1 1/4-7	625,16	43024-64535	896-1344	155,23
1 1/4-12	692,26	47641-71462	993-1489	172,04

NOTA : el cuadro anterior esta preparado para condiciones normales de ensamble ; perno y tuerca con acabado superficial natural o bruñido negro y para cargas de alerta entre 60% a 90% de la carga de prueba.  
Para acabado cincado adicionar 10%  
Para ensambles lubricados disminuir en 25%

 <p><b>GERENPRO</b> GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.</p>	<b>SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD</b>			Codigo	GP-PRC-13-01	
	<b>REGISTRO DE TORQUE DE ESTRUCTURAS METALICAS</b>			Revision	0	
				Fecha	7/1/13	
					Pagina	1 de 1
<b>REGISTRO No :</b>						
MATERIALES		<input type="text"/>	TORQUE		<input checked="" type="checkbox"/>	
CLIENTE:		<input type="text"/>				
OBRA :		<input type="text"/>				
GP O/T	<input type="text"/>	0/C	<input type="text"/>	FECHA DE INSPECCION:		
No PLANO	<input type="text"/>	Rev.	<input type="text"/>			
<b>1.- CONTROL DE INSTRUMENTO DE AJUSTE</b>						
.						
MARCA			ESPECIFICACION DE LOS PERNOS SEGÚN ASTM			
MODELO			TORQUE REQUERIDO			
SERIE			COMPONENTE PRINCIPAL DEL ENSAMBLAJE :			
RANGO						
<b>2.- CONTROL DE AJUSTE</b>						
DETALLE UNION	EJES	ELEVACION	DIAMETRO DEL PERNO (pulg)	TORQUE REQUERIDO (lb)	(ft)	RESULTADO
CANTIDAD DE PERNOS TORQUEADOS						
<b>3.-OBSERVACIONES :</b>						
Residente de GERENPRO		Supervisor QA/QC GERENPRO			Supervision	
					p	
Nombre :			Nombre :			Nombre :
Fecha:			Fecha:			Fecha:

- Procedimientos de Soldadura.

El presente procedimiento establece la metodología a seguir para el soldeo de pórticos de las naves, considerando los requerimientos necesarios que garanticen que la soldadura sea ejecutada, examinada y aceptada de acuerdo a las especificaciones de las normas que rigen la práctica de la soldadura, se indica a continuación el procedimiento de soldadura elaborado para el presente proyecto.



PROCEDIMIENTO: PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PORTICOS GP-PRC-880-07 PLANTA PUCUSANA
--

# **PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PORTICOS GP-PRC-880-07 PLANTA PUCUSANA**

Rev. 1

CÓDIGO:

COPIA CONTROLADA N°. : 1

DESTINATARIO :

PROCEDIMIENTO: PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PORTICOS GP-PRC-880-07 PLANTA PUCUSANA
--

**CONTROL DE CAMBIOS**

REVISION	DESCRIPCION DEL CAMBIO	ELAB.	REV.	APR.	FECHA
1	Incorporación de procedimientos de soldadura WPS 42/43/44	HV	JT	DR	02-12-13

PROCEDIMIENTO: PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PORTICOS  
GP-PRC-880-07 PLANTA PUCUSANA

## CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. REFERENCIAS
4. RESPONSABILIDADES
5. PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS
6. DISEÑO DE JUNTA
7. CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURA

PROCEDIMIENTO: PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PORTICOS GP-PRC-880-07 PLANTA PUCUSANA
--

## 1. OBJETIVO

El presente procedimiento establece la metodología y fija las instrucciones a seguir para el soldeo de pórticos para las naves 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 de la obra que desarrolla GERENPRO en el proyecto NUEVA PLANTA INDUSTRIAL CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA NAVES INDUSTRIALES considerando los requerimientos necesarios que garanticen que la soldadura sea ejecutada, examinada y aceptada de acuerdo a las especificaciones de las normas que rigen la práctica de la soldadura.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a la ejecución de obras efectuada por la Contratista GERENPRO.

## 3. REFERENCIAS

- Código AWS D1.1 2010.
- American Society for Testing Materials (ASTM).
- American Institute of Steel Construction (AISC).
- Plan de Calidad.

## 4. RESPONSABILIDADES

### Residente de Obra

- Hacer cumplir las actividades operativas señaladas en el presente procedimiento.
- Ejecutar las actividades de acuerdo a lo previamente planificado.
- Responsable de la implementación total del programa de Soldero de pórticos.

### Jefe QA/QC de Obra

- Supervisar la correcta aplicación del procedimiento.
- Responsable de verificar que se efectúen las actividades operativas establecidas en el procedimiento.

### Inspector QA/QC.

- Verificar la aplicación del presente procedimiento.
- Informar al Jefe QA/QC de Obra los resultados de las actividades referidas al soldeo de pórticos.

### Supervisor de Montaje

- Aplicar el Presente Procedimiento con el personal de campo.
- Asegurarse de tener los equipos y herramientas e información técnica necesarias para la ejecución de los trabajos de manera oportuna.
- Cumplir con las actividades señaladas en el presente procedimiento.

Revisión: 1	02-12-13	Página 4 de 9
-------------	----------	---------------

PROCEDIMIENTO: PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PORTICOS  
GP-PRC-880-07 PLANTA PUCUSANA

**Jefe MASS de Obra**

- Identificar y evaluar los riesgos del trabajo a realizar y tomar las acciones correctivas necesarias para mitigarlos
- Garantizar el stock necesario de equipos de protección colectiva con la debida anticipación.
- Tener la documentación necesaria y los permisos actualizados.

**5. PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS.**

**5.1. Procedimiento de Preparación de juntas.**

**5.1.1. Preparación del metal base.**

- La superficie metálica del pórtico a unirse, estará libre de desgarramientos, entalladuras, fisuras y otras discontinuidades que afecten la calidad y resistencia de la soldadura a aplicarse.
- Toda superficie irregular de la cara interna de la raíz de la junta será nivelada empleando un esmeril con disco abrasivo.
- Las juntas a soldar deben tener los lados paralelos y alineados en un mismo eje, para permitir que el depósito de soldadura y el aporte térmico sea uniforme.

**5.1.2. Apuntalado de las juntas preparadas.**

- Para la soldadura de apuntalado se utilizará electrodo AWS E-7018 de 3/32" y 1/8".
- La soldadura de punteo será retirada progresivamente a la orden de aplicación de la soldadura de producción.

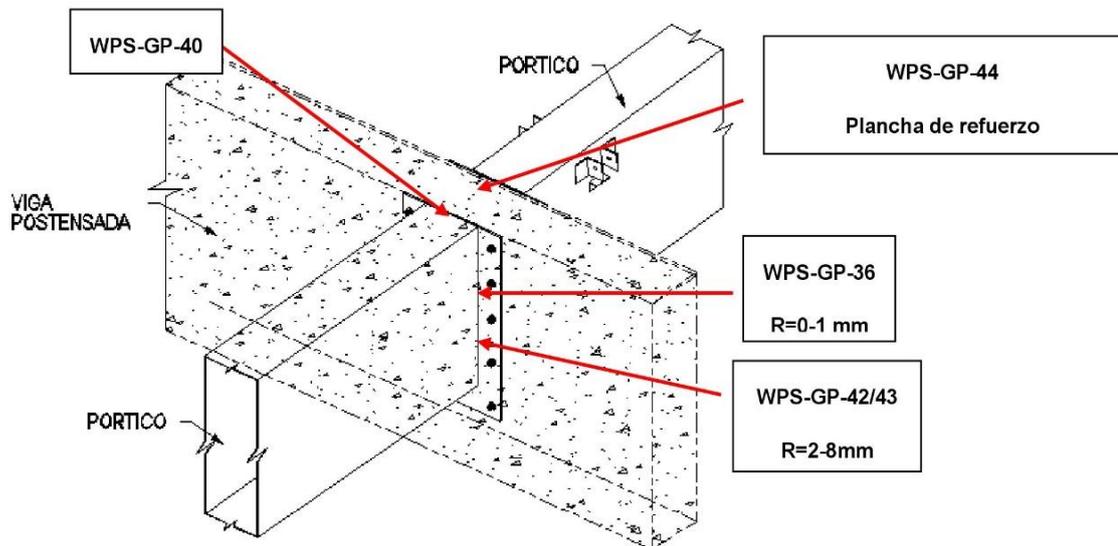
**5.1.3. Procesos de Soldadura (SMAW- GMAW)**

- Los materiales base incluidos en este procedimiento pertenecen al grupo de aceros estructurales.
- Se debe aplicar la soldadura siguiendo los Procedimiento de soldadura WPS-GP-36/40/42/43/44 (ver figura 1), esto incluye cumplir los requerimientos de calidad con respecto a: Proceso de Soldadura, Metal de aporte, valores de amperajes, voltajes, velocidad de avance entre otros.
- Para el tipo de acero ASTM A-36, los procesos y metales de aporte recomendados será : SMAW (AWS E7018)
- Limpiar todos los restos de electrodo, alambre y escoria obtenida según el proceso elegido.
- El soldeo debe ser por un soldador calificado, la cual deberá emplear siempre un horno eléctrico el cual asegurará la eliminación de la humedad presente en el electrodo revestido AWS E7018 evitando así defectos en los cordones de soldaduras como porosidades.

PROCEDIMIENTO: PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PORTICOS  
GP-PRC-880-07 PLANTA PUCUSANA

### 5.2 Procedimiento de Soldadura WPS-GP-36/40/42

Ver los anexos los WPS indicados a utilizar en el soldeo de pórticos.



### 5.3 Especificaciones técnicas del material de aporte

#### SMAW

Aceros al Carbono y Baja Aleación



**SUPERCITO**

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

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018

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

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

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

#### Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

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

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

Posiciones de Soldadura
P, H, Va, Sc.

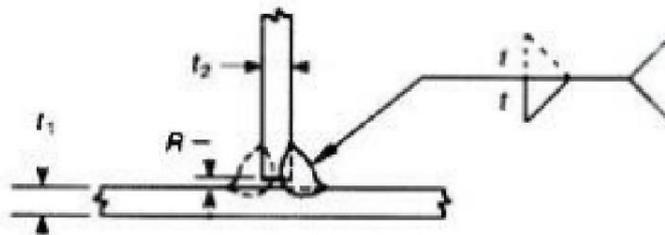
#### Parámetros de Soldeo Recomendados

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

PROCEDIMIENTO: PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PORTICOS  
GP-PRC-880-07 PLANTA PUCUSANA

## 6. DISEÑO DE JUNTA

Se seguirá el diseño junta especificada en los planos de ingeniería GP que se muestra a continuación:



## 7. CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURA

### 7.1 Inspección visual de los cordones de soldadura en obra

La Inspección visual de los cordones de soldadura se realizara en el antes, durante y después del proceso de unión por soldadura.

- **En el Antes se verificara:** Los Planos de montaje , marcas, Los biseles de las uniones a soldar, los materiales de trabajo, la selección de procesos de soldadura, los procedimientos de soldadura precalificados o calificados, Preparación de PQR para el proyecto, calificación de soldadores.
- **En él durante se verificara:** los parámetros de voltaje y corriente, velocidad de avance es decir el WPS, PQR operativos de producción, Ensayos no destructivos muestrales aplicados al montaje de estructuras metálicas.
- **En el después se verificara:** la calidad de los cordones de soldadura e inspección visual según AWS D11.1 2010.
- La inspección visual de la soldadura se realizara al 100% de los elementos montados.
- Las tolerancias y criterios de aceptación se aplicaran según el código de soldadura AWS D1.1 versión 2010.

Revisión: 1	02-12-13	Página 8 de 9
-------------	----------	---------------

PROCEDIMIENTO: PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA DE PORTICOS GP-PRC-880-07 PLANTA PUCUSANA
--

## **7.2 Criterio de Aceptación de los cordones de soldadura**

El criterio de Aceptación de inspección visual de los cordones de soldadura será según AWS D1.1 2010, Ver tabla 6.1.

Se llevará a cabo ensayos de tintes penetrantes la cantidad de Ensayos P.T a realizar por el Constructor GERENPRO a las estructuras metálicas será igual al 10% del total de estructuras terminadas y la selección de dichos elementos será realizada por el Jefe QA/QC de obra GERENPRO o por la supervisión del cliente.

Culminado el soldeo de las insertas metálicas se llevará a cabo la Inspección final a cargo de los inspectores de calidad de Gerenpro utilizando el Registro GP-PRC-07-13 y el Registro GP-PRC-12-01.

- **Procedimiento de pintura en Obra.**

Este procedimiento como objetivo de dar lineamientos para la correcta preparación de superficie dañadas en las estructuras metálicas, antes y durante la aplicación del sistema de pintura utilizando el procedimiento de pintura de resane, hojas técnicas, hojas de seguridad MSDS, se indica a continuación el procedimiento de soldadura elaborado para el presente proyecto.



PR PROCEDIMIENTO: PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA GP-PRC-880-11 PLANTA PUCUSANA
--

# **PROCEDIMIENTO DE PINTURA PREPARACIÓN-APLICACIÓN RESANE EN OBRA**

Rev. 0

CÓDIGO: GP-PRC-880-11

COPIA CONTROLADA N°. :

PR PROCEDIMIENTO: PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA  
GP-PRC-880-11 PLANTA PUCUSANA

**CONTROL DE CAMBIOS**

REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	ELAB.	REV.	APR.	FECHA

<p>PR PROCEDIMIENTO: PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA GP-PRC-880-11 PLANTA PUCUSANA</p>
--

**CONTENIDO**

1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. REFERENCIAS	4
4. DEFINICIONES	4
4.1. Procedimiento de Touch-Up	4
5. EJECUCIÓN	5
5.1. Requisitos del Personal QA/QC	5
5.2. Contenidos del Procedimiento e instrucciones	5
5.3. Controles aplicables	6
6. RESPONSABILIDADES	6
6.1. Jefe QA/QC de Obra	6
6.2. Supervisor QA/QC de Pintura	6
6.3. Control de Documentos QA/QC de Obra	6
6.4. Residente de Obra	6
7. ANEXO	7
7.1. Registro de Resane de Pintura en Obra GP-PCR-05-02	7

PR PROCEDIMIENTO: PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA  
 GP-PRC-880-11 PLANTA PUCUSANA

### 1. OBJETIVO

Realizar la correcta preparación de superficie dañadas en las estructuras metálicas, antes y durante la aplicación del sistema de pintura del proyecto CONSTRUCCION DE LA PLANTA INDUSTRIAL LINDLEY PUCUSANA, utilizando el procedimiento de pintura de resane, hojas técnicas, hojas de seguridad MSDS.

### 2. ALCANCE

Se aplica a todos los procedimientos de control de TOUCH-UP (Resane), sobre las áreas dañadas, zonas en metal desnudo debido a daños mecánicos trabajos de soldaduras o puntos de apoyo.

#### SISTEMA DE RECUBRIMIENTO

Nº CAPA	PRODUCTO	% SOLIDOS	EPS MILS	RAL	COLOR
1RA	AUROMASTIC 80 EP+	85	4	7047	GRIS
2DA	AUROMASTIC 80 EP +	85	4	7035	GRIS
ESPESOR TOTAL			8		

### 3. REFERENCIAS

- Steel Structures Painting Council (SSPC)
- SSPC-VIS1-89.
- SSPC SP1 Limpieza con solventes.
- SSPC SP2 Preparación de superficies con herramientas manuales.
- SSPC SP3 Preparación de superficies con herramientas motoras.
- SSPC PA 2 Medición del espesor de película seca del recubrimiento.

### 4. DEFINICIONES

#### 4.1. Procedimiento de Touch-Up

- Limpieza con solventes: SSPC-SP1  
 En caso de daño superficial considerar en el lavado y enjuague con detergente biodegradable utilizando trapo industrial, mediante este método son removidos los contaminantes como grasa, aceite, polvo y sales solubles que se presente en las superficies de los elementos.  
 Luego se procederá a secar las estructuras con aire seco y/o paños industriales hasta que las estructuras queden totalmente secas
- Limpieza Manual Mecánica: SSPC-SP2  
 Este método utiliza herramientas manuales, para eliminar impurezas tales como: oxidación, y otras incrustaciones que puedan ser removidas con el esfuerzo humano, se puede utilizar laminas abrasivas (Lijas N° 40 y N°60) antes de la aplicación de la primera capa.

Revisión: 0	01/10/13	Página 4 de 7
-------------	----------	---------------

PR PROCEDIMIENTO: PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA  
GP-PRC-880-11 PLANTA PUCUSANA

- Limpieza con Equipos de Poder: SSPC-SP3

En caso de zonas con daños de soldadura, aquí se utiliza herramientas eléctricas o neumáticas, para eliminar impurezas tales como: residuos de soldaduras, pintura envejecida y otros incrustantes se puede utilizar escobillas de cerdas metálicas circulares, disco de copas, discos de corte de abrasivos y lijadoras, es necesario proceder con cuidado para no pulir la superficie ocasionando la disminución o eliminación del perfil de anclaje.

## 5. EJECUCIÓN

La elaboración del registro de preparación superficial se describe en el presente procedimiento y consiste en la Utilización del registro GP-PRC-05-02 resane de pintura en obra.

### 5.1. Requisitos del Personal QA/QC

La persona responsable de elaborar el Registro GP-PRC-05-02 del sistema de gestión de calidad deberá ser un inspector QA/QC y deberá reunir las referencias e información relacionadas con el proceso o actividad, para su desarrollo.

### 5.2. Contenidos del Procedimiento e instrucciones

- En caso que el resane sea puntual y pequeño proceder a resanar con brocha.  
01 Capa de Auromatic 80 EP+ del color de la capa de acabado hasta contemplar un EPS de 8.0 Mills según el cuadro de sistema de pintura
- En áreas expuesta al metal desnudo, se procederá a realizar resane y se utilizara el cuadro de sistema de pintura.

N° CAPA	PRODUCTO	EPS MILS	RAL	COLOR
1RA	AUROMASTIC 80 EP+	4	7047	GRIS
2DA	AUROMASTIC 80 EP +	4	7035	GRIS

Para la aplicación de los recubrimientos, se utilizará equipo Airless, Equipo de aire, brocha de cerdas firmes etc. Estos materiales deberán Estar en perfectas condiciones de funcionamiento.

- Durante la aplicación de los recubrimientos se determinará el Espesor de película húmeda (EPH) y se controlará periódicamente durante la aplicación de los recubrimientos, esta medición será efectuada por el aplicador, para el caso del Espesor de película seca (EPS) se verificará que esté de acuerdo a lo especificado, tomando como base el nivel 3 de restricción del EPS; es decir 80% del mínimo y 120% del máximo de Lectura Spot, según normativa SSPC-PA2.

Revisión: 0	01/10/13	Página 5 de 7
-------------	----------	---------------

PR PROCEDIMIENTO: PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA  
GP-PRC-880-11 PLANTA PUCUSANA

- d) Los datos de medición y supervisión se indicarán según el registro de preparación superficial y pintura GP-PCR-05-02.
- e) Durante el desarrollo de los trabajos se deben monitorear los parámetros de las condiciones ambientales como: Humedad relativa no mayor a 85%, La temperatura de la superficie debe ser mínimo 3 °C por encima de la Temperatura del Punto de Rocío y la Temperatura de superficie no mayor a 50°C.

### 5.3. Controles aplicables

El responsable de la elaboración de los registros de preparación superficial y aplicación de pintura será un inspector QA/QC, dichos registros deberán ser anexados al DOSSIER DE CALIDAD.

## 6. RESPONSABILIDADES

### 6.1. Jefe QA/QC de Obra

- Identifica el objeto y alcance del sistema de resane de pintura en Obra.
- Designa al responsable de la verificación de resane en obra.
- Gestiona la elaboración de los registros de resane en obra.
- Aplica y controla el procedimiento de resane en obra.
- Gestiona y supervisa la aplicación de ensayos de pintura.
- Hacer cumplir la aplicación de los procedimientos Indicados.

### 6.2. Supervisor QA/QC de Pintura

- Supervisa los trabajos operativos de resane en obra.
- Supervisa la correcta aplicación de la preparación y aplicación de pintura.
- Aplica el control de los espesores de película seca en obra.
- Verifica las condiciones de trabajo de pintado y las reporta en los registros.
- Solicita al proveedor de la pintura las hojas técnicas,
- Registra el llenado del formato GP-PRC-05-02 en obra.
- Realiza su programación de liberación usando de guía el packing list entregado por el supervisor QA/QC de taller.
- Descarga la información generada con el control de documentos QA/QC.

### 6.3. Control de Documentos QA/QC de Obra

- Almacena los registros de pintura en el dossier de calidad.
- Solicita las hoja técnicas de pintura
- Solicita calibración de equipos de pintura del proyecto asignado.

### 6.4. Residente de Obra

- Cumple el presente procedimiento.
- Supervisa el control productivo de Resane de pintura de estructuras metálicas.
- Gestiona la aplicación y cumplimiento del procedimiento con los servicios de resanes.
- Realiza y gestiona el levantamiento de las no conformidades del proceso de preparación superficial y pintura.

Revisión: 0	01/10/13	Página 6 de 7
-------------	----------	---------------

**PR PROCEDIMIENTO: PREPARACIÓN SUPERFICIAL Y APLICACIÓN DE PINTURA  
GP-PRC-880-11 PLANTA PUCUSANA**

**7. ANEXO**

**7.1. Registro de Resane de Pintura en Obra**

<b>GERENPRO</b> <small>GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.</small>	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>				GP-PRC-05-02			
<b>REGISTRO DE INSPECCIÓN DE PINTURA EN OBRA</b>						REVISIÓN: 0		
						FECHA: 07/01/2013		
						PÁGINA: 1 de 11		
<b>1.- DATOS Y/O DESIGNACIÓN</b>								
NOMBRE DEL PROYECTO:						REGISTRO N° 001		
REPRESENTANTE:								
FECHA:								
<b>2.- CONDICIONES AMBIENTALES – PREPARACION DE LOS ELEMENTOS</b>								
FECHA	HORA	TEMPERATURA			ACTIVIDAD	DESCRIPCION		
		T. Amb. °C	T. resaca °C	T. Sustrato °C				
---	---	-----	-----	-----	RESANE	PINTADO DE ESTRUCTURA		
<b>3.- SISTEMA DE PINTURA</b>								
NRO CAPA	TIPO DE PINTURA	COLOR	ESPEORES (PROM)	EPST	NORMA	FECHA DE LIBERACION		
<b>4.- MEDIDOR-CALIBRACIÓN</b>								
MODELO DE MEDIDOR	TIPO DE AJUSTE			N° DE CERTIFICACION -CALIBRACION	FECHA DE CALIBRACION			
PosiTector (Equipo nuevo)	RUGOSO ( ) LISSO (X)							
<b>5.-ZONA DE INSPECCION:</b>								
<b>6.- MEDICIONES</b>								
ZONA DE INSPECCION:	SPOT1 MILS	SPOT2 MILS	SPOT3 MILS	SPOT4 MILS	SPOT5 MILS	PROM	ESTAD O	OBSERVACIONES
LEYENDA: C=CONFORME								
<b>7.- OBSERVACIONES</b>								
Los resanes efectuados en este sector se realizaron bajo las condiciones climatologicas aceptables.								
INSPECTOR QA/QC GERENPRO			JEFE QA/QC DE OBRA GERENPRO			SUPERVISION DEL CLIENTE		
Nombre:			Nombre:			Nombre:		
FECHA:			FECHA:			FECHA:		

- **Procedimiento de ensayos no destructivos.**

Los ensayos no destructivos líquidos penetrantes (LP) o Ultrasonido (UT) son regidos y controlados por:

- SNT-TC-1A (practica recomendada que es un estándar americano de pruebas no destructivas) y el ASME V. La SNT-TC-1A es una Práctica Recomendada que proporciona los lineamientos para el programa de calificación y certificación del personal de ensayos no destructivos de una empresa.



PROCEDIMIENTO: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS GP-PRC-04
---

## **PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

Rev. 1

CÓDIGO: GP-PRC-04

PROCEDIMIENTO: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
GP-PRC-04

**CONTROL DE CAMBIOS**

REVISION	DESCRIPCION DEL CAMBIO	ELAB.	REV.	APR.	FECHA
0	Logo , objetivo , alcances, responsabilidades, Procedimiento	H.I	JMG	JMW	24-3-10

PROCEDIMIENTO: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
GP-PRC-04

## CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. REFERENCIAS
4. DEFINICIONES
5. EJECUCION
  - 5.1 Requisitos del Personal
  - 5.2 Contenido de los procedimientos e instrucciones
  - 5.3 Controles Aplicables
6. RESPONSABILIDADES
7. ANEXOS

PROCEDIMIENTO: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
GP-PRC-04

**1. OBJETIVO**

Verificar mediante ensayo la sanidad interna o externa de las juntas soldadas de producción de los proyectos que GERENPRO ejecuta, sin tener la necesidad de realizar algún Corte o Proceso destructivo que dañe las juntas de soldadura de producción en evaluación.

**2. ALCANCE**

Aplica a todos los Procesos de Soldadura que conforman el sistema de gestión de calidad de GERENPRO, descritos en los puntos siguientes:

- a) Los ensayos no destructivos (NDT) se aplican a todos los Proyectos que GERENPRO ejecute y en un porcentaje de ensayos definido en los alcances del Presupuesto presentado al cliente.
- b) GERENPRO contratara el Servicio de ensayos no destructivos a una empresa de prestigio reconocida, dicho servicio se seleccionado y supervisado por el Área de Calidad.
- c) GERENPRO Verificara la Calibración de los Equipos de la empresa que brinde el servicio, la Certificación del inspector Nivel II que realizara el ensayo e Interpretara los reportes de ensayos.
- d) GERENPRO es responsable de los ensayos no destructivos ante el cliente.

**3. REFERENCIAS**

- Norma Técnica Peruana NTP ISO 9001:2009, Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.
- AWS
- API
- ASME
- ASNT

**4. DEFINICIONES**

**4.1. Procedimiento de trabajo (PRC)**

Documento que explica en forma detallada cómo ejecutar una actividad o procesos de producción. Corresponde al nivel 3 de la estructura documental del SGC.

**4.2. Registro (FOR)**

Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas. Corresponde al nivel 4 de la estructura documental del SGC.

PROCEDIMIENTO: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
GP-PRC-04

**4.3. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT)**

Son el conjunto de Pruebas practicada a las juntas de producción de los materiales en Análisis, para diagnosticar la sanidad interna o superficial de dicha junta , de forma que no se altere en forma permanente sus propiedades físicas, químicas mecánicas o dimensionales, los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo.

Los ensayos no destructivos también aplican sobre cupones cuando se desea calificar un Procedimiento de soldadura y Homologación de soldador.

A continuación se muestran los principales ensayos NDT y su abreviatura:

- a) Ultrasonido (UT)
- b) Radiografía (RT)
- c) Líquidos Penetrantes (PT)
- d) Partículas Magnéticas (MT)
- e) Pruebas de Presión Hidrostática
- f) Pruebas de Presión de Vacío (VT)
- g) Complementos

**4.4. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

Es el Conjunto de Parámetros de soldadura, descritos en un registro llamado WPS y que tiene como soporte un **PQR** Calificado, Utilizado para la correcta generación de Uniones Soldadas sanas Aplicado en Juntas variables.

**4.5. CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)**

Es el conjunto de parámetros de soldadura calificados por ensayos, descritos en un registro calificado llamado **PQR** y que tiene como soporte los ensayos en centros reconocidos, Datos de Soldadura de Producción, Precalificados por normas u códigos.

**4.6. CUPON**

Plancha de acero de material, espesor definido y medidas definidas según el código de soldadura utilizado, que sirve utiliza para simular uniones soldadas de procesos de soldadura requeridos.

PROCEDIMIENTO: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
GP-PRC-04

## 5. EJECUCIÓN

GERENPRO supervisara el desarrollo del servicio de NDT en taller u Obra, a su vez La elaboración de los Informes NDT son suministrados por la empresa que brinda el servicios NDT, dichos documentos serán analizados por el personal calificado del área de calidad de GERENPRO.

### 5.1. Requisitos del Personal

La persona responsable de revisar el Informe de NDT del sistema de gestión de calidad deberá ser Ingeniero especialista en soldadura o personal dirigido por el anterior indicado y reunir las referencias e información relacionadas con el proceso o actividad, para su desarrollo.

### 5.2. Contenidos del Procedimiento y instrucciones

Existen 3 procedimientos en GERENPRO a seguir para aplicar los ensayos NDT según la necesidad:

#### 1. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS NDT PARA CALIFICAR P.Q.R

- a) Se realizan los procesos operativos de la Calificación del Procedimiento de soldadura (PQR) descritos en el procedimiento de trabajo GP-PCR-01 y según los formatos de Aplicación GP-PCR-01-01 . obteniendo el cupón de soldadura, según la necesidad del proyecto.
- b) Según el Código de Soldadura utilizado se aplica ensayo de Ultrasonido (UT) o ensayo radiográfico (RT) sobre los cupones soldados.
- c) El área de Producción deberá realizar trabajos operativos previos sobre la zona a aplicar el ensayo NDT, según el ensayo aplicado.
- d) Los ensayos de Ultrasonido serán realizados con equipos convencionales calibrados y según la aplicación de un código de soldadura estándar, es responsabilidad del inspector de calidad de GERENPRO exigir y revisar los documentos que acrediten la calibración de los equipos y el certificado de acreditación del nivel 2 del inspector de ensayo de ultrasonido o radiográfico a la empresa que brinda dicho servicio.
- e) Si el ensayo de NDT a realizar sobre el cupón es de ultrasonido entonces se requerirá la supervisión del inspector de calidad DE GERENPRO y la revisión del registro de ultrasonido, en el caso del ensayo radiográfico es responsabilidad del inspector de calidad de GERENPRO validar el resultado de la placa radiográfica.
- f) Una vez **APROBADO** el Ensayo por la empresa de servicios y el inspector de calidad de GERENPRO, se procederá a adjuntar el resultado del reporte en el archivo de proceso de calificación GP-PQR-XX.
- g) Se continúa el proceso de Trazado, corte y ensayos destructivos a los cupones para validar el PQR en Global.

PROCEDIMIENTO: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
GP-PRC-04

**2. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS NDT PARA CALIFICACION DE SOLDADOR**

- a) Se realizan los procesos operativos de la Calificación del Soldador (WPQ) descritos en el procedimiento de trabajo GP-PCR-03 y según los formatos de Aplicación GP-PCR-03-01. obteniendo el cupón de soldadura, según la necesidad del proyecto.
- b) Según el Código de Soldadura utilizado se aplica ensayo de Ultrasonido (UT) o ensayo radiográfico (RT) sobre los cupones soldados.
- c) El área de Producción deberá realizar trabajos operativos previos sobre la zona a aplicar el ensayo NDT, según el ensayo aplicado.
- d) Los ensayos de Ultrasonido serán realizados con equipos convencionales calibrados y según la aplicación de un código de soldadura estándar, es responsabilidad del inspector de calidad de GERENPRO exigir y revisar los documentos que acrediten la calibración de los equipos y el certificado de acreditación del nivel 2 del inspector de ensayo de ultrasonido o radiográfico a la empresa que brinda dicho servicio.
- e) Si el ensayo de NDT a realizar sobre el cupón es de ultrasonido entonces se requerirá la supervisión del inspector de calidad DE GERENPRO y la revisión del registro de ultrasonido, en el caso del ensayo radiográfico es responsabilidad del inspector de calidad de GERENPRO validar el resultado de la placa radiográfica.
- f) Una vez **APROBADO** el Ensayo por la empresa de servicios y el inspector de calidad de GERENPRO, se procederá a adjuntar el resultado del reporte en el archivo de Homologación del soldador GP-WPQ-XX.
- g) Con dicho reporte de Aprobado y la Inspección de soldadura del inspector de GERENPRO se procede a elaborar la Calificación del Soldador.

**3. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS NDT PARA JUNTAS SOLDADAS DE PRODUCCION DE UN PROYECTO**

- a) Se realizan los procesos operativos de soldadura de juntas en el Taller u Obra de un determinado proyecto.
- b) Según el alcance del Proyecto, Plan de calidad o PPI, se realiza un Porcentaje de ensayos a las estructuras primarias de dichas uniones soldadas.
- c) Según el Código de Soldadura utilizado en el proyecto se aplica el ensayo de NDT a las uniones soldadas de las estructuras primarias o las definidas por el área de calidad o supervisión del cliente.
- d) El área de Producción deberá realizar trabajos operativos previos sobre la zona a aplicar el ensayo NDT, según el ensayo aplicado.

Revisión: 1	01/07/2010	Página 7 de 8
-------------	------------	---------------

PROCEDIMIENTO: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
GP-PRC-04

- e) Los ensayos de NDT serán realizados con equipos convencionales calibrados y según la aplicación de un código de soldadura estándar, es responsabilidad del inspector de calidad de GERENPRO exigir y revisar los documentos que acrediten la calibración de los equipos y certificado de acreditación de nivel 2
- f) Una vez **APROBADO** el Ensayo por la empresa de servicios y el inspector de calidad de GERENPRO, se procederá a adjuntar el resultado del reporte en el DOSSIER DE CALIDAD del proyecto.

**5.3. Controles aplicables**

El responsable de la supervisión del ensayo de NDT deberá verificar el contenido integral del documento y verificar que se han adjuntado los anexos respectivos Registro de ensayos y colocados en el DOSSIER DE CALIDAD, PQR, WPQ según corresponda.

**6. RESPONSABILIDADES**

**6.1. Gerente de calidad**

- Identificar la necesidad de la elaboración de un documento del SGC específico para el SGC de la empresa.
- Identificar el objeto y alcance del registro NDT Generado.
- Designar al responsable de la supervisión del ensayo NDT y a la persona que tendrá a su cargo la revisión del mismo.
- Hacer cumplir la aplicación de los procedimientos Indicado.
- Gestiona el servicio de ensayos para la generación de los reportes de NDT del proyecto, PQR, WPQ.

**6.2. Control de Documentos**

- Integra los documentos del servicio de NDT al dossier de calidad
- Almacena los Registros de NDT

**6.3. Control de Calidad**

- Supervisa los ensayos de NDT según la necesidad del Proyecto
- Analiza los resultados del informe del servicio de NDT dándole validez de aprobación final por parte del contratista, enviándole la información final al cliente para su aprobación o refutación por parte del cliente.

**6.4. Residente de Obra**

- Gestiona los trabajos operativos previos para la preparación del ensayo de NDT.
- Realiza el Levantamiento de no conformidades , producto del resultado del ensayo aplicado a las uniones soldadas ( reparación de Uniones soldadas)

**7. ANEXO**

No Aplica

- Procedimiento de inspección de estructuras

Este procedimiento tiene como objetivo de dar lineamientos para una correcta inspección visual de los cordones de Soldadura de las Estructuras Metálicas Fabricadas, se indica a continuación el procedimiento de soldadura elaborado para el presente proyecto.



PROCEDIMIENTO: INSPECCION VISUAL DE CORDONES DE SOLDADURA  
GP-PRC-12

## **PROCEDIMIENTO DE INSPECCION VISUAL DE CORDONES DE SOLDADURA**

Rev. 0

CÓDIGO: GP-PRC-12

COPIA CONTROLADA N°. : 1

DESTINATARIO :

PROCEDIMIENTO: INSPECCION VISUAL DE CORDONES DE SOLDADURA GP-PRC-12
--

**CONTROL DE CAMBIOS**

REVISION	DESCRIPCION DEL CAMBIO	ELAB.	REV.	APR.	FECHA
0					

PROCEDIMIENTO: INSPECCION VISUAL DE CORDONES DE SOLDADURA  
GP-PRC-12

## CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. REFERENCIAS
4. DEFINICIONES
5. EJECUCION
6. RESPONSABILIDADES
7. ANEXOS

PROCEDIMIENTO: INSPECCION VISUAL DE CORDONES DE SOLDADURA GP-PRC-12
--

## 1. OBJETIVO

Definir la forma correcta de inspección visual de los cordones de Soldadura de las Estructuras Metálicas Fabricadas.

## 2. ALCANCE

El presente procedimiento de inspección Visual Aplicara al 100% de estructuras metálicas Primarias y Secundarias que GERENPRO fabrique.

## 3. REFERENCIAS

- Código ASME Sección V- Artículo 9

## 4. DEFINICIONES

### 4.1 INSPECCION VISUAL (IV)

La Técnica de Inspección Visual es la Técnica de ensayo No-Destructivos más importante y más usado. Es fácil de realizar, rápido y no se requiere de equipo especial y proporciona información muy importante con respecto a la concordancia general de la soldadura de acuerdo a las normas.

La inspección visual es aquella que utiliza la energía de la porción visible del espectro electromagnético. Los cambios en las propiedades de la luz, después de entrar en contacto con el objeto inspeccionado, pueden ser detectados por el ojo humano o por un sistema de inspección visual. Es considerado el método de prueba no destructiva original, y más antiguo, y sus siglas en inglés son VT= visual testing.

La práctica de la Inspección Visual, se realiza antes, durante y después de soldar. El inspector debe de estar familiarizado con los documentos aplicables al caso, a los estándares de Fabricación y a todas las fases de las prácticas de taller.

### 4.2 PREPARACIÓN SUPERFICIAL

La superficie a inspeccionar estará libre de suciedad, grasas, escorias o cualquier otra sustancia o material que pueda enmascarar defectos.

### 4.3 ILUMINACIÓN SUPERFICIAL

La iluminación sobre las superficies a inspeccionar será tal que permita identificar una línea fina de 1/32 pulgadas (0.8mm) trazada en la superficie a examinar o zona adyacente similar, siendo necesaria una iluminación mínima de 160 lux para una inspección general y 500 lux para una inspección de puntos críticos.

### 4.4 INSPECCION DIRECTA

Se podrá utilizar este método de inspección cuando el acceso sea suficiente para permitir la inspección a una distancia inferior a 24 pulgadas (610 mm), con un ángulo no menor de 30° respecto a la superficie a inspeccionar, se podrá usar espejos para corregir el ángulo de visión.

PROCEDIMIENTO: INSPECCION VISUAL DE CORDONES DE SOLDADURA  
GP-PRC-12

#### 4.5 - INSPECCION INDIRECTA

En los casos en que no sea posible llevar a cabo la inspección directa, podrán utilizarse útiles microscopios, endoscopios, cámaras por control remoto, etc. Cualquier método empleado tendrá una resolución semejante a la inspección directa.

#### 4.6 ATAQUES QUIMICOS

En ocasiones será necesario el pulido y ataque químico, para identificar posibles reparaciones por soldadura, con posterior amolado, o para identificar la extensión de una zona sobrecalentada (ZAC).

En general estos ataques se realizarán después de un pulido por amolado y lijado de la zona, con lijas de 80 a 150 seguidas de lijas de 150 a 180 y acabado con 400 (en algunas ocasiones puede ser necesario el pulido hasta 0,5 – 1,5  $\mu\text{m}$  de rugosidad). El ataque se realizará con nital al 10% o 15% para aceros al carbono o por mezcla ácida de  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{ClH}$  y Agua (40%, 40%, 20%) para aceros inoxidables.

#### 4.7 GALGAS

En la inspección visual, probablemente, necesitaremos elementos auxiliares de medida, tales como galgas, vernier, micrómetros, etc. estos elementos, serán de utilidad a la hora de cuantificar, situar e identificar, tanto muestras como referencias o indicaciones.

### 5. EJECUCION

Para la Verificación de cordones de soldadura se seguirán los siguientes pasos:

- a) La Inspección visual de los cordones de soldadura se realizará al 100% de cordones soldados.
- b) Para la correcta inspección, se deberá realizar una previa Preparación superficial o limpieza mecánica, libre de salpicaduras, escorias o elementos que impidan la visibilidad de la zona a inspeccionar.
- c) Las Zonas a Inspeccionar deberán tener Iluminación Superficial.
- d) El Método de Inspección a aplicar será Inspección directa o Indirecta según el grado de dificultad
- e) Los Equipos de Inspección Visual serán las Galgas, Linternas, Marcadores de metal.
- f) Según la Norma, Código u Especificación del Proyecto en Ejecución se aplicará el criterio de aceptación de Inspección Visual de los cordones soldados, destacando las discontinuidades ( Imperfecciones de Soldadura) como Porosidad , Falta de Fusión , Rajaduras , Perfil no conforme , Bajo cateto , Socavación.
- g) La Aceptación o Rechazo de las discontinuidades de soldadura dependerán del criterio de aceptación de la Norma establecida.
- h) Una Vez realizada la Inspección visual esta deberá ser aprobada o rechazada y tendrá un registro de control de soldadura.
- i) A criterio del Inspector de calidad de GERENPRO se podrá realizar un Ataque Químico a las Zonas de Inspección de dudoso resultado.

PROCEDIMIENTO: INSPECCION VISUAL DE CORDONES DE SOLDADURA GP-PRC-12
--

## 6. RESPONSABILIDADES

### 6.1 INSPECTOR DE CALIDAD

El personal que realice la inspección visual de los cordones de soldadura tendrá que haber pasado satisfactoriamente un reconocimiento médico demostrando la aptitud para distinguir la carta JAEGER J-1 o estar cualificado como Inspector de Construcciones soldadas nivel 1 o deberá ser Autorizado directamente por el Jefe de Control de calidad de GERENPRO.

### 6.2 PERSONAL DE PRODUCCION

Los Armadores que realicen trabajos de Apuntalamiento deberán ser Tack welder Homologados, en el caso de los soldadores estos deberán ser calificados y tener Homologación según Posición de Soldadura.

**Nota:** Ver en los anexos la tabla de Discontinuidades según AWS D1.1

- Procedimiento de No conformidades.

Este procedimiento tiene como objetivo de dar lineamientos para el tratamiento del Producto No conforme, indicando las acciones preventivas y correctivas, con el fin de prevenir su uso o entrega no intencional, se indica a continuación el procedimiento de soldadura elaborado para el presente proyecto.



<b>PROCEDIMIENTO: CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME</b> GP-PGC-03
---

# **PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME**

Rev. 3

CÓDIGO: GP-PGC-03

COPIA CONTROLADA N°. :

DESTINATARIO :

**PROCEDIMIENTO: CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME**  
GP-PGC-03

**CONTROL DE CAMBIOS**

REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	ELAB.	REV.	APR.	FECHA

<p><b>PROCEDIMIENTO: CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME</b> GP-PGC-03</p>
---

**CONTENIDO**

1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. REFERENCIAS	4
4. DEFINICIONES	4
4.1. Producto No Conforme	4
4.2. No Conformidad (NC)	4
4.3. No Conformidad Potencial	4
4.5. Acción Preventiva	4
4.6. Reproceso	4
4.7. Reclasificar	4
5. EJECUCIÓN	5
5.1. Detectar producto no conforme	5
5.2. Tratamiento de No Conformidades y Toma de decisiones	5
5.3. Seguimiento y Cierre de No Conformidades	5
6. RESPONSABILIDADES	6
6.1. Líder de Proceso	6
6.2. Área de Calidad	6
7. ANEXO	6
7.1. Registro de No Conformidad GP-PGC-03-01	6

<b>PROCEDIMIENTO: CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME</b> GP-PGC-03
---

**1. OBJETIVO**

Establecer la metodología de GERENPRO para el tratamiento del Producto No conforme, indicando las acciones preventivas y correctivas, con el fin de prevenir su uso o entrega no intencional y para evitar que los motivos de la no conformidad vuelvan a suceder.

**2. ALCANCE**

Aplica desde la identificación de un producto no conforme hasta su tratamiento y liberación y la verificación de las acciones correctivas y preventivas.

**3. REFERENCIAS**

- Norma Técnica Peruana NTP ISO 9001:2009, Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.
- Manual de Calidad GERENPRO GP-MGC-01.

**4. DEFINICIONES**

**4.1. Producto No Conforme**

Producto que no cumple con los requisitos especificados.

**4.2. No Conformidad (NC)**

Incumplimiento de un requisito.

**4.3. No Conformidad Potencial**

Es un posible incumplimiento de un requisito, que requiere ser identificado como resultado de la experiencia del responsable del proyecto o la persona designada por este, el objetivo es evitar no conformidades.

**4.4. Acción Correctiva**

Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

**4.5. Acción Preventiva**

Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.

**4.6. Reproceso**

Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.

**4.7. Reclasificar**

Acción de variar la clase de un producto no conforme, de tal forma que sea conforme con requisitos que difieren de los iniciales.

**PROCEDIMIENTO: CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME**  
GP-PGC-03

**5. EJECUCIÓN**

**5.1. Detectar producto no conforme**

Un producto no conforme es aquel que no cumple con los requisitos establecidos en cada proceso. El producto no conforme puede ser detectado durante o después de la ejecución del proceso por Control de Calidad y/o personal involucrado en los procesos, los clientes o usuarios (quejas) y como resultado de una auditoría.

El tratamiento del producto no conforme se podrá realizar de acuerdo a lo siguiente:

**NC derivados del proceso, previa entrega al cliente**

Identificar y registrar en el **Registro de No Conformidad GP-PGC-03-01**, redactando una descripción detallada de la NC y otros datos que permitan tomar la Acción Correctiva correspondiente.

Completados los datos de apertura de la NC, el personal NC entrega el registro al líder del proceso.

**NC detectado por el Cliente:**

Identificar el NC como "rechazado" y procederá levantar la no conformidad según el tratamiento de la misma.

**5.2. Tratamiento de No Conformidades y Toma de decisiones**

El líder y/o los involucrados determinaran las causas que dieron lugar a la No Conformidad, analiza la gravedad de la misma y decide el tratamiento a seguir:

**Aceptar sin reparación**

Decisión de utilizar el producto No Conforme sin modificar ni corregir.

**Rechazar**

Decisión de no utilizar y separar definitivamente el producto No Conforme.

**Reprocesar**

Decisión de reformar el producto No Conforme hasta cumplir con las especificaciones pertinentes.

**Reclasificar**

Decisión de utilizar el producto No Conforme para otras aplicaciones.

El líder del proceso designa al personal responsable de la implementación de la Acción Correctiva que corresponda, quien debe anotar en el registro **GP-PGC-04-01** y las evidencias de haberla realizado.

**5.3. Seguimiento y Cierre de No Conformidades**

Una vez aplicado el Acción Correctiva (tratamiento), el líder de proceso y el personal encargado de la implantación o cliente verifican si ha cumplido con los requisitos establecidos. Si las acciones correctivas no fueron eficaces, no se levanta la NC hasta que el tratamiento cumpla los requisitos establecidos.

Si se ha cumplido el tratamiento de NC el líder del proceso, control de calidad y personas involucradas firmarán en el registro **GP-PGC-03-01** en señal de aceptación y dispone el levantamiento de la NC o la liberación del producto.

Revisión: 3	07/01/13	Página 5 de 6
-------------	----------	---------------

<b>PROCEDIMIENTO: CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME</b> GP-PGC-03
---

El líder del proceso es el responsable de gestionar la NC, de su tratamiento, seguimiento y cierre correspondiente.

El levantamiento de NC para las obras que realiza GERENPRO será según el registro **GP-PGC-03-02**

El control de las NC se llevaran a cabo utilizando la Tabla de control de No conformidades **GP-PGC-03-03**

## 6. RESPONSABILIDADES

### 6.1. Líder de Proceso

- Analizar las causas que dieron origen a la No Conformidad y decidir el tratamiento a seguir.
- Verificar que la No Conformidad reprocesada cumple con los estándares y los requisitos establecidos.
- Gestionar los recursos necesarios para superar la No Conformidad.
- Gestionar la No Conformidad, su tratamiento, seguimiento y cierre.
- Analizar la incidencia de la No Conformidad en cuanto al plazo de ejecución y los Costos de No Calidad incurridos.

### 6.2. Área de Calidad

- Administrar las No Conformidades generadas.
- Mantener el archivo de los registros de Control del producto No Conforme.
- Asegurar que las Acciones Correctivas propuestas sean implementadas.
- Verificar el cierre de las No conformidades.

## 7. ANEXO

- 7.1. **Registro de No Conformidad**
- 7.2. **Registro de Levantamiento de NC**
- 7.3. **Tabla de Control de NC**

### **3.1.4 Etapa 4: Cierre de Proyecto**

El cierre es la fase final del proyecto, en esta etapa se realizan actividades como el recorrido de pre entrega, levantamiento de observaciones, entrega del Dossier de calidad finalizando con el acta de satisfacción del cliente, como se detalla a continuación.

- **Recorrido de pre entrega del proyecto**

Una vez culminado el proceso de montaje se procedió con la realización de la caminata o recorrido de todos los sectores para poder inspeccionar el correcto montaje de las estructuras y poder hacer una lista de observaciones tales como, resanes de pintura en las estructuras debido a las maniobras de campo, verificación de los ajustes de cada perno en las conexiones de cada viga pórtico.

- **Levantamiento de Observaciones**

Las listas de observaciones son registradas en el recorrido de la pre entrega de obra con el cliente, esta actividad consiste en hacer trabajos del tipo (resanes de pintura en las estructuras, ajuste de pernos ubicados en los empalmes de las vigas pórticos).

- **Levantamiento de No conformidades**

El levantamiento de No conformidades consistió en corregir las observaciones de campo realizadas por el cliente durante el proceso de montaje, dichas actividades fueron evidenciadas en campo y a nivel documentario.

- **Dossier de calidad**

El Dossier es un conjunto de documentos que contienen las evidencias de los trabajos realizados tales como protocolos de inspección, fichas técnicas, Planos As built, este último es un plano de conformidad de la estructura actualizados en caso haya habido una modificación.

Así mismo los protocolos son documentos en forma de formato de inspección puntual o específica que al ser llenado se convierte en un registro que es posteriormente sellado por la supervisión del cliente en forma de conformidad, validando de esta forma que el trabajo se encuentra realizado bajo los estándares de calidad exigidos por la empresa contratante o cliente.

- **Acta de entrega de Obra.**

El acta de obra es el documento formal donde se evidencia de manera satisfactoria la conclusión de los trabajos, este documento es visado por los representantes directos del proyecto.

- **Acta de satisfacción al cliente.**

Es el documento de gestión donde se registra el grado de satisfacción del cliente con respecto a la ejecución del proyecto, en este registro se indican las áreas o departamentos a ser evaluado en el proceso constructivo del proyecto.

### **3.2 Evaluación técnica – económica**

La evaluación técnica ofrecida por nuestra empresa hacia la corporación Lindley S.A. fue en base a la necesidad de adquirir almacenes basados en vigas tipo pórtico de cajón hueco de 1500 toneladas para su planta Embotelladora Pucusana, ofreciéndole un trabajo con aseguramiento de calidad a fin de ofrecer un producto resistente bajo estándares internacionales, seguro y dentro de los plazos establecidos a fin de evitar contratiempos que perjudique a las actividades programadas del cliente, por lo que en un proyecto no solo es importante la planificación, también es importante que el personal de ejecución trabaje bajo los lineamientos de las normas establecidas en el ítem 2.1.3 (aspectos normativos) del presente informe, plasmados en procedimientos constructivos confeccionados para la ejecución de la obra Embotelladora Pucusana desde el año 2013 hasta el año 2014, por otro lado la evaluación económica fue realizada mediante un cuadro de análisis de costo como se muestra a continuación:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	PRECIO UNITARIO	SUB. TOTAL
<b>1,00</b>	<b>RECURSO HUMANO</b>				<b>S/ 58000,00</b>
1,10	01 Jefe de calidad de obra	Mes	4,0	S/ 4000,00	S/ 16000,00
1,20	01 control documentario	Mes	4,0	S/ 2500,00	S/ 10000,00
1,30	01 inspectores de campo	Mes	4,0	S/ 2500,00	S/ 10000,00
1,40	01 asesor externo	Mes	1,0	S/ 4000,00	S/ 16000,00
1,50	01 tramitador	Mes	4,0	S/ 1500,00	S/ 6000,00
<b>2,00</b>	<b>SERVICIOS ESPECIALIZADOS</b>				<b>S/ 27100,00</b>
2,10	Evaluación y análisis de campo	Glb	1,0	S/ 500,00	S/ 500,00
2,20	Visitas hacia proveedores de equipos y herramientas	Glb	1,0	S/ 600,00	S/ 600,00
2,30	Compra de normas técnicas	Glb	1,0	S/ 5000,00	S/ 5000,00
2,40	Ensayos no destructivos ( UT-RT-VT-PT)	Glb	1,0	S/ 10000,00	S/ 10000,00
2,50	Elaboración de PQR-WPS-WPQ	Glb	1,0	S/ 7000,00	S/ 7000,00
2,60	Pruebas de pintura, evaluación y ratios	Glb	1,0	S/ 4000,00	S/ 4000,00
<b>3,00</b>	<b>RECURSOS LOGÍSTICA</b>				<b>S/ 31100,00</b>
3,10	Útiles de oficina ( hojas ,impresiones, scaneo )	Glb	1,0	S/ 3200,00	S/ 3200,00
3,20	equipos portátiles ,equipos de red y anexos	Glb	1,0	S/ 16000,00	S/ 16000,00
3,30	EPP del personal de calidad para personal QA/QC ( 08 UND )	Glb	1,0	S/ 6400,00	S/ 6400,00
3,40	compra de acero para pruebas de END ( 04 planchas de 9mm )	Glb	1,0	S/ 2500,00	S/ 2500,00
3,50	Transporte ( traslado para tramites y recojo de muestras )	Glb	1,0	S/ 3000,00	S/ 3000,00
<b>TOTAL COSTO</b>					<b>S/ 116200,00</b>

### 3.3 Análisis de resultados

- De acuerdo a la figura N° 2.19 (Fases del proyecto) podemos observar que para hacer posible la elaboración de los procedimientos constructivos que se ajusten a las necesidades del cliente previo acuerdo con la empresa constructora mediante el contrato del presente informe, fue necesario de una recopilación inicial de los alcances del proyecto a fin de evaluar la

documentación que concierne al inicio de obra como especificaciones técnicas, ingeniería del proyecto, levantamiento topográfico así como una verificación de campo, así mismo esta información fue alineada con las políticas de calidad y alimentada por las actividades proyectadas de las áreas ejecutoras quienes manifiestan la forma o técnica del cómo pretenden realizar el trabajo, para así generar el plan de calidad y los puntos de inspección ajustables para el presente proyecto, haciendo posible la propuesta de aseguramiento de la calidad que se le prometió al cliente.

- La figura N° 2.19 (Etapas del proyecto) también indica las actividades de control, seguimiento y cierre del proyecto, esto es debido a que el control fue a lo largo del proyecto como se observa en la figura N° 2.20 (cronograma del proyecto), siendo esto posible gracias a los procedimientos constructivos que indican las tolerancias y técnicas que debe realizar el operario de armado y montaje. El cierre se basa en un recorrido de pre entrega en cuyo momento se realizan observaciones por parte del cliente que fueron levantadas por la empresa constructora al poco tiempo, finalizando con el alta de entrega de obra.
- De acuerdo a la figura N° 2.19 (cronograma del proyecto) podemos observar que las que los tiempos de ejecución se realizaron dentro de los estándares establecidos.

## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

De acuerdo a lo trazado tras la elaboración de procedimientos constructivos para el montaje de vigas pórticos tipo tubular hueco de 1500 toneladas es que se realiza una discusión en referencia a otras investigaciones realizadas anteriormente e indicadas en los antecedentes de estudio vistos en el marco teórico tales como:

- Lo propuesto por Sánchez Pintado Mario Miguel en el año 2015 en su tesis titulada **“Aseguramiento y control de calidad para el montaje de espesadores soldados en obra”**, esta investigación armoniza con el presente informe de trabajo de suficiencia debido a que al describir el Aseguramiento y Control de Calidad de una obra, utiliza herramienta y formatos como el plan de Calidad, plan de Puntos de Inspección para realizar posteriormente los procedimientos de Montaje de estructuras, soldadura y ensayos No Destructivos, lo cual es correcto según nuestra investigación.
- Por otra parte Vidal Urquiza Turner Kumar el año 2017 en su tesis **“Planificación, elaboración, control y Aseguramiento constructivo de obras Civiles y electromecánicas”**, está alineada a con el presente informe, ya que pretende elaborar un plan y aseguramiento contractivo recopilando información de campo y haciendo uso de normas internacionales.
- Así mismos Ana Carolina Gavidia Gonzales y Ana Maricela Subia Sánchez en su Tesis **“Procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio tipo”** sintoniza con el presente informe ya que establece los requisitos que debe tener el personal ya que en estas construcciones existen responsabilidades las cuales deben ser asumidas por el personal con el perfil adecuado y así realizar un trabajo confiable, seguro y duradero.

## 4.2 Conclusiones

- La implementación de los procedimientos constructivos para el montaje de vigas pórticos tipo tubular hueco de 1500 toneladas hizo posible un trabajo sin retrasos generando un área para almacenes de 5000 m<sup>2</sup> para la Planta Embotelladora de la corporación Lindley S.A. en los tiempos previstos
- Es necesario tener la información de todos los alcances del proyecto por medio de todo personal involucrado, a fin de que pueda ser evaluado y alineado a los estándares internacionales que se hace referencia en el presente informe a fin de realizar una planificación que proponga actividades con aseguramiento de la calidad.
- El plan elaborado fue resultados de toda la información recopilada alineada con las políticas de la empresa y la evaluación de las actividades de todo el personal involucrado en concordancia de normas internacionales.
- Los procedimientos constructivos permitieron brindar al personal ejecutor una metodología de trabajo de calidad, invitando en gran medida retrasos por reprocesos en el montaje, accidentes, entregando de esta forma los trabajos en el tiempo establecido en la la planta embotelladora Lindley en el distrito de Pucusana.
- El servicio del montaje de vigas pórticos tipo tubular hueco de 1500 toneladas es respaldado por el acta de conformidad visada por el cliente al cual se le hizo entrega del dossier de calidad.

## V. RECOMENDACIONES

- Amerita que toda empresa constructora cuente con un perfil adecuado de personal clave, a fin de delegar responsabilidades a personas que no perjudiquen o retracen las actividades de un proyecto.
- Todas empresa constructora debe contar con un equipo especializado de aseguramiento de la calidad a fin de que pueda absorber informacion fiable y de esta manera proponga procedimientos constructivos ajustables a todo proyecto metal mecanico.
- Es recomendable que la divulgacion de politicas de las empresa constructoras, asi como la facilidad de informacion entre todos las areas involucradas del proyecto.
- Es importante que constantemente se realice a lo largo del proyecto la supervicion o inspeccion de la calidad, a fin de garantizar que las actividades de trabajo realizada se encuentren dentro de los estandares establecidos y en caso de lo contrario corregir oportunamente, minimizando el posible daño que comprometa la integridad de la construccion.
- La entrega debe ser formal encontrandoce representantes del cliente y de la empresa constructora, a fin de que se llegue a un acuerdo de conformidad que beneficiara a ambas partes, mediante etapas como caminata de pre entrega, levantamiento de observaciones, actas de conformida los cuales serviran de respaldo ante alguna queja futura ocasionada por terceros.

## VI. BIBLIOGRAFIA

Reglamento Nacional de Edificaciones (2006). **RNE E-090: Estructuras Metálicas**. Lima, Peru.

American Institute of Steel Construction (2016). **AISC 360: Especificación para edificios de acero estructural**. Chicago, EEUU.

American Society for Testing and Materials (2004). **ASTM A325 / A490. Especificación para juntas estructurales utilizando pernos ASTM A325 o A490**. Chicago, EEUU.

American Society for Testing and Materials (2004). **ASTM A6 Standard Specification for general Requirements for rolled structural Steel, bars, plates, shapes, and sheet piling**. Chicago, EEUU.

American Society for Testing and Materials (2004). **ASTM A36 Standard Specification for Structural Steel**. Chicago, EEUU.

American Welding Society. **AWS D1.1. Código de soldadura estructural - Acero**. Miami, EEUU.

American Welding Society. **AWS A5.1. Specification for covered carbon Steel Arc Welding Electrodes**. Miami, EEUU.

American Welding Society. **AWS A5.17 Specification for carbon Steel Electrodes and Fluxes for Submerged arc Welding**. Miami, EEUU.

American Welding Society. **AWS A5.18 Specification for carbon Steel Filler Metals for gas Metal arc Welding**. Miami, EEUU.

Steel structures painting council. **SSPC-SP10 Especificación para la Preparación superficial arenado cercano al Blanco**.

Larrodé Y Miravere. **Grúas**. Zaragoza. Universidad de Zaragoza. Primera edición. 1996.

The American Society of Mechanical Engineers. ASME V. **Pruebas no destructivas**. New York. Edición 2007.

Sánchez (2015). **Aseguramiento y Control de Calidad para el Montaje de Espesadores Soldados en Obra**. Informe de experiencia laboral para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Callao.

Vidal (2017). **Planificación, elaboración, control y Aseguramiento constructivo de obras Civiles y electromecánicas**, tesis para optar el título de Ing. Mecánico. Universidad Nacional de Trujillo.

Gavidia y Subia. **Procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio tipo**, tesis para optar el título de ing. Mecánico.

## ANEXOS

### Anexo N° 1: Certificado de Homologación de los Pintores

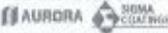


# CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN

Corporación Mara S.A. empresa peruana dedicada a la fabricación y comercialización de pinturas y recubrimientos industriales certifica que el Sr. OSWALDO PEÑA ROSILLO, ha sido homologado por nuestro Departamento Técnico para realizar trabajos de RESANADOR en las instalaciones de la Planta de Corporacion Lindley-Pucusana, con los productos Auromatic 80 EP+ /Auromatic 80 EP+ para el Proyecto "NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA", obteniendo un puntaje de 77.0/100 puntos.

Se expide el certificado para los fines correspondientes.

Chorrillos, 21 de Noviembre del 2013

  
HOMOLOGADO POR:  
TEOFILO CASTRO TINEO  
  
ING. EN RECUBRIMIENTOS SENIOR II  
NACE Coating Inspector Level II - Certificado CIP 13552  
[tcastro@aurora.com.pe](mailto:tcastro@aurora.com.pe)



## Anexo N° 2: Registro de Calificación del Soldador (WPQ)

 <b>GERENPRO</b> <small>GERENCIA DE PROYECTOS S.A.C.</small>	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR</b> <i>De acuerdo al código estructural AWS D1.1-2010</i>		<b>WPQR</b>	
			HOJA:	1 de 1
			EMISION:	06/08/2008
			REVISION:	0

REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)							
Nombre:	DAVID GOMEZ NUÑEZ	DNI:	44144079	No. Estampa:	DGN079		
Identificación del procedimiento calificado:		<b>WPS GP-103</b>		Rev	0		
				Fecha	01-10-2013		
Variables		Valor Usado en la Calificación		Rango Calificado			
Proceso / Transferencia		GMAW-S		GMAW-S			
Corriente / Polaridad		CCEP(+)		CCEP(+)			
Posición		3G		Ranurada: Plana y Vertical. Filete: Plana y Vertical.			
Progresión de soldadura		Ascendente		Vertical Ascendente			
Respaldo o Backing		Con respaldo		Con respaldo (Ver 4.23)			
Material / Especificación		ASTM A36		3mm hasta 12 mm			
Metal Base		6mm					
Espesor (plancha)							
A tope:							
Filete:							
Espesor (tubería)							
A tope:							
Filete:							
Diámetro (tubería)							
A tope:							
Filete:							
Metal de Aporte		A5.18		A5.18			
N° Especificación:							
Clase:							
Nombre Comercial:							
Tipo gas/fundente		80%AR+20%CO2		80%AR+20%CO2			
Otros		---		---			
<b>INSPECCIÓN VISUAL</b>							
Aceptable: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No							
<b>Resultados de prueba de doblez guiado</b>							
Tipo		Resultado		Resultado			
Doblez Cara 1		Aceptado		Doblez Cara 2			
Doblez Raíz 1		Aceptado		Doblez Raíz 2			
<b>RESULTADOS DE PRUEBA RADIOGRÁFICA</b>							
Identificación Placa	Resultado	Observaciones	Identificación Placa	Resultado	Observaciones		
---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---		
Inspeccionado por:		Miguel Aguilar Mena		Prueba N°: 384-02-ED-2013			
Organización:		NDT Engineering S.A.C.		Fecha: 24-09-2013			
Calificación conducida Por: Miguel Aguilar Mena - CWI							
Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección 4 del código estructural AWS D1.1 - 2010.							
Fabricante: GERENPRO S.A.C.			Elaborado por: HUGO ICANAQUE				
Fecha: 01-10-2013			Autorizado por: HUGO ICANAQUE				

## Anexo N° 3: Ficha Técnica del Aporte de Soldadura Cellocord AP

<h1>CELLOCORD AP</h1>		 <b>SMAW</b> <b>Aceros de bajo carbono</b>							
<p>Electrodo revestido de tipo celulósico, con penetración profunda, diseñado para uso con corriente alterna o continua. Su arco potente y muy estable produce depósitos de muy buena calidad.</p> <p>Es aconsejable para la ejecución de pases de raíz y multipase en aceros de bajo contenido de carbono Para la soldadura de unión en cualquier posición, en especial para vertical ascendente y sobrecabeza.</p>									
<b>Clasificación</b>		<b>Aprobaciones</b>	<b>Grados</b>						
AWS A 5.1 / ASME-SFA 5.1 E 6011		ABS LR GL	3 3m 3						
<b>Análisis Químico de metal Depositado (valores típicos) [%]</b>									
C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0.07	0.55	0.30	máx 0.020	máx 0.020	-	-	-	-	---
<b>Propiedades Mecánicas del Metal Depositado</b>									
Tratamiento Térmico	Resistencia a la tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía absorbida ISO-V (-20°C) [J]					
Sin tratamiento	450 – 550 (62 250 – 79 750)	mín. 360 (52 200)	22 30	mín 70					
<b>Conservación del producto</b>		<b>Posiciones de Soldadura</b>							
- Mantener en un lugar seco y evitar humedad. - No requiere almacenamiento bajo horno.		P, H, Sc, Vd. 							
<b>Parámetros de soldado recomendados</b>									
Para corriente alterna(AC) o continua (DC) : Electrodo al polo positivo DCEP									
Diámetro	[mm]	1.60	2.50	3.25	4.00	5.00	6.30		
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4		
Amperaje mínimo		30	50	80	110	140	180		
Amperaje máximo		45	70	120	150	200	250		
<b>Aplicaciones</b>									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadura recomendable para aceros no templables (aceros dulces) con un máximo de 0.25% de carbono.</li> <li>• Para soldar aceros de bajo carbono, cuando se desea penetración profunda, poca escoria, cordones no abultados y alta calidad del depósito de soldadura.</li> <li>• Estructura metálica liviana.</li> <li>• Para la soldadura de todas las uniones a tope que requieren una buena penetración en el primer pase.</li> <li>• En la fabricación de construcciones navales, tanques, reservorios y uniones de tubos de acero de bajo carbono.</li> </ul>									
		Tel: 51 1 6199600   Fax: 51 1 6199619 e-mail: mail@soldexa.com.pe www.soldexa.com.pe							

## Anexo N° 4: Ficha Técnica del Aporte de Soldadura Supercito

### SMAW

#### Aceros al Carbono y Baja Aleación



### SUPERCITO

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

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018

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

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

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

#### Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

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

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

Posiciones de Soldadura				
P, H, Va, Sc.				
1G	2G	3G	4G	5G

#### Parámetros de Soldeo Recomendados

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

#### Aplicaciones

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

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

## Anexo N° 5: Ficha Técnica de la pintura Epoxica.



### AUROMASTIC 80 CA

AUROMASTIC 80 CA  
CATALIZADOR AUROMASTIC 80 CA

#### DESCRIPCIÓN

Es una pintura epóxica de alto contenido de sólidos, formulada a base de resinas epóxicas y curada con aminos ciclo-alifáticas que le otorgan al producto final una alta resistencia a la corrosión y a muchos agentes químicos presentes en las atmósferas industriales

#### CARACTERISTICAS

Auromatic 80CA esta diseñado para la protección del concreto y del acero en contacto con el agua salada y agua fresca ya sea por inmersión o salpicaduras.

Puede curar a temperaturas bajas (5°C) y a niveles altos de humedad, presenta muy buena adherencia sobre acero galvanizado.

Debido a su excelente humectación permite una buena adhesión sobre superficies oxidadas adecuadamente tratadas, pudiendo aplicarse sobre sustratos con mínima preparación de superficie (limpieza manual y/o mecánica).

Es una pintura de imprimación y acabado a la vez, y aunque no requiere manos de terminación puede ser recubierto con una gran variedad de productos de acabado. Como capa de acabado puede emplearse poliuretano de dos componentes, caucho clorado, vinilica y alquídicas.

#### USOS

Es fácil de aplicar ya sea por medio de pistola convencional, airless, bajo condiciones apropiadas puede ser aplicado con rodillo.

Esta recomendado para ser usado en instalaciones marinas, puentes, plantas de generación de energía, plantas industriales, refinerías, industria minera, interior de tanques, almacenamiento de agua industrial, etc.

#### PREPARACION DE SUPERFICIE

Acero : A.- Inmersión.- En las superficies antiguas eliminar los restos de óxido suelto, humedad, grasa o cualquier otro contaminante. Para superficies nuevas y en condiciones muy severas es necesario limpieza SP-10 ó SP-5; dando un perfil de rugosidad de 1.5-2.0mils

B.- Para aplicaciones de no inmersión efectuar una limpieza mecánica del tipo SP 2 ½ ; la superficie debe estar libre de grasa, aceite y otros contaminantes.

Concreto.- A.- Nuevo.- Permitir curar por 28 días, el concreto debe estar limpio, libre de aceite y agentes contaminantes. Si es necesario desengrasar usando detergentes, el concreto debe estar libre de cualquier aditivo incompatible o agente de curado remanente; los cráteres deben ser rellenados. Además en lo posible eliminar las imperfecciones superficiales para tener una superficie lisa.

B.- Antiguo.- Eliminar restos de pintura antigua mal adherida, limpiar todo resto de grasa, aceite y cualquier otro contaminante.

Anexo N° 6: Acta de satisfacción de cliente.



REGISTRO : SATISFACCIÓN DEL CLIENTE  
GP-PGC-10-02

Nombre del Proyecto Evaluado/O.T:					PLANTA LINDLEY PUCUSANA
Cliente que realiza la evaluación:					LINDLEY
Contratista Evaluado:					GERENCIA DE PROYECTOS SAC
Lea las proposiciones y escoja una de las alternativas, tomando en cuenta lo siguiente: (0) No cumple (1): Deficiente (2): Regular (3): Conforme (4): Excelente					
<b>PRODUCCIÓN DEL CONSTRUCTOR</b>					
0	1	2	X	4	La Gestión del Área de Producción fue :
0	1	2	X	4	Planificación/Coordinación del Proyecto.
0	1	2	X	4	Comunicaciones hacia el Cliente.
0	1	2	X	4	Cumplimiento de los plazos establecidos.
0	1	2	X	4	Conocimiento sobre el trabajo realizado.
0	1	2	X	4	Conocimiento técnico sobre los servicios involucrados.
<b>CALIDAD DEL CONSTRUCTOR</b>					
0	1	2	X	4	La Gestión del Área de calidad fue :
0	1	2	X	4	Calidad del trabajo en función a los requisitos del proyecto.
0	1	2	X	4	Cumplimiento del Plan de calidad ofertado.
0	1	2	X	4	Presentación de la información requerida.
0	1	2	X	4	Asistencia técnica al Cliente.
0	1	2	X	4	El trabajo del inspector QA/QC
0	1	2	X	4	Cumplimiento de levantamiento de observaciones.
0	1	2	X	4	La información del Dossier de calidad es.
<b>SEGURIDAD DEL CONSTRUCTOR</b>					
0	1	2	X	4	La Gestión del Área de Seguridad fue :
0	1	2	X	4	E.P.P Utilizados en la obra.
0	1	2	X	4	Cumplimiento del plan de seguridad Ofertado.
0	1	2	X	4	Presentación de la información requerida.
0	1	2	X	4	Asistencia técnica al Cliente.
0	1	2	X	4	El Trabajo del Monitor/Supervisor de seguridad en obra fue:
¿Tiene el Cliente alguna sugerencia hacia el Contratista para sus mejoras?					

Por parte del propietario	Por parte del Contratista	Por parte de la Supervisión
Nombre : Gerente de Diseño	Nombre : Gerente de Obra	Nombre : Gerente de Supervisión
Fecha : 07/01/13	Fecha : 07/01/13	Fecha : 07/01/13

## Anexo N° 7: Acta de observaciones.



EMBOTELLADOR AUTORIZADO POR  
*The Coca-Cola Company*

### ACTA CON OBSERVACIONES

#### 1. DATOS DE LA OBRA

NOMBRE DEL PROYECTO	: Construcción de la Planta Industrial de Corporación LINDLEY S.A. – Pucusana
PROPIETARIO	: Corporación Lindley S. A.
CONTRATISTA	: GERENPRO.
SUPERVISIÓN DE OBRA	: CESEL S.A.
MODALIDAD DE CONTRATACIÓN	: A precios unitarios
MONTO DEL PRESUPUESTO CONTRATADO	: S/. 110'632,186.35 más el IGV
AREA TOTAL DE OBRA	: 66.9 Hectáreas
PLAZO CONTRACTUAL	: 504 días calendario
DÍAS DE AMPLIACION DE PLAZO	: 78 días calendario
FECHA DE INICIO DE OBRA	: 22 Agosto de 2013
CULMINACIÓN DE LA OBRA	: 27 de Marzo de 2015

#### 2. DEL ACTO

Siendo las 11.00 a.m. del día 06 de Abril de 2015, en el lugar de la obra: "CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACIÓN LINDLEY S.A. – PUCUSANA", se presentaron para dar inicio a la recepción de obra las siguientes personas:

- Ing. Juber Uribe Buendía Por parte de Corporación Lindley
- Ing. Ricardo Pimentel Guerrero Por parte de la Supervisión
- Ing. José Vallejo Herrera Residente de Obra

Luego de haber recorrido e inspeccionado la obra se encontró las siguientes observaciones, las cuales se adjunta en el Anexo N° 01 y se complementa con los puch list.

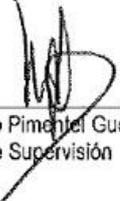
De acuerdo al numeral 23.1 de la Cláusula Vigésimo Tercera del Contrato, la subsanación de dichas observaciones deberá efectuarse en un plazo máximo de siete (7) días calendario.

Siendo las 3.00 p.m. del día 06 de Abril de 2015, firman el acta, en señal de conformidad

Por parte del propietario

  
Ing. Juber Uribe buendía  
Gerente de Desarrollo Industrial

Por parte de la Supervisión

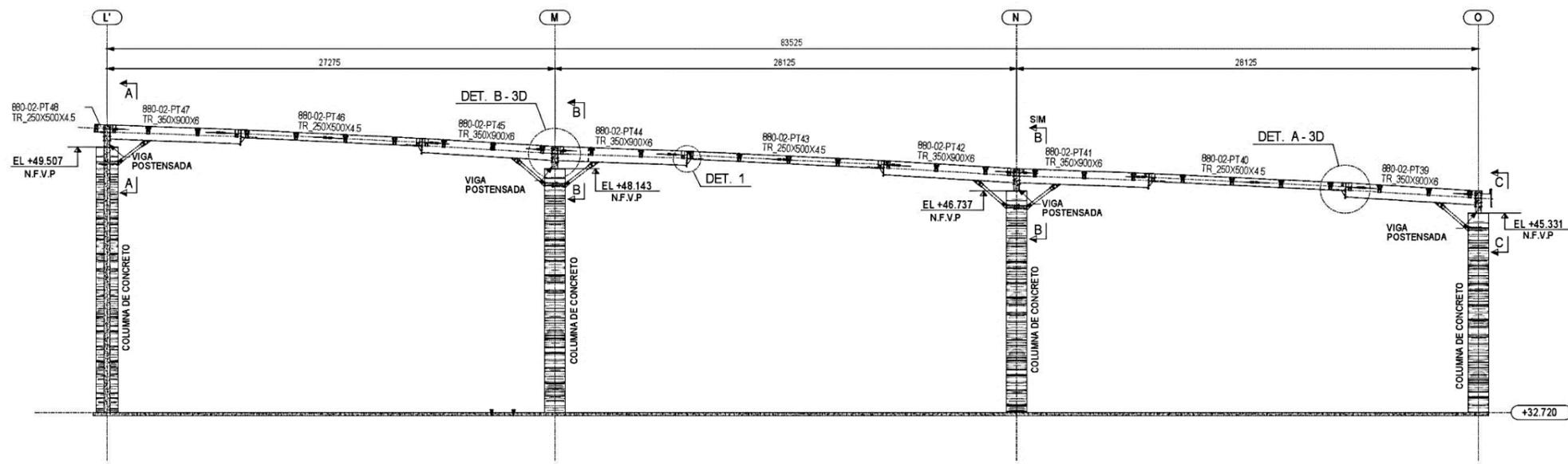
  
Ing. Ricardo Pimentel Guerrero  
Jefe de Supervisión

Por parte del Contratista

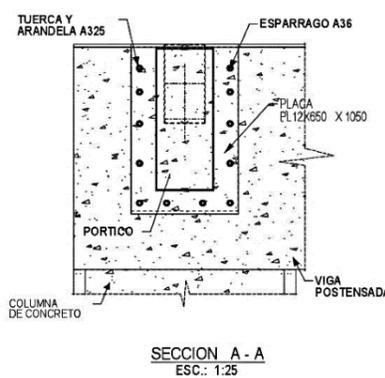
  
JOSÉ SEBASTIAN VALLEJO HERRERA  
INGENIERO CIVIL  
Ing. José Sebastián Vallejo Herrera  
Reg. CIP N° 106998  
Residente de Obra

## **Anexo N° 7: Planos**

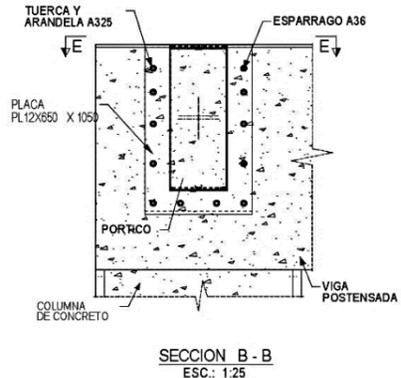
### **PLANO DE MONTAJE DE PÓRTICOS**



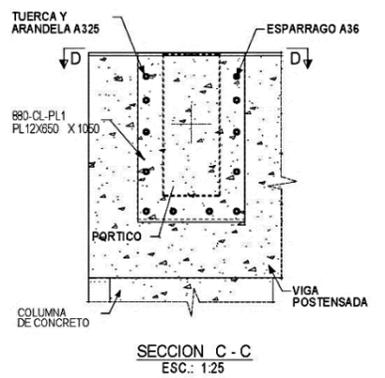
SECCION D - D  
ESC.: 1:200



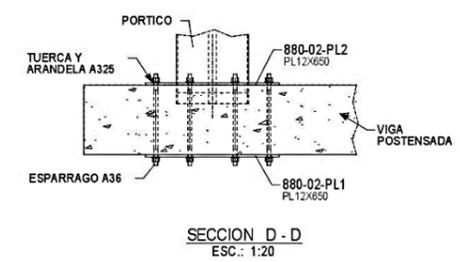
SECCION A - A  
ESC.: 1:25



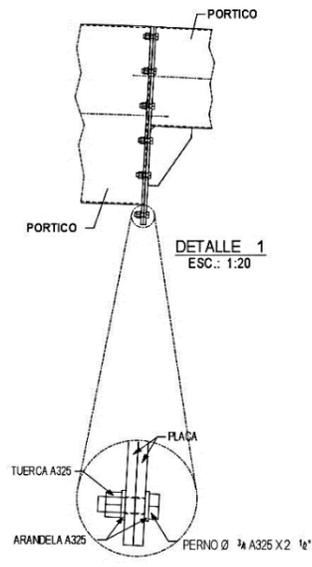
SECCION B - B  
ESC.: 1:25



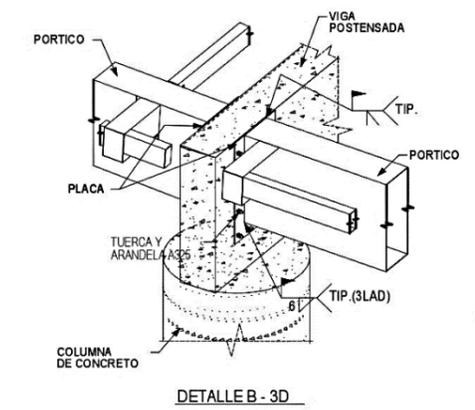
SECCION C - C  
ESC.: 1:25



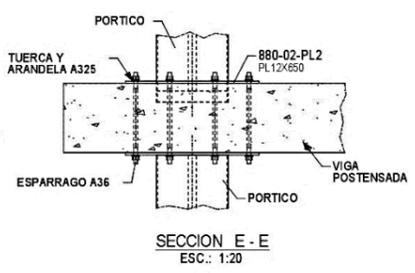
SECCION D - D  
ESC.: 1:20



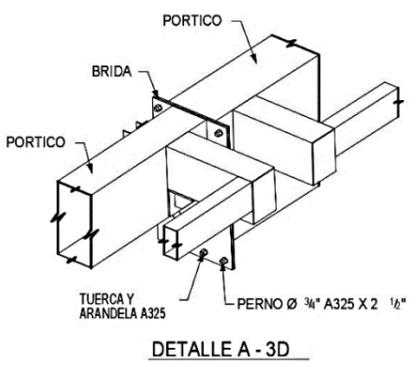
DETALLE 1  
ESC.: 1:20



DETALLE B - 3D



SECCION E - E  
ESC.: 1:20



DETALLE A - 3D

- NOTAS:  
 1.- LAS COTAS PREVALECEN SOBRE EL DIBUJO  
 2.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN mm Y LAS ELEVACIONES EN m.  
 3.- EL MATERIAL ES ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36  
 4.- SOLDADURA EN GENERAL MINIMO 5mm (S I C)  
 5.- SE USARAN PERNOS A325 EN ELEMENTOS PRINCIPALES

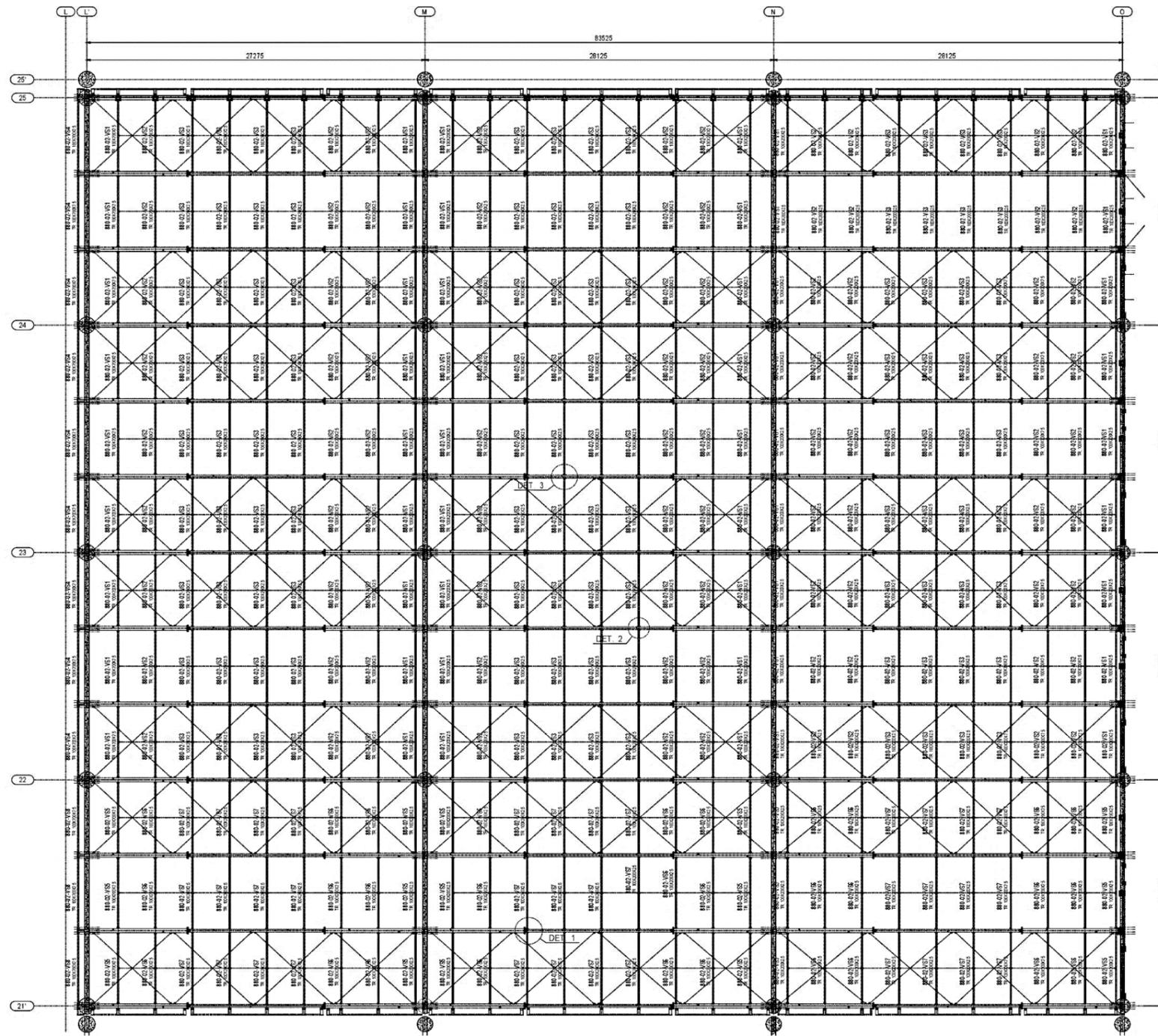
EMITIDO PARA MONTAJE		B.M.L.	25/01/2014	J.M.C.	25/01/2014	D.B.R.	25/01/2014				
REVISIONES		DETALLADO	FECHA	REVISADO	FECHA	APROBADO	FECHA	REVISADO POR	FECHA	APROBADO POR	FECHA
ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE PRIMADA A MINIMO		FABRICANTE GERENPRO S.A.C									
		CLIENTE			LINDLEY			Nº PLANO REFERENCIA		NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	

**GERENPRO**  
 GERENPRO PROYECTOS S.A.C.  
 P.O. Box 101, Montero - Lima  
 Teléfono: 201 4331  
 Pagina Web: www.gerenpro.com.pe

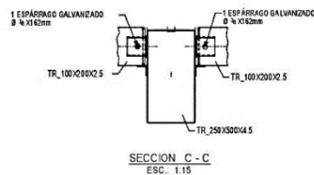
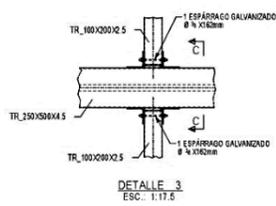
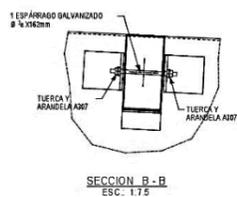
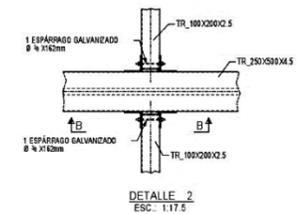
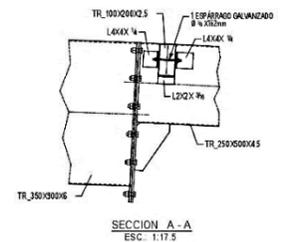
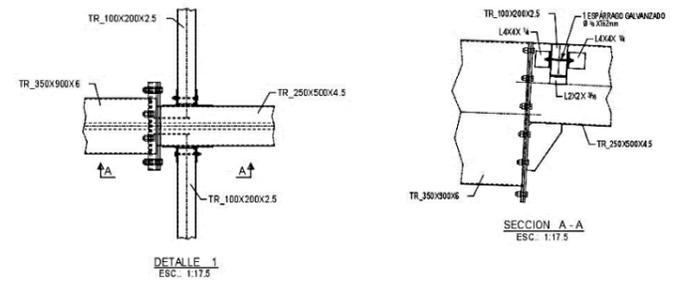
**CESEL**  
 INGENIEROS

Proyecto: NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUJUSANA  
 Obra: NAVE ESTRUCTURAL  
 Lugar: PUJUSANA - LIMA - PERU  
 Propietario: LINDLEY S.A.  
 CORPORACION LINDLEY S.A.  
 N° DE LAMINA: GP-13-880-02-05

Lámina: 594x420  
 Revisión: 0



VISTA DE PLANTA - VIGUETAS N2  
ESC.: 1:175



- NOTAS
- 1- LAS COTAS PREVALECN SOBRE EL DIBUJO
  - 2- LAS DIMENSIONES ESTAN EN mm. Y LAS ELEVACIONES EN m.
  - 3- EL MATERIAL ES ACERO ESTRUCTURAL ASTM-A36
  - 4- SOLDADURA EN GENERAL MINIMO 5mm (S.I.C.)
  - 5- SE USARAN PERFOROS AZIS EN ELEMENTOS PRINCIPALES

EMITIDO PARA MONTAJE		B.M.L.	28/01/2014	J.M.C	28/01/2014	D.B.R.	28/01/2014								
Nº.	REVISIONES	DETALLADO	FECHA	REVISADO	FECHA	APROBADO	FECHA	REVISADO POR	FECHA	APROBADO POR	FECHA	Nº PLANO REFERENCIA		NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	

**GP GERENPRO**  
GERENCIAS PROYECTOS S.A.C.  
Paseo J. Montero Paredes 103 Surco - Lima  
Teléfono: 281 8237  
Página Web: www.gpgerenpro.com.pe

**CESEL**  
INGENIEROS

Proyecto: NUEVA PLANTA INDUSTRIAL DE CORPORACION LINDLEY EN PUCUSANA  
Obr: PUJUSANA - LIMA - PERU  
Propietario: CORPORACION LINDLEY S.A.

Nº DE LAMINA: GP-13-880-02-06

Lamina: 841x594  
Revisión: 0