

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA
FABRICACIÓN DE DUCTOS DE ACERO ASTM A709 EN
UNA PLANTA INDUSTRIAL, COMPARANDO PROCESOS
DE SOLDADURA SMAW Y FCAW-G**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

JOEL ERNESTO VILCHEZ AQUINO

PROMOCION 2010-I

LIMA-PERU

2 013

DEDICATORIA

A mis señores padres, por creer en mí; y siempre estar impulsándome a alcanzar mis metas.

A mi hermana, tíos, primos y amigos, por haber fomentado el deseo de superación.

AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecido a mis padres por su constante apoyo moral y su gran ayuda, sin el cual este trabajo no hubiera sido posible.

INDICE

| | |
|---|----|
| PROLOGO | 01 |
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN | 03 |
| 1.1. Antecedentes | 04 |
| 1.2. Objetivo | 05 |
| 1.3. Alcance | 05 |
| 1.4. Limitaciones | 06 |
| 1.5. Metodología de trabajo | 06 |
| CAPÍTULO 2: SINTESIS DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA | 08 |
| 2.1. Descripción de la empresa | 08 |
| 2.1.1. Razón social y Ubicación Geográfica | 09 |
| 2.1.2. Principales servicios y/o productos | 09 |
| 2.1.2.1. Servicio a la industria minera | 09 |
| 2.1.2.2. Servicio a la industria de energía e hidráulica | 10 |
| 2.1.2.3. Servicios a la industria pesquera | 11 |
| 2.1.2.4. Ejecución de obras civiles | 12 |
| 2.1.3. Principales clientes | 13 |
| 2.1.4. Principales proveedores | 13 |
| 2.1.5. Organigrama de la empresa | 14 |
| 2.1.5.1. Organigrama gerencial de la empresa | 14 |
| 2.1.5.2. Organigrama de la gerencia de operaciones | 15 |

| | | |
|--|--|----|
| 2.1.6. | Interrelaciones funcionales del área de producción con otras áreas de la empresa | 15 |
| 2.2. | Misión, Visión de la empresa | 16 |
| 2.2.1. | Visión | 16 |
| 2.2.2. | Misión | 16 |
| 2.3. | Producción | 17 |
| 2.3.1. | Medios de producción | 17 |
| 2.3.1.1. | Recursos humanos | 17 |
| 2.3.1.2. | Disposición de planta | 17 |
| 2.3.1.3. | Maquinarias y equipos | 17 |
| 2.3.2. | Proceso productivo | 18 |
| 2.3.2.1. | Ciclo de fabricación | 18 |
| 2.3.3. | Políticas de producción | 22 |
| 2.3.3.1. | Planeamiento de la producción | 22 |
| 2.3.3.2. | Logística | 25 |
| 2.3.3.3. | Programación de la producción | 25 |
| 2.3.3.4. | Control de la producción | 25 |
| 2.3.3.5. | Control de calidad | 28 |
| 2.3.3.6. | Mantenimiento | 29 |
| CAPÍTULO 3: TÉCNICAS DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN EMPRESAS METAL-MECÁNICAS | | |
| 3.1. | Técnicas de mejora basado en la tecnología | 30 |

| | | |
|--|---|----|
| 3.1.1. | Diseño asistido por computadora | 30 |
| 3.1.2. | Automatización de la soldadura | 31 |
| 3.1.2.1. | Soldadura semiautomática | 31 |
| 3.1.2.2. | Soldadura automática | 34 |
| 3.2. | Técnicas de mejora basado en los materiales | 37 |
| 3.2.1. | Planificación de requerimiento de materiales | 37 |
| 3.2.2. | Administración de inventarios | 37 |
| 3.2.3. | Control de calidad de proveedores | 39 |
| 3.3. | Técnicas de mejora basado en la mano de obra | 39 |
| 3.3.1. | Incentivos financieros | 39 |
| 3.3.2. | Mejoramiento de las condiciones de trabajo | 41 |
| 3.3.3. | Capacitación | 44 |
| 3.4. | Técnicas de mejora basado en el estudio del proceso | 44 |
| 3.4.1. | Diagrama de operaciones del proceso | 44 |
| 3.4.2. | Medición del tiempo del trabajo | 47 |
| 3.4.3. | Diagrama de recorridos | 48 |
| CAPITULO 4: MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA | | |
| FABRICACION DE LOS DUCTOS EN ESTUDIO | | 50 |
| 4.1. | Documentación del proceso de fabricación y soldadura | 50 |
| 4.1.1. | Descripción del proyecto de fabricación de los ductos | 50 |
| 4.1.2. | Plano de fabricación y detalle de las juntas | 51 |
| 4.1.3. | Planeamiento de la fabricación | 51 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 4.1.3.1. | Mano de obra | 51 |
| 4.1.3.2. | Distribución de las fabricaciones en planta | 52 |
| 4.1.3.3. | Materiales | 53 |
| 4.1.3.4. | Maquinas y equipos | 53 |
| 4.1.4. | Logística | 54 |
| 4.1.5. | Programación de la producción | 54 |
| 4.1.6. | Secuencia de fabricación de los ductos | 55 |
| 4.1.7. | Control de calidad | 67 |
| 4.1.8. | Diagrama de analítico del proceso actual | 67 |
| 4.1.9. | Diagrama de recorrido en la fabricación de los ductos | 67 |
| 4.1.10. | Indicadores del proceso de soldadura | 68 |
| 4.1.10.1. | Tasa de deposición | 68 |
| 4.1.10.2. | Factor de operación | 69 |
| 4.1.10.3. | Eficiencia de deposición | 70 |
| 4.1.10.4. | Tasa de deposición en producción | 71 |
| 4.2. | Medición del tiempo de las actividades del proceso actual de soldadura | 72 |
| 4.2.1. | Parámetros de soldadura | 72 |
| 4.2.2. | Equipos utilizados para la soldadura SMAW | 73 |
| 4.2.3. | Parámetros para cálculo de los indicadores | 74 |
| 4.2.4. | Indicadores obtenidos | 74 |
| 4.3. | Oportunidades de mejora | 74 |

| | | |
|----------------------------------|--|----|
| 4.4. | Medición del tiempo de las actividades del nuevo proceso | 77 |
| 4.4.1. | Parámetros de soldadura del nuevo procedimiento de soldadura | 79 |
| 4.4.2. | Equipos utilizados en la soldadura FCAW-G | 79 |
| 4.4.3. | Estudio de tiempos de soldadura | 79 |
| 4.4.4. | Parámetros para cálculo de los indicadores de producción del proceso de soldadura FCAW-G | 81 |
| 4.4.5. | Indicadores obtenidos del proceso de soldadura FCAW-G | 81 |
| 4.5. | Comparación de los indicadores de ambos procesos de soldadura | 81 |
| 4.6. | Verificación del proceso de soldadura FCAW-G | 85 |
| CAPÍTULO 5: ESTRUCTURA DE COSTOS | | 89 |
| 5.1. | Costos involucrados en la mejora del proceso de soldadura | 89 |
| 5.1.1. | Costos de los equipos para la implementación del nuevo proceso de soldadura | 89 |
| 5.1.2. | Costos de las cabinas para el proceso FCAW-G | 91 |
| 5.1.3. | Costos involucrados en la realización del procedimiento de soldadura | 92 |
| 5.1.4. | Costos involucrados en la realización de la calificación de soldadores | 93 |
| 5.2. | Comparación de la estimación de costo de soldadura entre los procesos. | 94 |

| | |
|--|----|
| 5.2.1. Costo de mano de obra | 94 |
| 5.2.2. Costo de los materiales | 95 |
| 5.2.2.1. Peso del metal depositado | 95 |
| 5.2.2.2. Peso del metal de aporte requerido | 95 |
| 5.2.2.3. Costo del Gas de protección | 96 |
| 5.3. Análisis comparativos de costos entre proceso SMAW y FCAW-G | 97 |

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

PLANOS

- Plano de arreglo general del puente San Miguel
- Plano de fabricación de los ductos

ANEXOS

- Diagrama de actividades
- Diagrama de actividades modificado
- Diagrama de recorrido
- Diagrama de recorrido modificado
- WPS soldadura SMAW
- WPS soldadura FCAW-G
- Plan de puntos de inspección
- Criterios de aceptación de la soldadura
- Reportes de inspección de la soldadura de los ductos realizados con el proceso FCAW-G

PROLOGO

En el presente informe se realiza el estudio de la mejora del proceso productivo en la fabricación de ductos de acero en un taller metal mecánico, en el que se determinaron varios indicadores de productividad para los procesos de soldadura manual SMAW y el proceso semiautomático FACW-G. El informe consta de cinco capítulos que se detallan a continuación:

En el capítulo 1 se realiza la introducción al tema; abarcando los antecedentes, objetivos, alcances, limitaciones y la metodología de trabajo.

En el capítulo 2 se hace una síntesis del sistema productivo de la empresa CEMPRO TECH, en la cual se describe el proceso productivo que se realiza para la culminación de una orden de trabajo, también se hace un resumen de la política de producción de la empresa.

En el capítulo 3 se presentan los resúmenes de técnicas que sirven para mejorar los procesos productivos en empresas del rubro metal mecánico; en este capítulo se

tocan temas como las técnicas de mejora basada en la tecnología, en los materiales, en la mano de obra y en el estudio del proceso.

En el capítulo 4 se describe la mejora del proceso productivo en la fabricación de ductos; se empieza describiendo el actual proceso de fabricación en el que se incluye los indicadores del proceso de soldadura SMAW, luego se describe las oportunidades de mejora en el proceso de soldadura, para culminar con la descripción del nuevo proceso de soldadura FCAW-G y la comparación de los indicadores de ambos procesos de soldadura. En este capítulo también se realiza la verificación del nuevo proceso, para lo cual si incluye la inspección de la soldadura realizada por el proceso FCAW-G.

En el capítulo 5 se presenta la evaluación económica para la implementación del proceso de soldadura FCAW-G, así como también se realiza la comparación de la estimación de los costos de soldadura con los procesos SMAW y FCAW-G.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Como parte de los compromisos adquiridos por la empresa CEMPRO TECH, en la que laboro como supervisor de producción, con sus clientes se encuentra el cumplimiento de la fecha de entrega, el cumplimiento de la calidad ofertada a un costo más bajo. Estos compromisos obligan a la empresa a mejorar sus procedimientos de fabricación, tratando de encontrar la manera de reducir los tiempos, costos e incrementar la calidad de las fabricaciones.

La empresa cuenta en la planta de Lurín con 46 equipos de soldadura; de los cuales 43 están configurados para el proceso manual SMAW. A este proceso le son inherentes labores que demoran los tiempos de fabricación, como son: cambio de electrodo, limpieza y remoción de escoria; además sus rangos de eficiencia de deposición, tasa de deposición y velocidad de aplicación son bajos en comparación con los procesos de soldadura semiautomáticos como el de soldadura por arco con

protección gaseosa (GMAW) y el de soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW).

Las máquinas de soldar con que se cuentan son: MILLER XMT 350, estos equipos son multiprocesos, la inversión para pasar del proceso de soldadura manual al proceso semiautomáticoes con la compra del alimentador de alambre. Teniendo así una gran oportunidad de mejora

1.1. Antecedentes

En abril de 2013 la empresa ganó la buena pro para la fabricación de 400 Ton de calderería para el puente San Miguel ubicado en la ciudad de Piura. El proceso de fabricación deberá durar aproximadamente 3 meses.

Si esta fabricación la realizaríamos con el proceso SMAW y con la distribución que presentaba la planta no se hubiese cumplido con el compromiso de la fecha de entrega, por lo que se buscó modernizar nuestro proceso de soldadura que es el cuello de botella, y bajo la asesoría de SOLDEXA se implementó el proceso de soldadura FCAW-G.

Una vez descrita la necesidad de mejorar, describiremos el objetivo y el alcance del presente informe.

1.2.Objetivo

El objetivo del presente informe es mejorar el proceso productivo en la fabricación de ductos de plancha ASTM- A709 con diámetro Ø 1250mm, longitud 8500mm y un espesor 50 mm, teniendo como base la comparación de los procesos de soldadura manual SMAW con el proceso semiautomático FCAW-G; con esta mejora se espera reducir el tiempo de soldeo en 30%.

1.3.Alcance

En el presente estudio se determinarán indicadores en la soldadura longitudinal interna de los ductos fabricados a partir de plancha ASTM A709 con diámetro Ø 1250mm, longitud 8500mm y un espesor 50 mm empleando el proceso FCAW-G

Solo se realizará el estudio de tiempos para la soldadura interna, la soldadura de la parte externa en ambos casos se realiza con el proceso de arco sumergido (SAW).

La fabricación se realizará según planos de detalle entregados por el cliente

Los detalles de las juntas de la soldadura fueron definidos por el cliente.

Se realizó 8 observaciones al proceso de soldadura longitudinal interna, para tener un error del 10% en la determinación del tiempo estándar de soldadura.

Para calcular los tiempos suplementarios por descanso, se utilizó las tablas proporcionadas por la empresa Peter Steel and Partners el cual está incluido como apéndice 3 del libro: Estudio del trabajo de la Oficina Internacional de Trabajo

1.4.Limitaciones

Los indicadores del proceso SMAW se utilizarán de la data de la empresa.

No se tratará la elaboración de procedimientos, ni instructivos.

1.5.Metodología de trabajo

En el presente trabajo se utilizará la metodología propuesta por Roberto Auliso, John Miles e Isabel Quintillan para la mejora de procesos, publicado en la revista electrónica FCE; en la que se definirá el proceso, se establecerá los indicadores, se realizarán mediciones, se identificarán oportunidades de mejora, para luego implementar las mejoras y se terminará con la evaluación de las mejoras.

También se usará herramientas de la mejora continua y técnicas de la especialidad de Ingeniería Industrial como son: el estudio del trabajo, diagrama analítico del proceso y el diagrama de recorridos.

CAPÍTULO 2

SÍNTESIS DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

2.1.Descripción de la empresa

CEMPRO TECH SAC es una empresa dedicada a ejecutar proyectos y fabricaciones de productos metálicos de uso estructural en el sector industrial, minero, pesquero, etc. Así como también la elaboración de ingeniería básica y de detalle.

2.1.1. Razón social y Ubicación Geográfica

| | |
|-------------------------------|--|
| NOMBRE DE LA EMPRESA | CEMPRO TECH SAC |
| NOMBRE COMERCIAL | CEMPRO TECH SAC |
| RUC | 20418664542 |
| FECHA DE FUNDACIÓN | 01/12/1998 |
| PAGINA WEB | www.cemprotech.com.pe |
| E-MAIL | postmaster@cemprotech.com.pe |
| TELEFONO | 7290029 |
| DIRECCIÓN PRINCIPAL | Av. Prolongación mariscal nieto Nro. 354 Ate |
| UBICACION DE LA PLANTA | Asoc. Sumac Paccha S/N Lurín |
| SECTOR ECONOMICO DE DESEMPEÑO | Fabricación de productos metálicos de uso estructural |

2.1.2. Principales servicios y/o productos

2.1.2.1. Servicio a la industria minera

Nuestra participación en este ramo comprende: ingeniería básica, ingeniería de detalle, obras civiles, fabricación y montaje de maquinaria de planta y mina, edificios, sistemas de transporte para sólidos, líquidos y gases, celdas de flotación, espesadores, clarificadores, ciclones, tanques, fajas, zarandas, ductos, chumaceras y elementos de máquina para los diferentes equipos de este sector (figura 2.1).

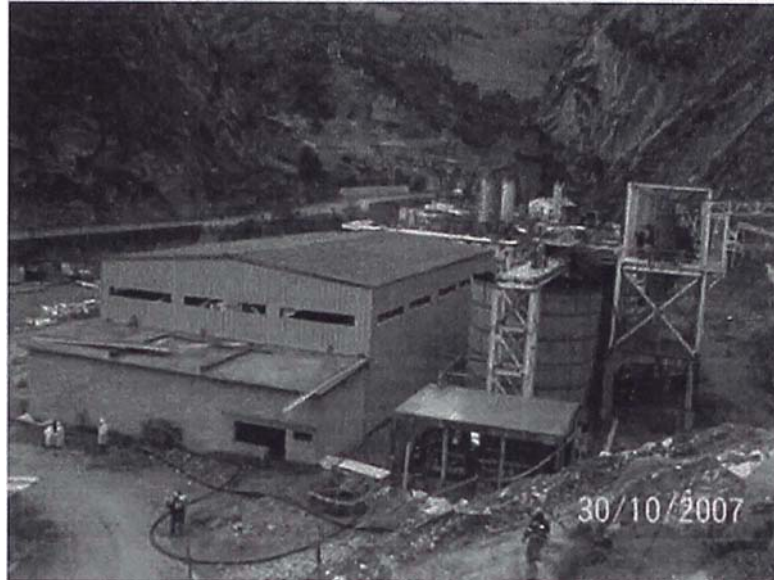


Figura 2.1 Fabricación y montaje de maquinaria de planta; Empresa Los Quenuales, Unidad minera Trevali (Cerro de Pasco)

2.1.2.2. Servicio a la industria de energía e hidráulica

La experiencia acumulada en este sector se basa en el diseño, fabricación y montaje de equipos hidromecánicos para bocatomas, canales de irrigación, represas, etc. El suministro incluye compuertas, mecanismos de izaje, estructuras metálicas, limpia rejas, válvulas de purga, automatización y mantenimiento electromecánico de presas (figura 2.2)

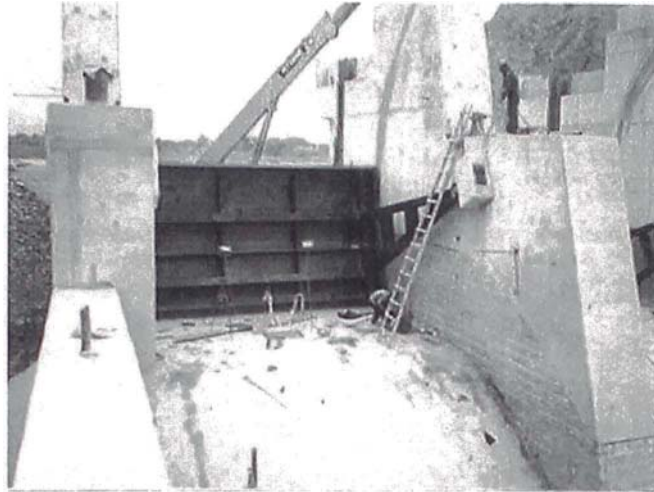


Figura 2.2: Montaje de compuerta radial, Bocatoma Huachipa (Lima).

2.1.2.3. Servicios a la industria pesquera

En este rubro nos especializamos en el suministro y fabricación de plantas compactas de harina de pescado (figura 2.3)

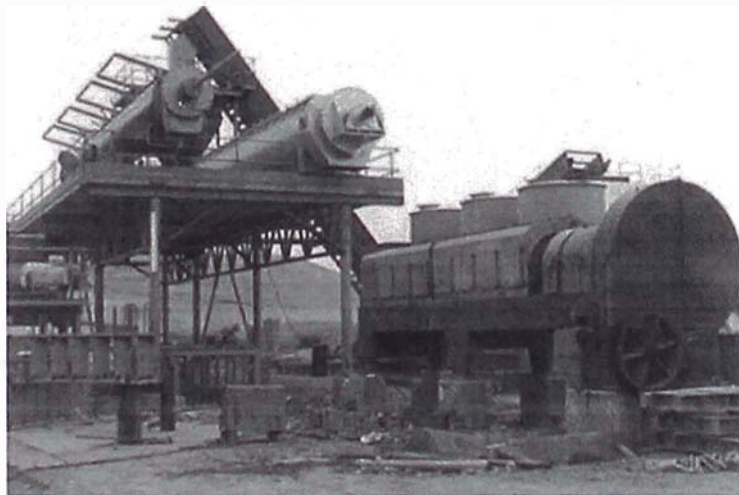


Figura 2.3: Fabricaciones de cocinador y prensa de pescado, Pesquera Diamante (Chimbote)

2.1.2.4. Ejecución de obras civiles

Este rubro forma parte integral en el desarrollo de los proyectos ejecutados para nuestros clientes en los diferentes sectores de la producción (minería, energía, hidromecánica, pesquería e industria). En esta área ejecutamos las siguientes tareas: Ingeniería de diseño, movimiento de tierra, cimentación de maquinarias (figura 2.4).

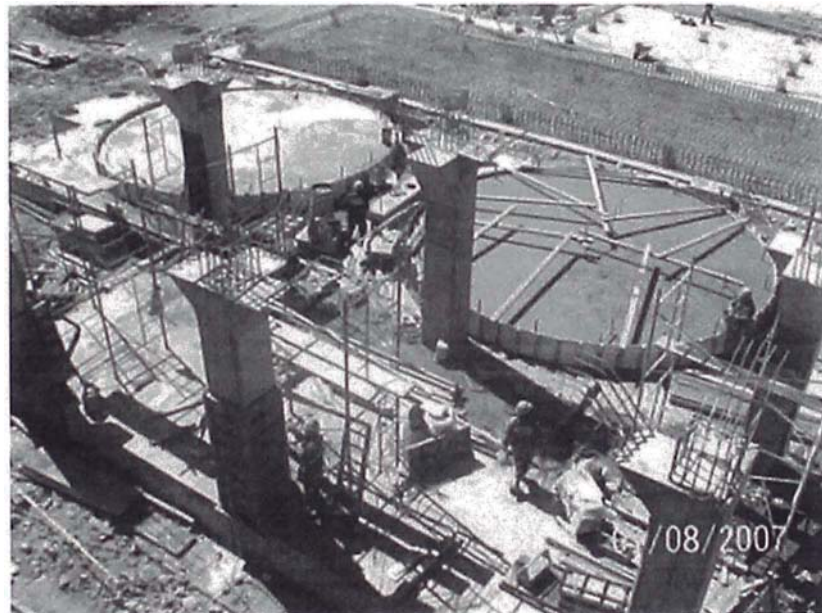


Figura 2.4: Obras civiles para el montaje de e pe adore . Compañía Minera Milpo (Arequipa)

2.1.3. Principales clientes

- Minería
 - Perubar SA
 - VolcánCía. Minera SAA
 - Sociedad Minera El Brocal SAA
 - Cía. Minera Milpo SA
 - SouthernPeruCopper
- Energía e hidráulica
 - Odebrecht
 - Graña y Montero
 - Cosapi
 - Constructora Cheves
 - Energía Pacasmayo SA
 - Mantto
 - Empresa de Generación Eléctrica Cahua SA

2.1.4. Principales proveedores

- Proveedores de materia prima (planchas, perfiles, vigas, tubos, etc.)
 - Comasa
 - Tubisa
 - Abinsur
 - Tradisa

- Proveedores de consumibles (soldadura, discos de corte, escobillas, etc.)
 - Sedisa
 - Soldexa

2.1.5. Organigrama de la empresa

2.1.5.1. Organigrama gerencial de la empresa

El organigrama de la empresa se puede visualizar en la figura 2.5.

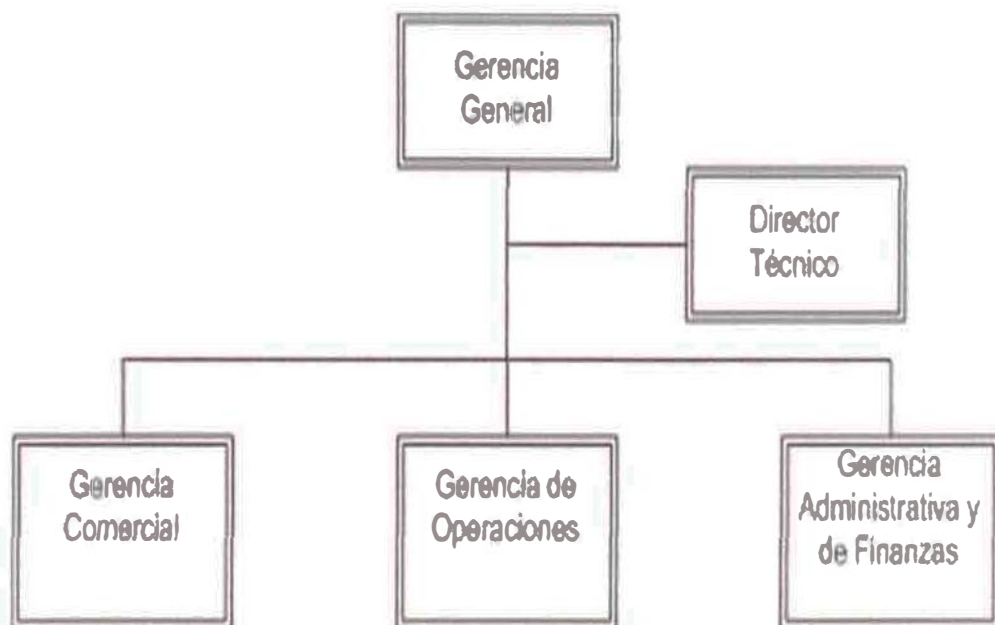


Figura 2.5: Organigrama gerencial de la empresa

2.1.5.2. Organigrama de la gerencia de operaciones

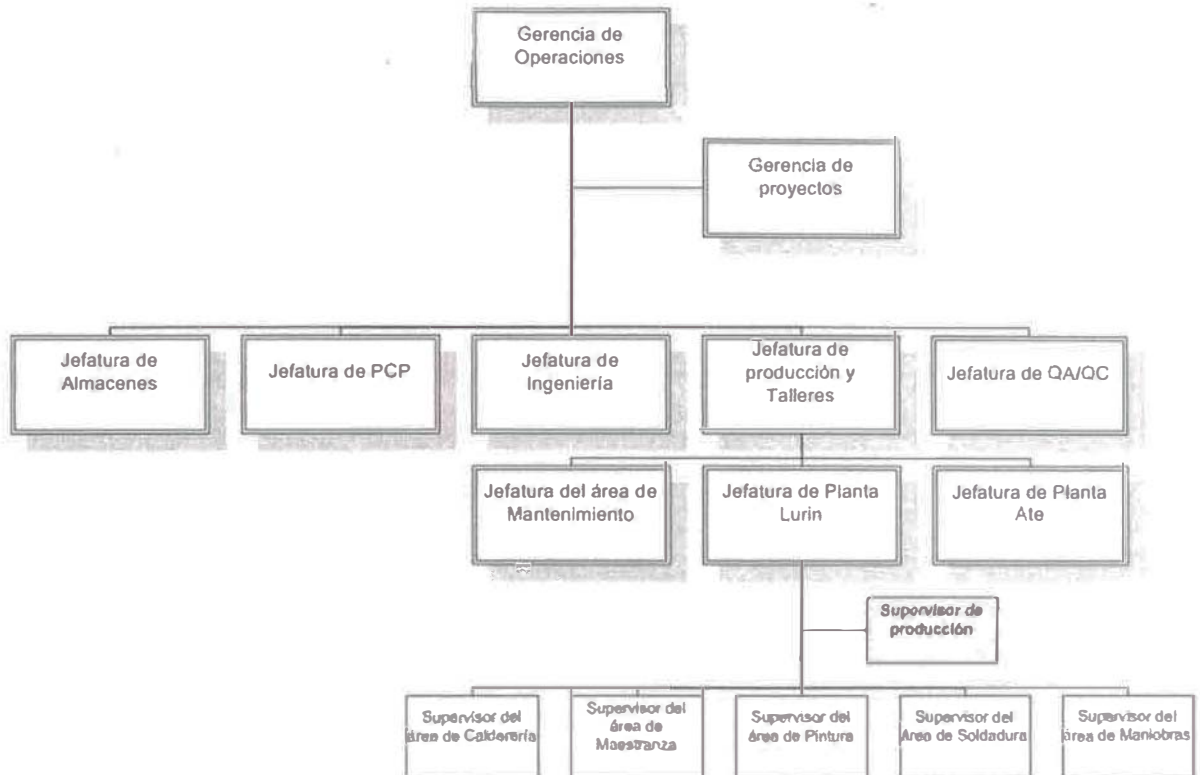


Figura 2.6. Organigrama de la gerencia de operaciones

2.1.6. Interrelaciones funcionales del área de producción con otras áreas de la empresa

Los proyectos se trabajan con una estructura organizacional matricial equilibrada, en la que para cada orden de trabajo se designa un supervisor de producción, un supervisor de control de calidad, un supervisor de ingeniería y un supervisor de planeamiento y control de la producción.

2.2.Misión, Visión de la empresa¹

2.2.1. Visión

Ser una empresa distinguida por su ética profesional, por su capacidad y tecnología actualizada, respetando siempre los estándares de seguridad y protección del medio ambiente, manteniendo una calidad invariable de nuestro trabajo, con una constante vocación de servicio al cliente, creando trabajo para nuestro país y cumpliendo los compromisos que asumimos con cada uno de ustedes, sobre la base de la seriedad y la eficiencia.

Todo esto en busca de optimizar el valor de las inversiones de nuestros clientes y la satisfacción total a sus necesidades.

2.2.2. Misión

Ser reconocidos como una empresa capaz y líder en el sector metalmecánico, competitiva, sólida y de confianza, desarrollando proyectos para contribuir al éxito de nuestros clientes y al desarrollo de nuestro país.

¹ La Misión y Visión fue transcrita como figura en la página web de la empresa www.cemprotech.com.pe

2.3.Producción

2.3.1. Medios de producción

Los medios de producción son los recursos que posibilitan la realización de algún trabajo, que en nuestro caso se componen de:

- Recursos humanos
- Disposición de planta
- Maquinarias y Equipos

2.3.1.1.Recursos humanos

Como política de la empresa en el área de producción, por el constante cambio en las necesidades de mano de obra, el proceso de habilitado, armado, granallado y pintura lo sub-contrata, el proceso de soldadura y la supervisión pertenecen a la planilla de la empresa.

2.3.1.2.Disposición de planta

La disposición de la planta es del tipo: “orientado al proceso”.

Está diseñado para la producción de bajos volúmenes y gran variedad de fabricaciones.

2.3.1.3.Maquinarias y equipos

En la tabla 2.1 se muestra el equipamiento más importante de la empresa para el proceso de fabricación que cuenta la planta de Lurín.

Tabla 2.1: Máquinas y equipos de la planta Lurín

| Descripción | Cantidad | Unidad |
|---|----------|---------|
| Máquina de soldar | 30 | Equipos |
| Equipo de Oxicorte | 30 | Equipos |
| Esmeril de 2400W para discos de 7" | 60 | Equipos |
| Esmeril de 1000W para discos de 4" | 65 | Equipos |
| Equipo de corte plasma | 2 | Equipos |
| Equipo de corte semiautomático oxicorte | 25 | Equipos |
| Equipo de corte CNC oxicorte | 1 | Equipo |
| Grúa 90 Ton | 1 | Equipo |
| Montacargas | 2 | Equipos |
| Equipo de soldar SAW | 6 | Equipos |
| Roladora CNC DAVI | 1 | Equipo |
| Plegadora | 1 | Equipo |
| Cizalla | 1 | Equipo |
| Sierra eléctrica | 1 | Equipo |

2.3.2. Proceso productivo

2.3.2.1. Ciclo de fabricación

En general el proceso de fabricación de los diferentes proyectos es similar y siguen el diagrama de flujo que se muestra en la imagen 2.7.

Diagrama de flujo de las fabricaciones en área de Operaciones

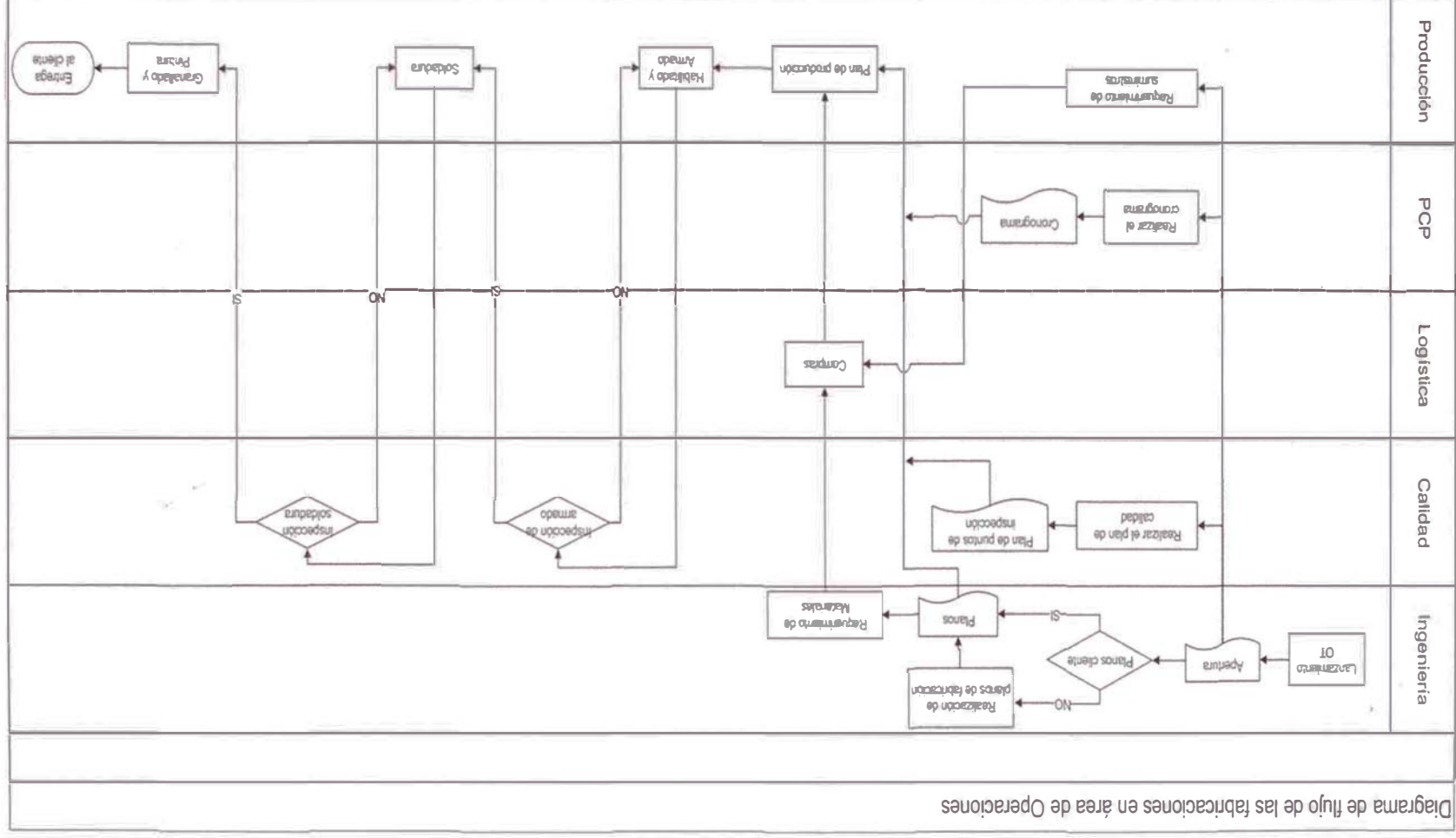


Figura 2.7: Diagrama de flujo de las fabricaciones

Las principales actividades que se realizan en el proceso de fabricación son:

a. Recepción de Material

El material que se recibe, es revisado dimensionalmente y se comprueba que el certificado de calidad concuerde con la colada que indique en físico la plancha. también se realiza la inspección visual para detectar defectos de laminación.

b. Trazado

Se entiende por trazado, a las marcas que se realiza en la plancha que sirven para indicar líneas, ejes, y demás referencias, de acuerdo a los planos de taller; posterior al trazado se realiza la inspección midiendo las dimensiones de largo, ancho y las diagonales.

c. Corte y biselado

El corte se puede realizar utilizando medios mecánicos como la cizalla, sierra eléctrica o por medio de equipos semiautomáticos de oxicorte. Posterior al cortado se limpia las rebabas con esmeril, para continuar con el proceso de fabricación.

d. Armado

Una vez verificado el ensamble correcto de la fabricación, se procede a retener la posición, para eso se colocan puntos de soldadura.

Los puntos deben de colocarse en lugares accesibles, para que se pueda realizar una limpieza durante el proceso de soldeo.

e. Control de calidad- armado

La liberación dimensional de armado se realiza según lo que indica en el plan de puntos de inspección.

f. Soldadura

La soldadura es el proceso donde se unen los materiales, para lo cual es necesario contar con el procedimiento de soldadura y la calificación del soldador.

g. Control de control de calidad – dimensional y soldadura

La liberación dimensional de las fabricaciones se realiza según lo indicado en el plan de puntos de inspección.

h. Granallado y Pintura

Una vez liberada la fabricación, se le envía al área de pintura; para realizar el granallado, si la estructura cumple la especificación de granallado ofrecido en el contrato se procede a trasladar a las cabinas de pintura; Luego que se pinta las fabricaciones, se verifican los espesores de pintura y las características que solicitó el cliente, si cumple, la estructura habrá terminado el proceso de fabricación.

2.3.3. Políticas de producción

2.3.3.1. Planeamiento de la producción

Cemprotech es una empresa que fabrica productos de diferentes especificaciones de acuerdo al pedido específico del cliente.

Debido a que trabajamos a pedido, el planeamiento de la producción se realiza cuando el área de ventas apertura una Orden de trabajo.

a. Mano de Obra

La mano de obra con que cuenta la empresa es altamente especializada; por lo que se tiene poca flexibilidad de los operarios.

Se tiene un índice de rotación de personal elevada, generada por la falta de incentivos, a las inadecuadas condiciones de trabajo y a la lejanía de la planta a la ciudad (Km 40 de la panamericana sur).

b. Terrenos y edificios

La empresa cuenta con 2 locales: La planta de Ate donde se encuentra la parte administrativa y el área de maestranza; la planta de Lurín donde se realiza trabajos de calderería.

El local de Lurín es un terreno de 35000m², el cual no cuenta con techo ni infraestructura de maniobras (como son puentes grúas). El terreno donde funciona la planta se encuentra aproximadamente a un kilómetro del mar, lo cual es perjudicial ya que el ambiente es altamente corrosivo, lo que hace que los materiales que están en proceso de fabricación estén altamente expuestos a la corrosión, y cuando llegue al área de granallado se identifique puntos de corrosión que en algunas ocasiones ha provocado que la pieza fuese rechazada y se vuelva a fabricar.

Se observa excesiva distancia de desplazamiento de productos durante el proceso de producción.

La temperatura ambiental en ocasiones es demasiado alta o demasiado baja. Y en época de invierno, es apreciable la llovizna lo que nos obliga a paralizar la planta hasta que se reduzca o desaparezca la llovizna.

c. Materias primas y materiales

Por ser una empresa a pedido no contamos con stock de materia prima (planchas de acero, vigas, ángulos, etc.); los materiales los adquirimos una vez que se apertura la orden de trabajo.

No contamos con materiales e insumos para pedidos de emergencia.

d. Máquinas y Equipos

En la planta Lurín se cuenta con una torre grúa y equipos montacargas, para realizar el traslado y maniobras de armado de las fabricaciones.

2.3.3.2. Logística

El departamento de logística pertenece al grupo ARUNTANI, y su ubicación está en el local de Campoy (Local perteneciente al grupo). El mismo departamento atiende a todas las empresas del grupo (Aruntani, Mdh, Bransa, etc).

2.3.3.3. Programación de la producción

La programación de los trabajos lo realizamos con el modelo: “La fecha de entrega más próxima” con lo que minimizamos la penalización si no se entrega en la fecha comprometida.

La programación de la producción se efectúa en forma parcial, muchas veces interrumpiéndose muchos procesos establecidos, para iniciar los que se requieren de forma urgente, ocasionando demoras y discontinuidad en las operaciones.

2.3.3.4. Control de la producción

El control de la producción lo realizamos de manera semanal, para lo cual se completa el reporte de avance; la unidad de medida es el peso a fabricar en toneladas.

Los porcentajes se colocan de acuerdo al consenso con el cliente.

Tabla 2.2: Ejemplo de porcentajes para la valorización actividades.

| Actividades en Fabricación | Código | Valorización |
|-----------------------------|--------|--------------|
| Trazado y habilitado | TRZ | 15 |
| Corte y/o dobléz y/o rolado | CDR | 15 |
| Armado y apuntalado | ARM | 15 |
| Soldadura | SOL | 25 |
| Ensamble | PRE | 15 |
| Granallado y Pintura | GYP | 10 |
| Liberación | OKF | 5 |

| | | | | PARTIDA:FABRICACIÓN DE SUPER-ESTRUCTURA | | | | | | | | | | AVANCE SEMANA | | 0.00% | | AVANCE ACUMULADO | | 0.00% | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|------|----------|---|-------|------------|-------|------|-------|------|----------|------|-------|---------------|---------|-------|-------|------------------|-------|-------|--------|----------------|------|------|--|
| OT - 6326 | | | | PESO A FABRICAR: | | 447.51 TON | | | | | | | | | | | | PESO SEMANA | | | | PESO ACUMULADO | | 0.00 | |
| PLANO | DESCRIPCION | CANT | P. UN | P. TOT | TRZ | | CDR | | ARM | | SOL LONG | | PRE | | SOL CIR | | GYP | | OKF | | AVANCE | | | | |
| | | | | | % | Kg | % | Kg | % | Kg | % | Kg | % | Kg | % | Kg | % | Kg | % | Kg | % | Kg | % | Kg | |
| | | | | 447511.58 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00 | | |
| FABRICACION DE VINDAS -115 | | | | 223755.78 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 7 | ARC 7A | 1 | 14012.19 | 14012.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 7A | ARC 7B | 1 | 14012.19 | 14012.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 8 | ARC 8A | 1 | 14013.91 | 14013.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 8A | ARC 8B | 1 | 14013.91 | 14013.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 5 | ARC 5A | 1 | 13941.73 | 13941.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 5A | ARC 5B | 1 | 13941.73 | 13941.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 4 | ARC 4A | 1 | 13944.81 | 13944.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 4A | ARC 4B | 1 | 13944.81 | 13944.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 3 | ARC 3A | 1 | 13949.54 | 13949.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 3A | ARC 3B | 1 | 13949.54 | 13949.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 2 | ARC 2A | 1 | 13962.04 | 13962.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 2A | ARC 2B | 1 | 13962.04 | 13962.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 1 | ARC 1A | 1 | 15184.72 | 15184.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 1A | ARC 1B | 1 | 15184.72 | 15184.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 0 | ARC 0A | 1 | 12888.95 | 12888.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 0A | ARC 0B | 1 | 12888.95 | 12888.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| FABRICACION DE VINDAS -83 | | | | 223755.78 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 7 | ARC 7A | 1 | 14012.19 | 14012.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| ARC 7A | ARC 7B | 1 | 14012.19 | 14012.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 8 | ARC 8A | 1 | 14013.91 | 14013.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 8A | ARC 8B | 1 | 14013.91 | 14013.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 5 | ARC 5A | 1 | 13941.73 | 13941.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 5A | ARC 5B | 1 | 13941.73 | 13941.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 4 | ARC 4A | 1 | 13944.81 | 13944.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 4A | ARC 4B | 1 | 13944.81 | 13944.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 3 | ARC 3A | 1 | 13949.54 | 13949.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 3A | ARC 3B | 1 | 13949.54 | 13949.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 2 | ARC 2A | 1 | 13962.04 | 13962.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 2A | ARC 2B | 1 | 13962.04 | 13962.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 1 | ARC 1A | 1 | 15184.72 | 15184.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 1A | ARC 1B | 1 | 15184.72 | 15184.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 0 | ARC 0A | 1 | 12888.95 | 12888.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| ARC 0A | ARC 0B | 1 | 12888.95 | 12888.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

Figura 2.8: Modelo de formato de avance semanal.

2.3.3.5. Control de calidad

Cada pedido tiene diferente especificación, de acuerdo a la consideración técnica del cliente, para lo cual en el inicio de cada proyecto se envía para aprobación el Plan de puntos de inspección, en donde se indican las inspecciones, evaluaciones, documentos, criterios de aceptación, etc.

| PLAN DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--------------------------------|---------------|---|---|---|
| SECCIÓN RECEPCION DE MATERIALES | | | | | | | | |
| No. | Inspección y Evaluación Descriptivo | Documento de Referencia | Criterio de Aceptación | Formulario de Certificación | Participantes | | | |
| | | | | | S | Q | C | L |
| 1 | Elaboración de listos de muestras | Planos Aprobados para Construcción Normas ASTM | Especificaciones Técnicas Requisitos de Calidad | | | | | |
| 2 | Revisión física del inventario e verificación de los materiales y/o equipos | ASTM -A 36 ASTM -A 53 | ASTM -A 36 ASTM -A 53 | CEMPRO -PC - R -005 | | | | |
| 3 | Verificación de medidas de los pernos y placas | ASTM -A 36 | AISC - STEEL CONSTRUCTION ASTM -A 36 | CEMPRO -PC - R -005 | P | W | H | W |
| 4 | Verificación de medidas de tuberías | ASTM -A 53 | ASTM -A 53 | CEMPRO -PC - R -005 | P | H | H | |
| 5 | Verificación de dimensiones de las cotas y del asentamiento de la empalmadura | ANSI B 16.5 | ANSI B 16.5 | CEMPRO -PC - R -005 | | | | |
| 6 | Verificación de Certificados de Calidad | ASTM -A 36 ASTM -A 53 | ASTM -A 36 ASTM -A 53 | CEMPRO -PC - R -005 | P | W | H | |
| 7 | Verificación de hojas técnicas de equipos | Data Sheet | Especificaciones Técnicas | CEMPRO -PC - R -005.1 | | | | |
| LEYENDAS Participantes S - Subcontratista Q - Inspector de QC C - Cliente o Compañía L - Laboratorio / Terceros | | | Códigos de intervención P - Perform W - Witness = Testigo C - Certificate = Certificado/Reporte END H - Hold Point = Punto de detención R - Review = Revisión A - Aceptación (Aceptar/Rechazar) S - Surveillance = Auditoría | | | | | |

Figura 2.9: Modelo de plan de puntos de inspección y evaluación para la recepción de materiales.

2.3.3.6.Mantenimiento

El tipo de mantenimiento que esta implementado en la empresa es del tipo correctivo, “reparar cuando falla”.

Para lo cual se mantiene en stock, los principales repuestos.

CAPÍTULO 3

TÉCNICAS DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN EMPRESAS METAL-MECÁNICAS

3.1. Técnicas de mejora basado en la tecnología

3.1.1. Diseño asistido por computadora

Es un sistema que permite el diseño de objetos por computadora, presentando múltiples ventajas como la interactividad y facilidad de crear nuevos diseños, la posibilidad de simular el comportamiento del modelo antes de la construcción del prototipo, modificando si es necesario sus parámetros; la generación de planos con todo tipo de vistas, detalles, secciones y la posibilidad de conexión con un sistema de fabricación asistida por computadora para la mecanización automática de un prototipo.

También permite el diseño de objetos tridimensionales como diseño de piezas mecánicas, diseño de obras civiles, etc.

Algunas características del diseño asistido por computadora

- Aumento en la productividad del diseño
- Mejoras en la calidad del diseño.
- Disminución en el tiempo de diseño y tiempo de respuesta.
- Representación precisa y marcadores automáticos
- Representación precisa y patrones automáticos, etc.

3.1.2. Automatización de la soldadura

3.1.2.1. Soldadura semiautomática

La AWS define la soldadura semiautomática como la soldadura manual realizada con equipos que controlan automáticamente una o más de las condiciones de soldadura.

El alimentador de alambre y el aspecto de voltaje constante de la fuente de alimentación convierten en semiautomáticos a los procesos de alambre continuo tales como GMAW y FCAW. El alimentador de alambre controla el agregado de metal de aportación y el voltaje del arco controla la longitud del arco. Por lo tanto, se controlan dos partes automáticamente. El operador, mientras suelda, maneja físicamente los ángulos del soplete o pistola, y las velocidades de avance.

a. Soldadura por arco de metal y gas (GMAW)

Es un proceso de soldadura que emplea un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. El proceso se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente.

El proceso de soldadura GMAW puede operar en modalidades mecanizada, semiautomática o automática. Todos los metales de importancia comercial como el acero al carbono, el acero inoxidable, el aluminio, el cobre, el titanio y las aleaciones de níquel se pueden soldar en cualquier posición con este proceso escogiendo el gas protector, electrodo y variables de soldadura apropiados.

Las ventajas más importantes del proceso GMAW son:

- Es el único proceso de electrodo consumible que puede servir para soldar todos los metales y aleaciones comerciales.
- Se logran tasas de deposición bastante altas con respecto al proceso SMAW.
- Como la alimentación de la soldadura es continua, es posible depositar soldaduras largas sin parar y volver a comenzar.
- La limpieza después de la soldadura es mínima, por que produce poca escoria

Limitaciones

- El equipo de soldadura es más costoso y complejo que del proceso SMAW.

- La pistola de soldar es más grande que un porta electrodo, lo que dificulta usarlo en lugares de difícil acceso.
- El arco de soldadura debe protegerse contra corrientes de aire que puedan dispersar el gas protector. Esto limita las aplicaciones en exteriores a menos que se coloquen barreras protectoras alrededor del área de soldadura

b. Soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW)

Es un proceso de soldadura que emplea un arco entre un electrodo tubular continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. Este proceso se emplea con protección de un fundente contenido dentro del electrodo tubular, con o sin el escudo adicional de gas de procedencia externa.

El proceso de soldadura FCAW tiene dos variaciones principales que distinguen en su método de protección del arco y del charco de soldadura contra la contaminación por gases atmosféricos (oxígeno y nitrógeno); una de ellas es el FCAW-S o FCAW con autoprotección, la protección del charco proviene de la descomposición y vaporización del núcleo de fundente en el calor del arco. El otro tipo es el FCAW-G o FCAW con protección gaseosa, en la utiliza un gas protector además de la acción del núcleo fundente. En ambos métodos, el material

del núcleo del electrodo proporciona una cubierta de escoria sustancial que protege el metal de soldadura durante su solidificación.

3.1.2.2. Soldadura automática

La AWS define a la soldadura automática como la soldadura con equipos que requieren una observación ocasional o ninguna observación de la soldadura, y no requieren ajustes manuales de los controles de los equipos.

La soldadura automática se puede realizar mediante la aplicación de una serie de procesos de soldadura de tres maneras básicas: soldadura de automatización fija, de automatización flexible y robótica (Automatización programable).

a. Automatización fija

La automatización fija usa una máquina especial, diseñada específicamente para soldar por arco las mismas partes específicas en una base de producción continua. Un operador monta una pieza en una porta piezas, presiona el botón Inicio y la pieza se suelda automáticamente. El operador desmontará la pieza soldada, la inspeccionará, cargará otra pieza y empezará el proceso nuevamente. (generalmente en los procesos GMAW o GTAW).

Las piezas que se van a soldar se pueden rotar debajo del soplete para soldar o éste se puede mover de un lado a otro de la pieza o alrededor de ésta, por lo general, en un sólo eje de movimiento. Las piezas que se van a soldar tienen, normalmente, un diseño simple que requiere una soldadura simple. A menudo se utilizan los siguientes métodos:

- Soldadura de puntos por arco
- Soldadura de tapón o ranura
- Soldadura lineal
- Soldadura circunferencial

b. Automatización flexible

La automatización flexible es simplemente una variación de la automatización fija pero que permite alguna variación en las piezas tales como un cambio de diámetro en una soldadura circunferencial o una adaptación de longitud en una soldadura longitudinal.

c. Soldadura robótica (Automatización programable)

La AWS define la soldadura robótica como la soldadura realizada y controlada por un equipo robótico.

Los robots permiten un movimiento rápido sobre una envolvente de trabajo para soldar piezas componentes pequeñas o conjuntos de piezas grandes. El robot puede realizar una soldadura de un tamaño adecuado con exactitud y de manera sistemática, a una velocidad y repetitividad óptimas.

Los robots tienen la capacidad de hacer tiradas de producción pequeñas que se pueden reacondicionar para realizar cambios, o se pueden programar especialmente para que realicen tiradas de producción grandes, lo que permite operar 24 horas por día durante los 7 días de la semana.

La soldadura robótica ofrece las siguientes ventajas:

- Reduce los riesgos para el operador.
- Reduce el desperdicio de materiales y las horas de trabajo, ya que permite una mayor exactitud y consistencia.
- Tiempos de ciclos más rápidos de las piezas.
- Puede soldar en todas las posiciones.
- Capaz de adaptar rápidamente a la soldadura una variedad de piezas de producción según sea necesario o cambios de piezas.

La soldadura robótica es programable y altamente flexible para adaptar y cambiar rápidamente el movimiento del arco de soldadura

con el fin de realizar soldaduras de alta calidad sobre diseños de piezas complejos.

3.2.Técnicas de mejora basado en los materiales

3.2.1. Planificación de requerimiento de materiales

La planificación de los materiales o MRP es un sistema de planificación y administración, normalmente asociada con un software de control de inventarios.

Tiene el propósito de que se tengan los materiales requeridos, en el momento oportuno para cumplir con las demandas de los clientes. El MRP sugiere una lista de órdenes de compra; programa las adquisiciones a proveedores en función de la producción programada.

Es un sistema que intenta dar a conocer simultáneamente tres objetivos:

- Asegurar materiales y productos que estén disponibles para la producción y entrega a los clientes.
- Mantener los niveles de inventario adecuados para la operación.
- Planear las actividades de manufactura, horarios de entrega y actividades de compra.

3.2.2. Administración de inventarios

La administración de inventarios es primordial dentro de un proceso de producción ya que nos va asegurar la continuidad de la producción de

una empresa, permitiendo una seguridad razonable en cuanto a la escasez de materia prima e impidiendo el exceso de inventario, con el objeto de mejorar la tasa de rendimiento.

La administración de inventario, en general, se centra en los siguientes aspectos básicos:

- Cuántas unidades deberían ordenarse o producirse en un momento dado.
- En qué momento deberían ordenarse el inventario.
- Que artículos del inventario merecen una atención especial.
- Puede uno protegerse contra los cambios en los costos de los artículos del inventario.
- Establecer relaciones exactas entre las necesidades probables y los abastecimientos de los diferentes productos.
- Definir categorías para los inventarios y clasificar cada mercancía en la categoría adecuada.
- Mantener los costos de abastecimiento al más bajo nivel posible.
- Mantener un nivel adecuado de inventario.
- Satisfacer rápidamente la demanda.
- Recurrir a la informática.

3.2.3. Control de calidad de proveedores

Puesto que la empresa recibe materiales de un amplio abanico de proveedores externos, se debe establecer un sistema de inspección en recepción y una serie de procedimientos destinados a evaluar los suministros de los proveedores hasta llegar a la entrega con calidad concertada.

La empresa debe asegurar la calidad y trazabilidad de los productos o componentes entregados por los proveedores.

Se debe realizar el seguimiento del rendimiento del proveedor en las entregas e indicadores de medida, así como el tratamiento de los fallos según la gravedad y la perturbación originada.

La utilización de materias primas que no cumplen con las especificaciones, muchas veces se traduce en menor velocidad de las máquinas, también puede provocar el reproceso de la fabricación.

3.3. Técnicas de mejora basado en la mano de obra

3.3.1. Incentivos financieros

Un programa de incentivos financieros independientemente de las características del programa, se utiliza con la finalidad de mejorar o reducir un indicador dentro de la empresa; como puede ser el aumento de la productividad,

reducir el ausentismo de los trabajadores, reducción los reclamos de no calidad, etc.

Algunas de las razones por las que se debería utilizar sistemas de incentivos financieros:

- La necesidad de controlar los costos laborales está estrechamente relacionada con la necesidad de incrementar la eficiencia laboral.
- Las organizaciones usarán sistemas de incentivos como una manera para incrementar la congruencia entre los objetivos de la organización y los objetivos de los individuos que forman parte de la misma.
- Las organizaciones visualizarán un grupo de incentivos como una manera para facilitar el desarrollo de equipos de trabajo eficaces.

Así mismo, hay una serie de cuestiones que deben plantearse antes de la aplicación de un sistema de incentivos y son:

- Los objetivos perseguidos
- La honestidad en su cálculo y aplicación
- La extensión del sistema

- El importe de los incentivos, su frecuencia y sus condiciones; y los aspectos administrativos y de gestión

3.3.2. Mejoramiento de las condiciones de trabajo

El término condiciones de trabajo se refiere a un conjunto de factores estrechamente enlazados que pueden influir positiva o negativamente en la salud física, mental y social de los trabajadores comprende elementos básicos de la vida laboral de la persona, es decir todo lo que tiene relación con la seguridad e higiene del entorno laboral.

La situación de las condiciones de trabajo en los establecimientos afecta la productividad y constituyen una barrera para la competitividad de sus establecimientos, hecho que les impide posicionarse de mejor manera.

La prevención de los riesgos en el trabajo, así como las medidas que se deben emprender para evitar los accidentes y las lesiones y prevenir las enfermedades que se pueden adquirir en el trabajo constituye un desafío de la mayor importancia en las actuales circunstancias. En ese sentido, se requiere no sólo políticas específicas y de una fiscalización adecuada, sino también poner en marcha medidas prácticas y soluciones sencillas que sean de fácil implementación.

A continuación se enumeran algunas mejoras que tienen un efecto directo en las instalaciones y actividades de producción, como en la motivación y eficacia de las tareas:

a. Almacenamiento y manipulación eficiente de materiales

Las mejoras en el almacenamiento y la manipulación de materiales en los procesos de producción significan recuperación de espacio desperdiciado, menos pérdidas de tiempo de producción en la búsqueda de herramientas y materiales, menores costos de capital debido a la disminución del trabajo en curso y un control simplificado de existencias.

b. Diseño práctico de puestos de trabajo

Muchos trabajadores ejecutan la misma tarea centenares de veces por día. Por lo tanto, los beneficios aportados por pequeñas mejoras en los lugares de trabajo se ven multiplicados y simples cambios pueden generar grandes ahorros.

c. Seguridad de herramientas, equipos y máquinas.

Las averías y accidentes afectan las operaciones de producción y traen como consecuencia demoras y una pobre calidad. El uso de herramientas y equipos bien mantenidos y con dispositivos de

protección protegen los dedos y las manos, ayudan a prevenir accidentes y mantienen a los trabajadores en sus lugares y puestos de trabajo.

d. Mejor iluminación para lograr productos de más calidad.

Una mejor iluminación muy a menudo reduce la fatiga visual, permite reducir errores e incrementa la productividad. Es importante para trabajos minuciosos o en puestos de trabajo donde se realizan tareas de control de calidad.

e. Locales adecuados para la producción.

Es mucho lo que se puede conseguir aún en edificios antiguos arreglando techos, paredes y pisos para mejorar la producción. El impacto de simples medidas para controlar la ventilación, calor y contaminación puede ser extraordinario.

f. Servicios básicos en el lugar de trabajo.

Buenos servicios básicos constituyen una parte esencial de todas las empresas. Contribuyen a mejorar la concurrencia asidua, la satisfacción en el trabajo, la moral y la salud de los trabajadores.

3.3.3. Capacitación

Dentro de toda empresa el recurso humano es un bien intangible que da vida al funcionamiento de los procesos internos que en ella se dan. El cual sin importar la complejidad ni la validez del programa de selección que se aplique en una organización, siempre necesitará ser sometido a procesos de capacitación si se desea que éstos alcancen un máximo de rendimiento y productividad en sus puestos.

Con los procesos de capacitación se busca asegurar la estandarización de procesos, la mejora en la productividad de la empresa

3.4. Técnicas de mejora basado en las tareas y/o procesos

3.4.1. Diagrama de actividades del proceso

Un Diagrama de actividades del proceso es una representación gráfica simbólica del trabajo que se va a realizar en un producto a medida que pasa por algunas o por todas las etapas de un proceso.

La información que se consignará:

- Cantidad de material.
- Distancia recorrida.
- Tiempo de trabajo realizado.
- Equipo utilizado.

La simbología de este diagrama es conformado por:

a. Operación

La operación sucede cuando se cambia alguna de las características físicas o químicas de un objeto, cuando se ensambla o se desmonta de otro objeto, o cuando se arregla o prepara para otra operación, transportación, inspección o almacenaje. La operación también se da cuando se entrega o se recibe información o bien cuando se lleva a cabo un cálculo o se planea algo.



Figura 3.1: Simbología “Operación”

b. Transporte.

El transporte se presenta cuando se mueve un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación de trabajo durante la operación o la inspección.



Figura 3.2: Simbología “Transporte”

c. Inspección.

La inspección sucede cuando se examina un objeto para identificarlo o para verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características.



Figura 3.3: Simbología “Inspección”

d. Demora.

La demora se produce cuando un objeto o persona espera la acción planeada siguiente.



Figura 3.4: Simbología “Demora”

e. Almacenaje.

El almacenaje tiene lugar cuando un objeto se guarda y protege contra el retiro o salida sin autorización.



Figura 3.5: Simbología “Almacenaje”

3.4.2. Medición del tiempo del trabajo

Se centra en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según un procedimiento de ejecución preestablecida. Este estudio permite determinar el tiempo necesario para realizar una operación

Medir el trabajo en una empresa es de gran utilidad ya que se puede:

- Lograr eliminar los tiempos improductivos en los procesos y buscar sus mejoras.
- Comparar los distintos métodos que se pueden aplicar tomando como referencia sus tiempos.
- Repartir el trabajo dentro de los equipos o grupos para hacerlo más equitativo;
- Determinar la carga de trabajo adecuada para una persona.

A continuación se coloca la fórmula para el cálculo del tiempo estándar de una tarea:

$$\textit{Tiempo estándar} = \textit{Tiemponormal} * (1 + \textit{Suplementos})$$

a. Tiempo estándar

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, que desarrolla una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar signos de fatiga.

b. Tiempos suplementarios

Es el tiempo que se concede al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que se presentan en la tarea, los suplementos que se consideran en un estudio de tiempos son:

- Suplementos por necesidades personales o básicas
- Suplemento por descanso o fatiga
- Suplementos por retrasos especiales

3.4.3. Diagrama de recorridos

Es un plano de la fábrica que determina la disposición de los equipos y maquinarias; sobre el cual es usual indicar, las operaciones realizadas, en este se estudia el recorrido de los materiales y de los operarios que permite lograr la mayor facilidad de manipulación y transporte, situación que redundará en

ahorro de tiempo y disminución de los costos, la finalidad de estos diagramas es evaluar los caminos más adecuados para mejorar la productividad.

CAPÍTULO 4

MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA FABRICACIÓN DE LOS DUCTOS EN ESTUDIO

4.1.Documentación del proceso de fabricación y soldadura

4.1.1. Descripción del proyecto de fabricación de los ductos.

El presente proyecto comprende la fabricación de 400 Tm de calderería para el puente San Miguel ubicado en la ciudad de Piura.

Los procesos de trazado, habilitado, corte, rolado, armado, soldadura, granallado y pintura se efectuarán en el taller de Lurín, que luego serán trasladados hacia la ciudad de Piura para su montaje.

Los ductos serán 32 unidades, cada uno de 8500mm de longitud

Los ensambles se realizarán en obra de acuerdo al plan de montaje del proyecto.

4.1.2. Plano de fabricación y detalle de las juntas

El plano de fabricación y los detalles de las juntas fueron proporcionadas por el cliente (los cuales se muestran en los anexos)

4.1.3. Planeamiento de la fabricación

4.1.3.1. Mano de obra

Se ha designado para este proyecto la siguiente distribución de personal.

Tabla 4.1: Relación de personal involucrado en la fabricación de los ductos

| Relación de personal para fabricación de ductos | |
|--|-----------|
| Descripción | cantidad |
| Empleados | 12 |
| Soldadores | 21 |
| Maniobras | 11 |
| Armado | 48 |
| Total | 92 |

4.1.3.3. Materiales

El acero que está especificado en el contrato para la fabricación de los ductos es el ASTM A709 GR 50, el cual es un acero microaleado con la finalidad de obtener elevadas propiedades mecánicas. Es usado en estructuras industriales, puentes, edificios, torres y en propósitos estructurales en general.

Las planchas fueron atendidas en el formato de 50mm x 2400mm x 6000mm

El electrodo designado para la soldadura fue el SUPERSITO, esto indicado en el contrato.

4.1.3.4. Máquinas y equipos

Se determinó para este trabajo la utilización de los siguientes equipos (tabla 4.2):

Tabla 4.2: Relación de máquinas y equipos designados para la fabricación de los ductos

| Relación de equipos y maquinas | | |
|--------------------------------|----------------------------------|----------|
| Área | Descripción | Cantidad |
| Soldadura | Máquina de soldar Miller XMT-350 | 21 |
| | Esmeril de 7" | 3 |
| | Esmeril de 4" | 21 |
| | Máquina de soldar SAW | 2 |
| Maniobras | Montacargas 10 ton | 1 |
| | Torre grúa 20 ton | 1 |
| | Grúa móvil 90tn | 1 |
| | Grúa móvil 20tn | 1 |
| Rolado | Roladora CNC Davi | 1 |
| Armado | Máquinas de apuntalar | 18 |
| | Esmeril de 7" | 20 |
| | Esmeril de 4" | 4 |
| | Equipo de corte | 13 |
| | Equipo semiautomático de corte | 16 |

4.1.4. Logística

La compra del material base se realizó a la empresa M

La compra de los suministros se realizó a la empresa EDI A

4.1.5. Programación de la producción

A la fabricación de los ductos se le dio la prioridad más alta, por lo que tuvo la preferencia con respecto a los demás proyectos que estaban en curso.

4.1.6. Secuencia de fabricación de los ductos

a. Recepción de Material

El material que se recibe, será revisado dimensionalmente, se comprobará que el certificado de calidad concuerde con la colada que indique en físico la plancha, también se realizará la inspección visual para detectar defectos de laminación.

b. Trazado

Se entiende por trazado, a las marcas que se realiza en la plancha que sirven para indicar líneas, ejes, y demás referencias, de acuerdo a los planos de taller. Posterior al trazado se realizará la inspección midiendo las dimensiones de largo, ancho y las diagonales.

c. Corte y biselado

El corte se realizará por medio de carritos de corte por proceso oxicorte. Posterior al cortado se limpiará las rebabas con esmeril,

para poder realizar el corte de los biseles según indicación de los planos (figura 4.2)



Figura 4.2: Corte de las planchas por medio de los equipos semiautomáticos.

d. Rolado de los extremos

Para el rolado de los extremos se requiere un exceso equivalente a la distancia existente entre los rodillos de amarre (superior e inferior) y el lateral; son los milímetros de plancha que mide desde su punto de amarre entre los rodillos y el punto de apoyo en el rodillo lateral y sucede obligatoriamente en los dos bordes de la chapa.

e. Corte de demasías por el rolado de los extremos

Se prepara estructura soporte que sirve como guía para el carrito de corte, el cual será asegurado al ducto, que serán nivelados según el trazo, luego se limpia las rebabas y se realiza el biselado de los bordes (figura 4.3 y 4.4)



Figura 4.3: Ducto de 2400, luego de ser rolado los extremos.



Figura 4.4: Preparación el soporte para el equipo de corte semiautomático.

f. Rolado

En este proceso se realiza el rolado de zona central de la plancha para que adopte la forma de un cilindro, este proceso se realiza hasta que la virola alcance la curvatura requerida lo que se comprueba con la plantilla por la parte (figura 4.5)



Figura 4.5: Rolado de un ducto, en la roladora Davi

g. Armado

Una vez verificado el diámetro interior se realizan puntos de soldadura para retener los bordes de la junta en una posición alineada apropiada esto a toda la longitud de la virola (figura 4.6).

Los puntos de armado se realizarán usando una barra A36 de $3/8'' \times 2.1/2''$.

Los puntos deben de colocarse en lugares accesibles, para que se pueda realizar una limpieza previa con el esmeril en el proceso de soldeo.

La zona donde se colocara los puntos se debe calentar.

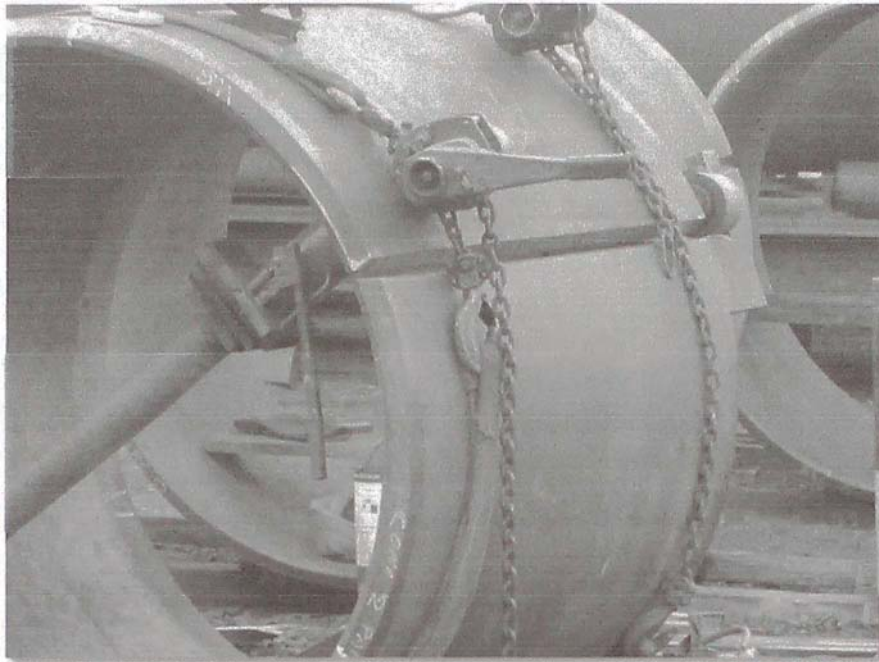


Figura 4.6: Ducto con todas las medidas dentro de las tolerancias.

h. Reforzamiento

El reforzamiento realizará para prevenir la deformación del elemento, siempre se hace necesario hacer una distribución de secuencias, tomando como referencia el eje.

El reforzamiento de las violas, se realizara con 3 crucetas que estarán ubicadas: En la parte frontal del ducto, en la parte media, y parte posterior.

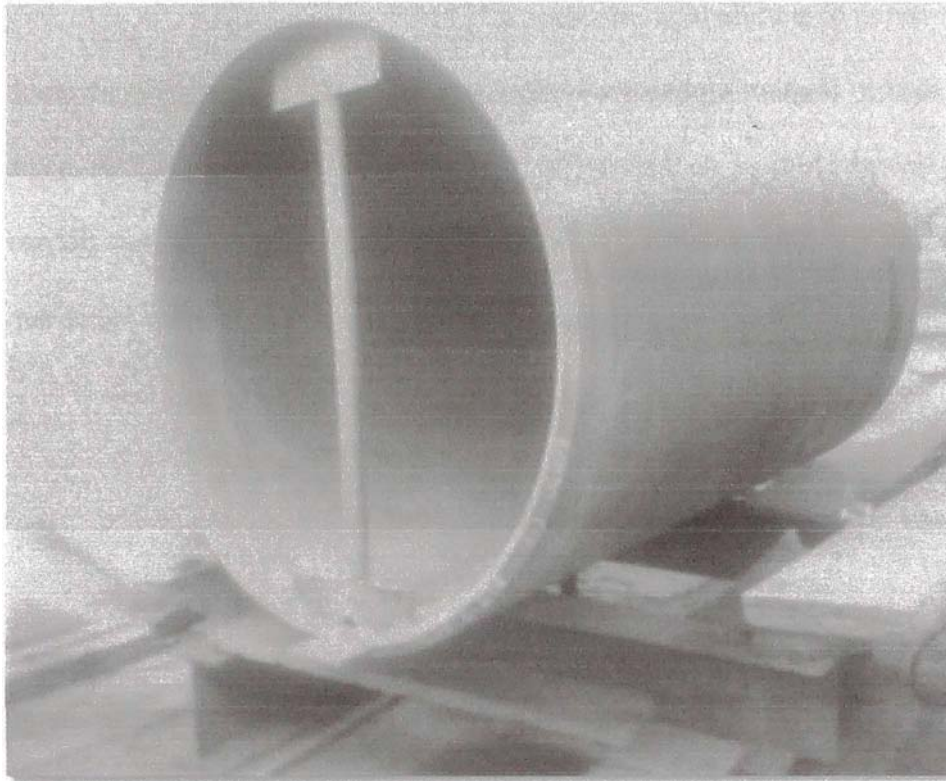


Figura 4.7: Ducto con reforzamiento en la parte frontal.

1. Soldadura longitudinal

El detalle del bisel se muestra en la figura 4.8; el bisel en ambos procesos es el mismo.

La parte interior de la virola se soldara con el proceso de soldadura SMAW.

Una vez terminado el cordón de soldadura a lo largo del ducto se realizará la limpieza mecánica con amoladora manual utilizando disco de corte de 1/8" el mismo que se correrá en la parte lineal del cordón con la finalidad de eliminar todas las incrustaciones de carbón, que se pueden producir al momento del soldeo.

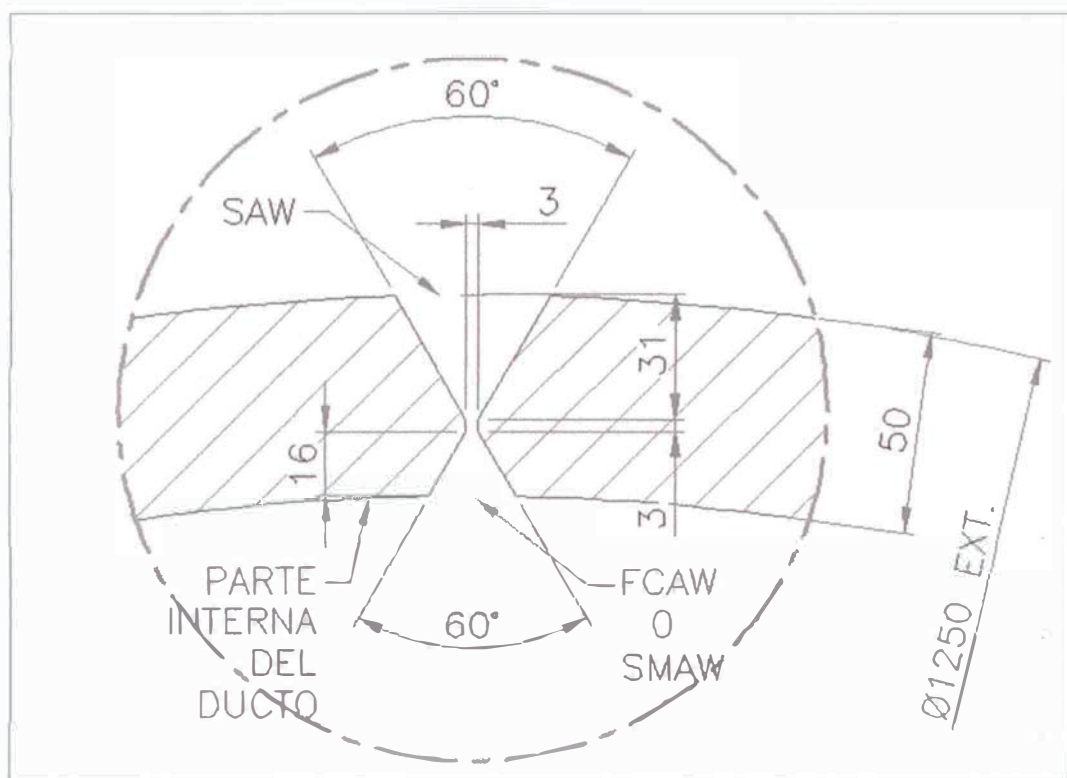


Figura 4.8 detalle del bisel.

Una vez terminado el primer pase o pase de raíz se continua con el soldeo de la junta aplicándole el segundo pase de relleno o pase caliente que nos sirve para reforzar la raíz; luego se continua con

los pases de soldadura hasta alcanzar el borde de la plancha, dándole los pases de acabado (figura 4.9).

Una vez terminado el soldeo por la parte interior, se procede a retirar todos los puntos del armado, los mismos que por facilidad se les ha colocado barras de 3/8" x 2.1/2" por la parte exterior.

Luego se procede a esmerilar la junta por la parte exterior, dejándola a metal blanco retirando todos los defectos visibles que se puedan presentar.

Terminado el proceso de esmerilado, se realiza la inspección por tintes penetrantes

Todos los defectos que se presenten en los ensayos de tintes penetrantes deben de ser removidos hasta alcanzar la conformidad establecida en el estándar

Una vez terminada la prueba de tintes penetrantes, se procede a soldar por la parte exterior con el proceso SAW colocándose un apéndice a cada extremo de la junta, con la finalidad de pasar para ambos lados el cordón de soldadura.

Finalmente terminado el proceso de soldeo, se realiza la inspección visual del cordón de soldadura dando por finalizado el soldeo, comunicando al área de control de calidad para su liberación final.



Figura 4.9: Ducto en proceso de soldadura longitudinal interior

j. Armado de Ductos de 8500mm

La alineación de las virolas para preparar las juntas circunferenciales de soldadura se realizara en unacama de acoplamiento, la misma que estará alineada y nivelada.

Se alinean cuatro virolas (figura 4.10) y se les realiza puntos de soldadura en la unión circunferencial para mantener la alineación (figura 4.11).

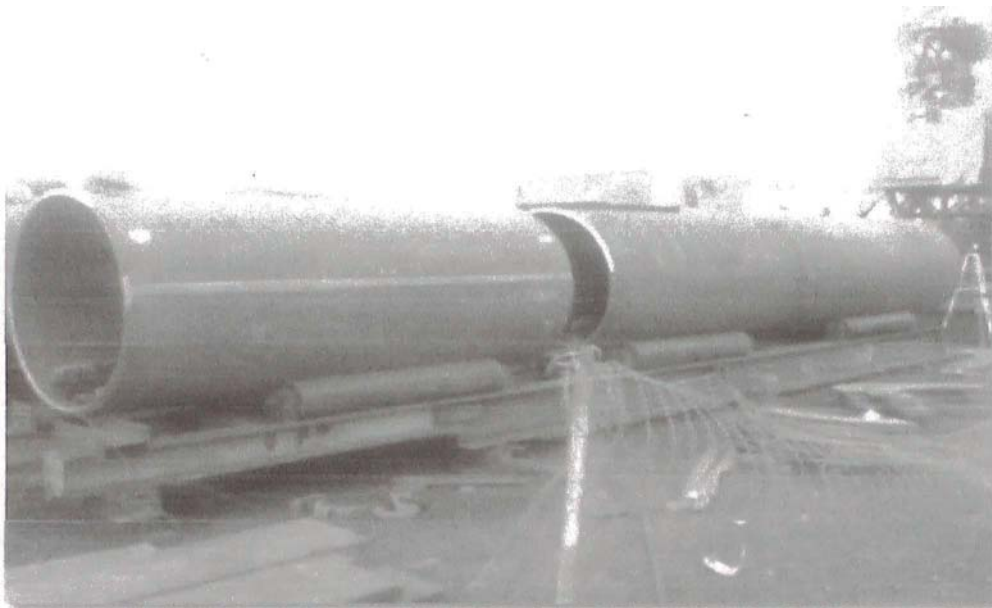


Figura 4.10: colocación de 4 ductos, en la cama de armado de ductos de longitud 8500mm



Figura 4.11: Ducto armado de 8500 mm de longitud

k. Soldadura circunferencial de ductos de 8500mm

Se realizara siguiendo los pasos de la letra “i” (figura 4.12 y 4.13)



Figura 4.12: Soldadura interior circunferencial



Figura 4.13: Soldadura exterior circunferencial

l. Liberación de control de calidad

La liberación dimensional de los varillones se realizará según lo indicado en el plan de puntos de inspección

m. Granallado y Pintura

Una vez liberado el ducto, se le envía al área de pintura; para realizar el granallado, si la estructura cumple la norma SSPC-SP-5 se procede a trasladar a las cabinas de pintura; Luego que se pinta los ductos se verifican los espesores, si cumple con los espesores de pintura la estructura habrá terminado el proceso de fabricación

4.1.7. Control de calidad

Las inspecciones y los documentos a presentar se indican en el plan de puntos de inspección el cual se adjunta en los anexos.

El código de soldadura con el que se va a trabajar es el AWS D1.1

4.1.8. Diagrama actividades del proceso actual

En este diagrama se indica las actividades que se llevan a cabo en la fabricación de los ductos. El cual se adjunta en los anexos.

4.1.9. Diagrama de recorrido en la fabricación de los ductos

En este diagrama se indica las actividades que se llevan a cabo en la fabricación de los ductos. El cual se adjunta en los anexos.

4.1.10. Indicadores del proceso de soldadura

En la industria metal mecánica se ha popularizado el uso de varios indicadores. En el presente informe se realizaron medidas de la tasa de deposición, el factor de operación y la eficiencia de deposición y la tasa de deposición en producción.

4.1.10.1. Tasa de deposición

Es la cantidad de metal de aporte que puede ser depositado por un electrodo o un alambre por unidad de tiempo, generalmente es expresado en kilogramos por hora. Esta medición se calcula con base en el tiempo de arco, es decir, sin incluir paros para cambio de electrodo, limpieza de escoria, finalización de la soldadura u otras actividades.

Del manual de soldadura de la empresa Indura, se puede extraer el siguiente gráfico donde se muestra la tasa de deposición en el proceso SMAW utilizando varios electrodos.

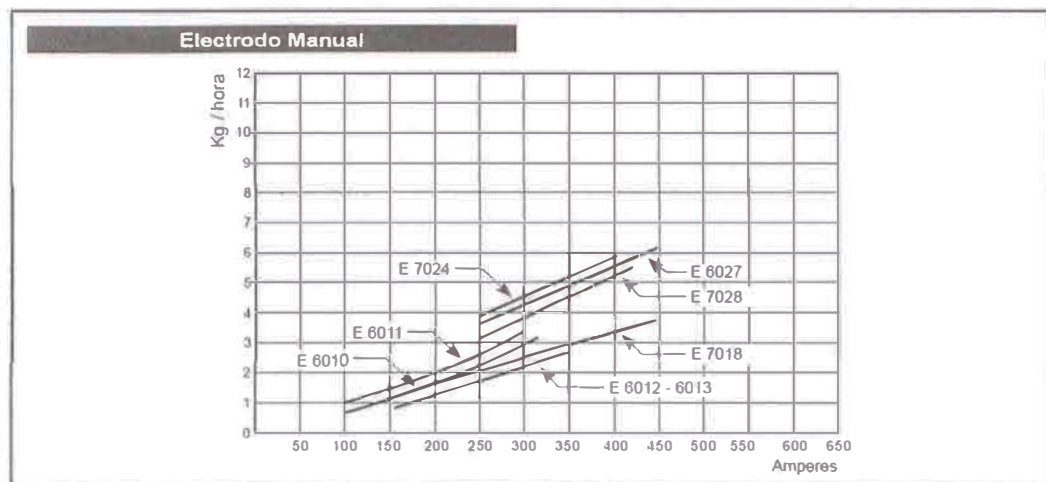


Gráfico 4.1: Tasa de deposición del proceso SMAW utilizando varios electrodos.

4.1.10.2. Factor de operación

Es el porcentaje del tiempo total de trabajo de un soldador que realmente se utiliza para soldar. En otras palabras, es el tiempo de arco dividido por el tiempo total trabajado. Para el proceso SMAW el factor de operación puede variar entre el 15 y 40% dependiendo de las condiciones y los recursos de fabricación. En soldaduras producidas usando el proceso GMAW semiautomático, el factor de operación normalmente se encuentra entre el 45 y 55%; sin embargo, cuando se emplea GMAW automatizado, los factores de operación típicos van desde el 50% hasta cerca del 100% dependiendo del grado de automatización.

Del manual de soldadura de la empresa Indura, se puede extraer el siguiente cuadro donde se muestra la comparación entre los procesos de soldadura

Tabla 4.3: Factor de operación utilizando diferentes procesos de soldadura

| Proceso | Factor de Operación (%) |
|------------------|-------------------------|
| Electrodo Manual | 5 - 30 |
| MIG Sólido | 10 - 60 |
| MIG Tubular | 10 - 60 |
| TIG | 5 - 20 |
| Arco Sumergido | 50 - 100 |

4.1.10.3. Eficiencia de deposición

Es la relación del peso del material depositado al peso del electrodo o el alambre consumido para hacer una soldadura. Para electrodos revestidos la eficiencia de deposición tal como es definida por la asociación americana de soldadura (AWS); y la que se reporta en la literatura no considera la pérdida de la colilla, lo cual es entendible si se tiene en cuenta que el tamaño de la colilla puede ser variable. Sin embargo, desde el punto de vista de los costos de soldadura es necesario considerar para la eficiencia de deposición las pérdidas en las colillas ya que éstas constituyen un

desperdicio real de material que tiene un costo que puede llegar a ser significativo.

Del manual de soldadura de la empresa Indura, se puede extraer el siguiente cuadro donde se muestra la comparación entre los procesos de soldadura.

Tabla 4.4: Eficiencia de deposición utilizando diferentes procesos de soldadura

| Proceso | Eficiencia Deposición (%) |
|--------------------------|----------------------------------|
| Electrodo Manual | 60 - 70 |
| MIG Sólido | 90 |
| MIG Tubular c/protección | 83 |
| MIG Tubular s/protección | 79 |
| TIG | 95 |
| Arco Sumergido | 98 |

4.1.10.4. Tasa de deposición en producción

La definición de Tasa de deposición, es la relación de la masa de metal de soldadura depositado por cada hora de trabajo dentro de un proceso productivo particular.

Este indicador es particular para cada empresa, ya que se ve afectado por varias variables, como lo son el layout de planta, las condiciones ambientales, etc.

4.2.Medición del tiempo de las actividades del proceso actual de soldadura

En esta actividad registraremos los datos correspondientes a los indicadores de soldadura longitudinal interna, se tomará en consideración el tiempo que se dedica a la actividad y se incluirá los tiempos suplementarios, como son la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Para el proceso SMAW, los datos para la cuantificación de los indicadores, se realizará de la data de la empresa.

4.2.1. Parámetros de soldadura

A continuación se transcribe los parámetros más importantes que se utilizan para la soldadura de los ductos con el proceso SMAW. El procedimiento completo se adjunta en los anexos.

Tabla 4.5: Parámetros del procedimiento de soldadura con proceso SMAW

| | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| PARAMETRO REGISTRADOS DEL WPS | PROCESO DE SOLDADURA | |
| | Proceso de soldadura | SMAW |
| | Tipo | Manual |
| | DISEÑO DE JUNTA | |
| | Tipo | Junta a tope - bisel doble V |
| | Soldado | Por ambos lados |
| | Respaldo (Backing) | No |
| | Preparación de junta | |
| | Abertura de raíz | 0-3mm |
| | Tamaño de talón | 0-3mm |
| | Angulo de ranura | 56° - 70° |
| | METAL BASE | |
| | Especificación ASTM | A 36 |
| | Grado | 50 |
| | Espesor | $8 \leq T(\text{mm}) \leq 75$ |
| | METAL DE APORTE | |
| | Especificación AWS | A 5.1 |
| | Clasificación AWS | E 7018 |
| | Nombre comercial del electrodo | Supercito |
| Diámetro del electrodo | 5/32" | |
| POSICION | | |
| Ranura | Plano | |
| Progresión Vertical | --- | |

4.2.2. Equipos utilizados para la soldadura SMAW

El equipo empleado utilizado para la soldadura es:

- Máquina de soldar MILLER XMT 350
- Máquina de esmerilar: MAQUITA PARA DISCOS DE 4"

4.2.3. Parámetros para cálculo de los indicadores

Tabla 4.6: Parámetros para el cálculo de los indicadores de soldadura con proceso SMAW

| Parámetros para cálculo de los indicadores | | |
|---|--------------|-------------|
| descripción | Cant. | Und. |
| Peso material consumido | 7.94 | kg |
| Peso material depositado | 5.16 | kg |
| Tiempo de finalización de la junta | 21.8 | Hora |
| Tiempo de arco | 5.56 | Hora |
| Tiempos muertos | 16.24 | Hora |

4.2.4. Indicadores obtenidos

Tabla 4.7: Indicadores del proceso de soldadura obtenidos

| Indicadores del proceso de soldadura obtenidos | | |
|---|--------------|-------------|
| descripción | Cant. | Und. |
| Eficiencia de deposición | 65.00 | % |
| Tasa de deposición | 0.93 | kg/h |
| Tasa de deposición en producción | 0.24 | kg/h |
| Factor de operación | 25.50 | % |

4.3.Oportunidades de mejora

De los indicadores obtenidos, se puede concluir que de cada 10 minutos el soldador suelda 2.5 minutos y el resto descansa; en una jornada de 8 horas, 2 horas hace arco y el restante 6 horas no hace arco.

La tendencia mundial es usar procesos semiautomáticos, de alambres tubulares o alambres sólidos para aumentar el tiempo de arco y disminuir

el uso de electrodos revestidos por el tiempo perdido en limpieza, su baja eficiencia, y el desperdicio de consumibles.

La ventaja de usar procesos de soldadura semiautomática es que aumenta la cantidad de kilos por hora depositados en comparación con el proceso SMAW, disminuyendo así el tiempo de soldadura, que al final se traduce en tiempo de taller libre para otros proyectos. El proceso de arco sumergido, es muy eficiente pero tiene sus limitaciones, en la fabricación de los ductos la parte externa es soldada con arco sumergido.

Por lo anterior, el uso del proceso de soldadura que tengan mayores valores de tasa de deposición, eficiencia de deposición y factor de operación tendrán un mayor potencial para lograr un incremento en la productividad. Las anteriores características son reunidas por el proceso semiautomático FCAW-G

La soldadura FCAW-G tiene muchas ventajas en comparación con el proceso SMAW, además ofrece ciertas ventajas respecto a los procesos AW y GMAW; el proceso de soldadura FCAW produce una deposición de soldadura de alta calidad con un costo más bajo y menor esfuerzo por parte del soldador que con el proceso SMAW.

El proceso FCAW-G es más tolerante que el proceso GMAW; y más flexible y adaptable que el proceso SAW

Las ventajas del proceso FCAW-G

- Depósito de metal de soldadura de alta calidad
- Excelente aspecto de la soldadura lisa y uniforme
- Factor de operación elevado y es fácil de mecanizar.
- Eficiencia de depósito del electrodo alta
- No requiere tanta limpieza como el proceso GMAW
- Tasa de deposición hasta 4 veces mayor que con el proceso SMAW

- Mayor tolerancia de contaminantes que podrían causar agrietamiento de la soldadura

Desventajas del proceso FCAW-G

- El proceso produce una cubierta de escoria que es preciso eliminar
- El alambre de electrodo para FCAW-G cuesta más por unidad de peso que el alambre de electrodo sólido
- El equipo es más costoso y complejo que el que se requiere para SMAW; no obstante, el aumento en la productividad compensa esta inversión
- El alimentador de alambre debe estar cerca del punto de soldadura

- En el proceso FCAW-G, la protección gaseosa puede sufrir efectos adversos por el viento y las corrientes de aire.
- Se genera mayor cantidad de humos y vapores en comparación con los procesos GMAW y SAW

No solo con la cambio en el proceso de soldadura, se reduce los tiempos de fabricación; estos cambios también tienen que venir acompañados con una eficiente distribución de planta, para poder reducir así los tiempos muertos de producción.

Se debe capacitar al personal para estandarizar los procesos.

4.4.Medición del tiempo de las actividades del nuevo proceso

4.4.1. Parámetros de soldadura del nuevo procedimiento de soldadura

A continuación se transcribe los parámetros más importantes que se utilizan para la soldadura de los ductos con el proceso FCAW. El procedimiento completo se adjunta en los anexos.

Tabla 4.8: Parámetros del procedimiento de soldadura con proceso FCAW-G

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| PARAMETROS REGISTRADOS DEL WPS | PROCESO DE SOLDADURA | |
| | Proceso de soldadura | FCAW |
| | Tipo | Semiautomático |
| | DISEÑO DE JUNTA | |
| | Tipo | Junta a tope - bisel doble V |
| | Soldado | Por ambos lados |
| | Respaldo (Backing) | No |
| | Preparación de junta | |
| | Abertura de Raíz: | 0-3mm |
| | Tamaño de talón | 0-3mm |
| | Angulo de ranura | 55 - 70° |
| | METAL BASE | |
| | Especificación ASTM | A 709 |
| | Grado | 50 |
| | Espesor | $12 \leq T(\text{mm}) < 75$ |
| | METAL DE APORTE | |
| | Especificación AWS | A 5.20 |
| Clasificación AWS | E71T-1C | |
| Nombre comercial del electrodo | Exatub 71 | |
| Diámetro del electrodo | 1.6mm | |
| PROTECCION | | |
| Gas | 100% CO ₂ | |
| Velocidad de flujo | 25 L/min | |
| POSICION | | |
| Ranura | Plano | |
| Progresión Vertical | ----- | |

4.4.2. Equipos utilizados en la soldadura FCAW-G

El equipo utilizado para la soldadura es la siguiente:

- Máquina de soldar MILLER XMT 350
- Máquina de esmerilar: MAQUITA PARA DISCOS DE 4"
- Alimentador de alambre: MILLER X-TREME 12 VS
- Regulador con flujometro para CO2
- Antorcha PROFAX M400

Los equipos utilizados para realizar las mediciones son:

- Pinza amperimétrica
- Voltímetro
- Cronometro
- Balanza electrónica

4.4.3. Estudio de tiempos de soldadura

Para el estudio de tiempos se realizaron 8 observaciones.

El resumen de los tiempos se adjunta a continuación

Tabla 4.9: Calculo del tiempo estándar de la soldadura longitudinal interna con el proceso FCAW-G.

| Estudio de tiempos del soldeo del cordón longitudinal interior | | | | |
|---|--|------------------------|-----------------|-----------------|
| | Descripción de las actividades | longitud del cordón(m) | Promedio | unidades |
| 1 | Limpieza y Pre-calentamiento | 2.40 | 38 | min |
| 2 | Soldeo pase de raíz | 2.40 | 22 | min |
| 3 | Esmerilado y limpieza de pase de raíz | 2.40 | 8 | min |
| 4 | Pre-calentamiento | 2.40 | 5 | min |
| 5 | Soldeo de primer pase de relleno | 2.40 | 15 | min |
| 6 | Esmerilado/Escobillado/Pre-calentamiento | 2.40 | 8 | min |
| 7 | Soldeo de segundo pase de relleno | 2.40 | 15 | min |
| 8 | Esmerilado/Escobillado/Pre-calentamiento | 2.40 | 9 | min |
| 7 | Soldeo de tercer pase de relleno | 2.40 | 15 | min |
| 8 | Esmerilado/Escobillado/Pre-calentamiento | 2.40 | 9 | min |
| 7 | Soldeo de cuarto pase de relleno | 2.40 | 14 | min |
| 8 | Esmerilado/Escobillado/Pre-calentamiento | 2.40 | 8 | min |
| 7 | Soldeo de quinto pase de relleno | 2.40 | 15 | min |
| 8 | Esmerilado/Escobillado/Pre-calentamiento | 2.40 | 9 | min |
| 7 | Soldeo de sexto pase acabado | 2.40 | 18 | min |
| 8 | Esmerilado/Escobillado/Pre-calentamiento | 2.40 | 9 | min |
| 9 | Soldeo de séptimo pase acabado | 2.40 | 18 | min |
| | Cambio de alambre y gas | | 15 | min |
| | Puesta a punto de la máquina de soldar | | 15 | min |
| 1 | TIEMPO NORMAL | | Cantidad | Unidades |
| | Tiempo total | | 264.67 | minutos |
| | Tiempo total | | 4.41 | Hora |
| | Tiempo total de arco | | 2.18 | Hora |
| 2 | TIEMPOS SUPLEMENTARIOS | % | Tiempo | Unidades |
| | Necesidades personales | 5% | 0.22 | Hora |
| | Fatiga | 39% | 1.72 | Hora |
| | Personales | 1% | 0.04 | Hora |
| | TOTAL | | 1.99 | |
| 3 | TIEMPO ESTÁNDAR | | 6.40 | Hora |

4.4.4. Parámetros para cálculo de los indicadores de producción del proceso de soldadura FCAW-G

Tabla 4.10: Parámetros para el cálculo de los indicadores

| Parámetros para el cálculo de los indicadores de soldadura | | |
|---|--------------|-------------|
| Descripción | Cant. | Und. |
| Peso material consumido | 5.73 | kg |
| Peso material depositado | 5.16 | kg |
| Tiempo de finalización de la junta | 6.40 | Hora |
| Tiempo de arco | 2.18 | Hora |
| Tiempos muertos | 4.22 | Hora |

4.4.5. Indicadores obtenidos del proceso de soldadura FCAW-G

Tabla 4.11: Indicadores del proceso de soldadura obtenidos.

| Indicadores de producción obtenidos | | |
|--|--------------|-------------|
| Descripción | Cant. | Und. |
| Eficiencia de deposición | 90.00 | % |
| Tasa de deposición | 2.37 | kg/h |
| Tasa de deposición en producción | 0.81 | kg/h |
| Factor de operación | 34.06 | % |

4.5. Comparación de los indicadores de ambos procesos de soldadura

Tabla 4.12: Comparación de los indicadores de ambos procesos de soldadura.

| Comparación de indicadores de producción obtenidos | | | | |
|---|-------------|-------------|---------------|---------------------|
| Descripción | Und. | SMAW | FCAW-G | % Incremento |
| Eficiencia de deposición | % | 65 | 90 | 27.8% |
| Tasa de deposición | kg/h | 0.93 | 2.37 | 60.8% |
| Tasa de deposición en producción | kg/h | 0.24 | 0.81 | 70.4% |
| Factor de operación | % | 25.5 | 34.06 | 25.1% |

Como se esperaba, la utilización del proceso de soldadura FCAW-G ha incrementado los indicadores de soldadura.

El indicador que tiene mayor relevancia para determinar el tiempo necesario para la soldadura de los ductos es la tasa de deposición en producción, con el cual se puede calcular el tiempo de culminación de la soldadura de una junta.

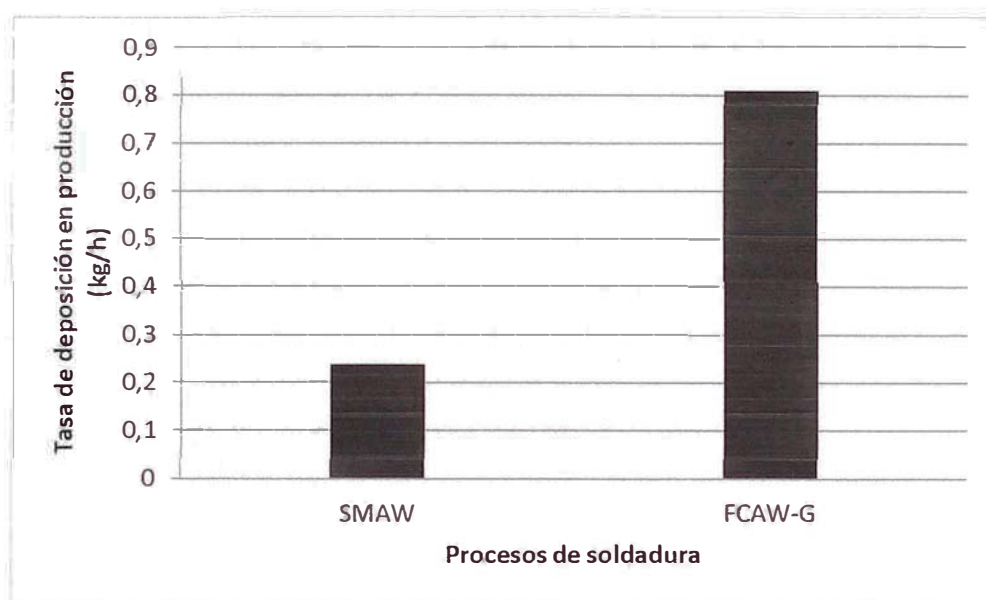


Gráfico 4.2: Comparación de la tasa de deposición de producción en los procesos de soldadura SMAW y FCAW-G.

El tiempo para terminar de soldar la parte interna de un ducto con el proceso SMAW es de 21.8 horas; con la utilización del proceso de soldadura FCAW-G el tiempo para soldar una junta similar es de 6.5 horas, con lo que la

reducción de horas ha sido del 70.4% superando ampliamente lo que se había planteado como objetivo que fue del 30%.

A la par con el cambio del proceso de soldadura, también se realizócambios en la distribución de la planta, además se contrató un montacargas para reducir las esperas.

En la tabla 4.3 se realiza la comparación de la distancia que recorre una ducto desde que es despachado en almacén de materia prima hasta el almacenaje como ducto, se complementa la tabla con el tiempo de fabricación.

Tabla 4.13: Comparación de la distancia y tiempo de fabricación de un ducto

| Comparación | Distancia Recorrida (m) | Tiempo de Fabricación (horas) |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Layout anterior | 971 | 211 |
| Layout actual | 557 | 142 |
| %Reducción | 43% | 33% |

En los gráficos 4.3 y 4.4 se realizan la comparación individual de la distancia recorrida y tiempo.

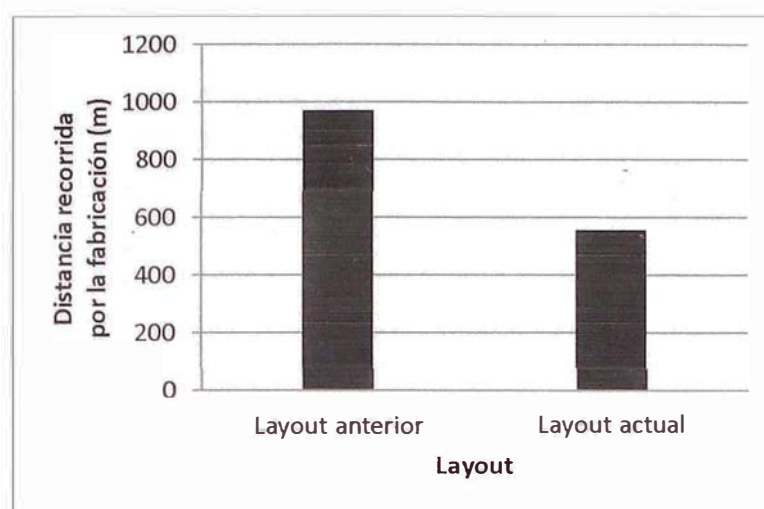


Gráfico 4.3: Comparación de la distancia recorrida por la fabricación, entre el layout anterior y layout actual.

Con la aplicación del actual layout se ha reducido en 43% la distancia que recorre una fabricación desde que sale como plancha del almacén, hasta convertirse en un ducto.

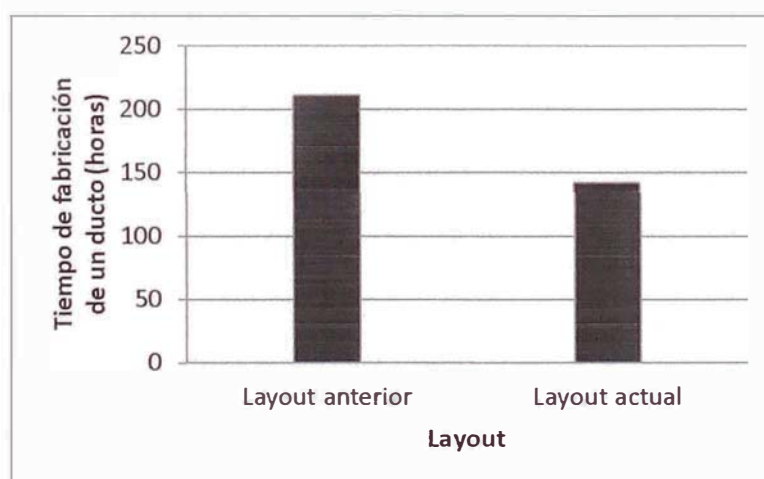


Gráfico 4.4: Comparación del tiempo de fabricación para la fabricación de un ducto, entre el layout anterior y layout actual.

La suma de los tiempos ahorrados por el cambio del proceso de soldadura, la disminución de la distancia que recorre una fabricación y la reducción de las esperas; han logrado reducir el tiempo de fabricación de un ducto en 33% lo que anteriormente se hacía en 211 horas, ahora se realiza en 142 horas.

4.6.Verificación del proceso de soldadura FCAW-G

En el contrato para la fabricación de los ductos, está incluida la inspección de las juntas al 100% con el método de inspección por Ultrasonido, para lo cual se contrataron a la empresa INSPECDAC y TSG

Los criterios de aceptación o rechazo por UT según la norma D1.1 se adjuntan en los anexos.

En la tabla 4.14 se detalla el resumen de los reportes de los ensayos; el reporte completo que emitió la empresa TSG se adjunta como anexo.

Tabla 4.14: Reporte de los defectos de soldadura encontrados en los ductos

| Reporte de los defectos encontrados en los ductos por inspección de UT | | | | |
|---|----------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------|
| Numero de ducto | Tag del ducto | Longitud total de soldadura (m) | Longitud de los defectos (mm) | Cantidad de defectos |
| 1 | DUCTO 7 | 21.3 | 100 | 6 |
| 2 | DUCTO 7A | 21.3 | 0 | 0 |
| 3 | DUCTO 6 | 21.3 | 90 | 4 |
| 4 | DUCTO 6A | 21.3 | 288 | 9 |
| 5 | DUCTO 5 | 21.3 | 0 | 0 |
| 6 | DUCTO 5A | 21.3 | 3060 | 23 |
| 7 | DUCTO 4 | 21.3 | 0 | 0 |
| 8 | DUCTO 4A | 21.3 | 109 | 7 |
| 9 | DUCTO 3 | 21.3 | 0 | 0 |
| 10 | DUCTO 3A | 21.3 | 910 | 1 |
| 11 | DUCTO 2 | 21.3 | 0 | 0 |
| 12 | DUCTO 2A | 21.3 | 0 | 0 |
| 13 | DUCTO 1 | 21.3 | 0 | 0 |
| 14 | DUCTO 1A | 21.3 | 0 | 0 |
| 15 | DUCTO 0 | 21.3 | 0 | 2 |
| 16 | DUCTO 0A | 21.3 | 0 | 0 |
| 17 | DUCTO 7-2 | 21.3 | 200 | 0 |
| 18 | DUCTO 7A-2 | 21.3 | 113 | 7 |
| 19 | DUCTO 6-2 | 21.3 | 0 | 0 |
| 20 | DUCTO 6A-2 | 21.3 | 84 | 4 |
| 21 | DUCTO 5-2 | 21.3 | 0 | 0 |
| 22 | DUCTO 5A-2 | 21.3 | 0 | 0 |
| 23 | DUCTO 4-2 | 21.3 | 0 | 0 |
| 24 | DUCTO 4A-2 | 21.3 | 0 | 0 |
| 25 | DUCTO 3-2 | 21.3 | 32 | 1 |
| 26 | DUCTO 3A-2 | 21.3 | 730 | 3 |
| 27 | DUCTO 2-2 | 21.3 | 0 | 1 |
| 28 | DUCTO 2A-2 | 21.3 | 0 | 0 |
| 29 | DUCTO 1-2 | 21.3 | 0 | 0 |
| 30 | DUCTO 1A-2 | 21.3 | 0 | 0 |
| 31 | DUCTO 0-2 | 21.3 | 1330 | 5 |
| 32 | DUCTO 0A-2 | 21.3 | 250 | 4 |
| TOTAL | | 681.6 | 7296 | 77 |

Con los valores de la tabla 4.14, se puede concluir que de los 681.6 metros de soldadura se tiene 7.296 metros de soldadura que presentan algún defecto, lo que equivale a decir que el porcentaje de rechazo es del 1.07%

De la tabla 4.14 se realiza el grafico 4.5, para poder observar la distribución de los defectos en los 32 ductos.

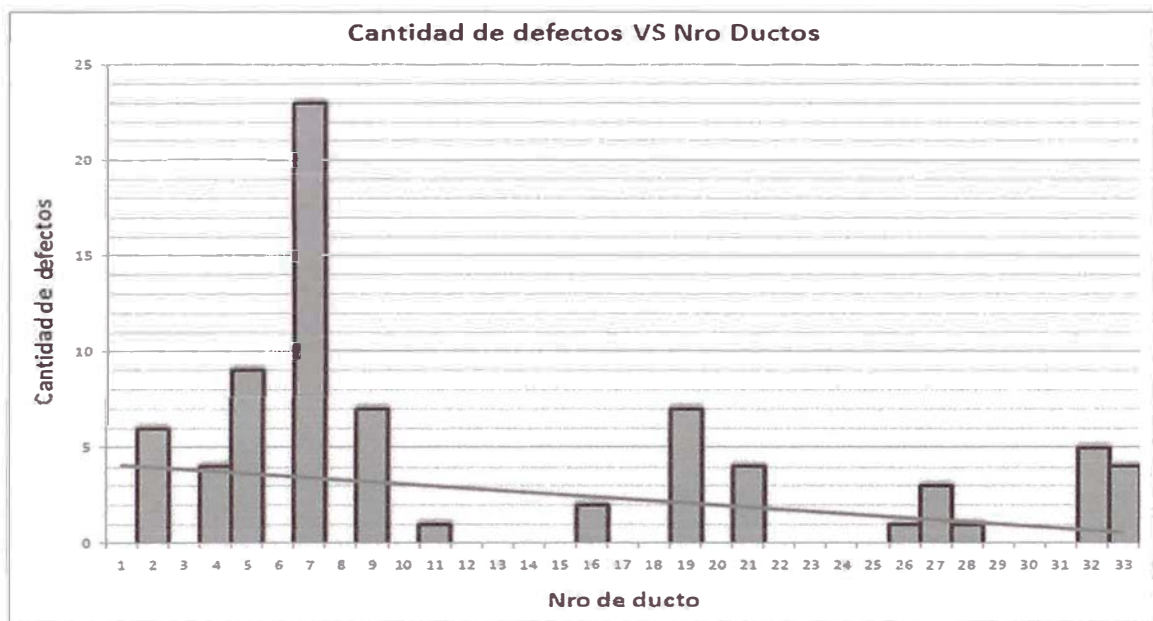


Gráfico 4.5: Cantidad de defectos VS número de ducto

Como se puede observar en el gráfico 4.5 la cantidad de defectos tienen la tendencia a disminuir según se fabrican más ductos. La mayor cantidad de defectos se ubican en los primeros ductos soldados. Esto es entendible porque la curva se asemeja a la curva de aprendizaje.

Con el tiempo y la práctica se tiene mayor experiencia en el manejo de este proceso, por lo que los defectos de soldadura disminuyen.

CAPÍTULO 5

Estructura de costos

5.1. Costos involucrados en la mejora del proceso de soldadura

Para la implementación de la soldadura FCAW-G los costos involucrados han sido los siguientes.

- Costos del alimentador de alambre, con flujometro y antorcha.
- Costos de cabinas de soldadura.
- Costos de la elaboración del procedimiento de soldadura.
- Costos de la calificación de los soldadores.

5.1.1. Costos de los equipos para la implementación del nuevo proceso de soldadura.

En total se compraron 21 alimentadores con su regulador de gas y antorcha; la selección del equipo fue recomendada por los especialistas de SOLDEXA, en la tabla 5.1 se muestran los costos.

Tabla 5.1: Costos de los equipos

| Costo de maquinas | | | | |
|-------------------|----------|--|-----------------|-----------------------|
| Cantidad | Unidades | Descripción | Precio unitario | Precio total |
| 21 | Und | Alimentador de alambre tubular 1.6 mm FCAW, modelo: suit case x-treme 12vs marca: miller | S/. 6,507.00 | S/. 136,647.00 |
| 21 | Und. | Regulador con flujometro de CO2 para mig/mag | S/. 150.00 | S/. 3,150.00 |
| 21 | Und | Antorcha m400 116-15 354515 Profax | S/. 661.50 | S/. 13,891.50 |
| Total | | | | S/. 153,688.50 |

5.1.2. Costos de las cabinas de soldadura para el proceso FCAW-G

La soldadura con protección con gas debe estar en un ambiente donde la velocidad del viento debe ser menor a 8km/hora esto según la norma AWS D1.1. Para lo cual se fabricó 15 cabinas de soldar movibles a los cuales se les forró con mantas ignifugas, adicionalmente se fabricó 1 cabina de posición fija en la tabla 5.2 se muestran los costos.

Tabla 5.2: Costos de las cabinas de soldadura.

| Costo de toldos de soldadura | | | | |
|------------------------------|------|--|-----------------|---------------|
| Cant. | Und. | Descripción | Precio unitario | Precio total |
| 15 | Und | Toldo lona ignífuga de 3 x 2.5 x 2.1 m | S/. 1,000.00 | S/. 15,000.00 |
| 1 | Und | Toldo lona ignífuga de 10 x 8 x 6 m | S/. 6,000.00 | S/. 6,000.00 |
| Total | | | | S/. 21,000.00 |

5.1.3. Costos involucrados en la realización del procedimiento de soldadura

En la tabla 5.3 se está considerando los costos que se realiza para la preparación y ejecución del procedimiento de soldadura.

Soldexa con su servicio de post venta, realiza los ensayos de tracción, dobles e impacto a costo 0, por comprar sus productos, los costos que se incluyen son para la preparación de las probetas.

| Costo involucrados en la realización del procedimiento de soldadura | | | | |
|---|-----|--|-----------------|--------------|
| Cant | Und | Descripción | Precio unitario | Precio total |
| 8 | Hr | Costo procedimiento de soldadura | S/. 54.65 | S/. 437.18 |
| 2 | Glb | Radiografía antes de cortar las probetas. | S/. 81.00 | S/. 162.00 |
| 1 | Glb | Ensayo de tracción. | S/. 0.00 | S/. 0.00 |
| 1 | Glb | Ensayo de dobles. | S/. 0.00 | S/. 0.00 |
| 1 | Glb | Prueba de impacto (mecanizado por proveedor tercero) | S/. 2,400.00 | S/. 2,400.00 |
| TOTAL | | | | S/. 2,999.18 |

Tabla 5.3: Costos involucrados en la realización del procedimiento de soldadura

5.1.4. Costos involucrados en la realización de la calificación de soldadores

En la tabla 5.4 se está considerando los costos que se realiza para la preparación y ejecución de la calificación de soldadores.

| Costos involucrados en la calificación de soldadores | | | | |
|---|------------|---|------------------------|---------------------|
| Cant | Und | Descripción | Precio unitario | Precio total |
| 504 | Hr | Capacitación (horas no trabajadas; 21 sol x 3 días) | S/. 13.45 | S/. 6,776.78 |
| 168 | Glb | Materiales (probetas 3.5"x7") | S/. 7.56 | S/. 1,270.08 |
| 60 | Glb | Consumibles | S/. 14.12 | S/. 847.26 |
| 24 | Hr | Capacitador (supervisor) | S/. 39.37 | S/. 944.78 |
| 1 | Glb | Inspección visual | S/. 0.00 | S/. 0.00 |
| 1 | Glb | Ensayo de dobles | S/. 0.00 | S/. 0.00 |
| TOTAL | | | | S/. 9,838.91 |

Tabla 5.4: Costos involucrados en la realización del procedimiento de soldadura

El costo total para la implementación del proceso de soldadura es de S/. 187,855.77 nuevos soles.

5.2.Comparación de la estimación de costo de soldadura entre los procesos.

Para la estimación de nuestros costos se está desglosando en 2 partes básicas, Costo de mano de Obra y Costo de material.

El costo de la soldadura será la suma de los costos de la mano de obra y los costos de los materiales.

5.2.1. Costo de mano de obra

Estos costos se basan en el tiempo necesario para efectuar todos los pasos requeridos durante la fabricación de un conjunto soldado.

Los costos de la mano de obra, para soldeo manual o mecanizado, pueden expresarse como coste por unidad de longitud, cuya fórmula es la siguiente:

$$MO = \frac{CS*MD}{VD*FO} \quad (5.1)$$

Donde:

MO: Costo de mano de obra (US\$/m)

CS: Coste de soldador (US\$/hora)

MD: Metal depositado (Kg/m)

VD: Velocidad de deposición (Kg/hora)

FO: Factor de operación

5.2.2. Costo de los materiales

Estos costes cubren aquellos materiales que se consumen en el sitio de trabajo mientras se efectúa la soldadura

$$CM = MA + CG \quad (5.2)$$

5.2.2.1. Peso del metal depositado

El peso del metal depositado por unidad de longitud puede calcularse multiplicando la unidad de volumen por la densidad del metal mediante la fórmula:

$$MD = A * D \quad (5.3)$$

Donde

MD: metal depositado (Kg/m)

A: Área de la sección transversal (m²)

D: Densidad de metal depositado (Kg/m³)

5.2.2.2. Peso del metal de aporte requerido

El peso del metal de aporte requerido por unidad de longitud de soldadura depende del rendimiento de deposición de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{MD}{RD} \quad (5.4)$$

CA: Consumo de material de aportación (Kg/m)

MD: Metal depositado (Kg/m)

RD: Rendimiento de deposición

El costo de los materiales de aporte por unidad de longitud, se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$MA = PA * CA \quad (5.5)$$

Donde:

MA: Coste del material de aportación (USS/m)

PA: Precio del material de aportación (USS/kg)

CA: Consumo de material de aportación (Kg/m)

5.2.2.3. Coste del Gas de protección

El coste de los gases de protección está relacionado con la velocidad de soldeo o el tiempo de arco necesario para efectuar una unión, el costo de gas por unidad de longitud de soldadura se calcula como sigue:

$$CG = \frac{PG * CP}{VS} \quad (5.6)$$

Donde:

CG: coste del gas (USS/m)

PG: Precio del gas (USS/m³)

CP: Caudal de protección (m³/hora)

VS: Velocidad de soldeo (m/hora)

5.3. Análisis comparativos de costos entre proceso SMAW y FCAW-G

En la siguiente tabla se estima el costo por metro lineal de soldadura interior de los ductos.

Tabla 5.5: Cálculo de la estimación de los costos de soldadura

| Abreviatura | Descripción | Unidad | SMAW | FCAW-G |
|-------------|-----------------------------------|---------------|--------------|--------------|
| MO | Costo de mano de obra | US\$/m | 46.71 | 18.54 |
| CS | Costo del soldador | US\$/hora | 4.98 | 6.2 |
| MD | Metal depositado | kg/m | 2.22 | 2.22 |
| VD | Velocidad de deposición | kg/hora | 0.93 | 2.18 |
| FO | Factor de operación | % | 0.26 | 0.34 |
| MA | Costo de material | US\$/m | 9.61 | 13.97 |
| MD | Metal depositado | kg/m | 2.154 | 2.154 |
| | Nombre comercial del electrodo | --- | Supercito | Exatub 71 |
| | Diámetro del electrodo | mm | 4.0 | 1.6 |
| CA | Consumo de material de aportación | kg/m | 3.31 | 2.39 |
| RD | Rendimiento de deposición | % | 0.65 | 0.9 |
| PA | Precio del material de aporte | US\$/kg | 2.9 | 5.23 |
| CG | Coste del gas de protección | US\$/m | - | 1.46 |
| | Gas de protección | | - | 100 % CO2 |
| CP | Caudal de protección | m3/hora | - | 1.5 |
| PG | Precio del gas | US\$/m3 | - | 8.75 |
| VS | Velocidad de soldeo | m/hora | - | 9 |
| | | | | |
| | Costo total | US\$/m | 57.44 | 33.15 |

La fabricación de los 32 ductos tienen 681.6 metros lineales de soldadura utilizando el proceso SMAW el costo de la soldadura seria de S/. 105,707.98 nuevos soles.

El costo utilizando el proceso FCAW-G es de S/. 61,006.61 nuevos soles, el ahorro de usar este proceso se de S/. 44701.37 nuevos soles. Lo que equivale decir que se ha reducido los costos de soldadura en 42.3%.

CONCLUSIONES

1. Con la utilización del proceso de soldadura FCAW-G se ha logrado la reducción del tiempo de soldeo en 70%.
2. La suma de los tiempos ahorrados por el cambio del proceso de soldadura, la disminución de la distancia que recorre una fabricación y la reducción de las esperas; han logrado reducir el tiempo de fabricación de un ducto en 33% (5% por reducción de esperas, disminución de distancia de recorrido 11% y mejorando el proceso de soldadura 84%); lo que anteriormente se hacía en 211 horas, ahora se realiza en 142 horas.
3. De los 681.6 metros lineales de soldadura se tiene 7.3 metros de soldadura que presentan algún defecto, lo que equivale a decir que el porcentaje de rechazo es de 1%, la mayor cantidad de defectos se ubican en los primeros ductos soldados; esto es entendible por la curva de aprendizaje. Generalmente por datos de trabajos anteriores similares, el porcentaje de rechazos con el proceso SMAW es de 5%.
4. Utilizando la mejora en el proceso productivo se ha logrado la reducción de costos en 42%.

5. El factor de operación en el proceso FCAW-G en nuestro proceso de soldadura es del 34% teóricamente para este proceso el factor de operación está en el intervalo del 10% al 60%; por lo que hay oportunidades de seguir mejorando.

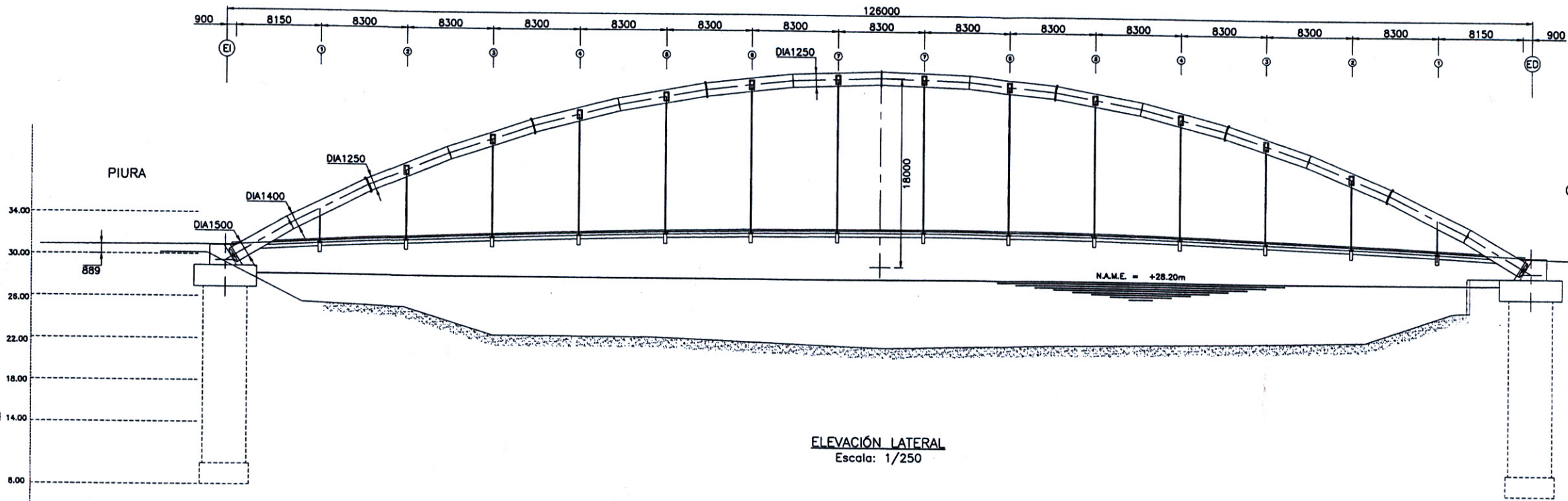
BIBLIOGRAFIA

1. R. L. O'Brien. "*Manual de soldadura, Tomo II*" 8va edición. American Welding Society.
2. Kanawaty, George. "Introducción al estudio del trabajo" 4ta. edición. Oficina Internacional del trabajo.
3. Niebel, B. "*Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*". 12va. edición. McGraw Hill.
4. JayHeizer, Barry Render: "*Dirección de la producción y de operaciones, decisiones estratégicas*". 8va edición. Prentice Hall.
5. Adolfo Valencia Napán: "*Estudio del trabajo*" Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas.
6. Manual de soldadura Indura. Disponible en: <www.indura.net>
7. Estudio comparativo de los procesos de soldadura SMAW y GMAW en las uniones de tuberías de transporte de combustible. Disponible en:
<<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2572/1/4990.pdf>>

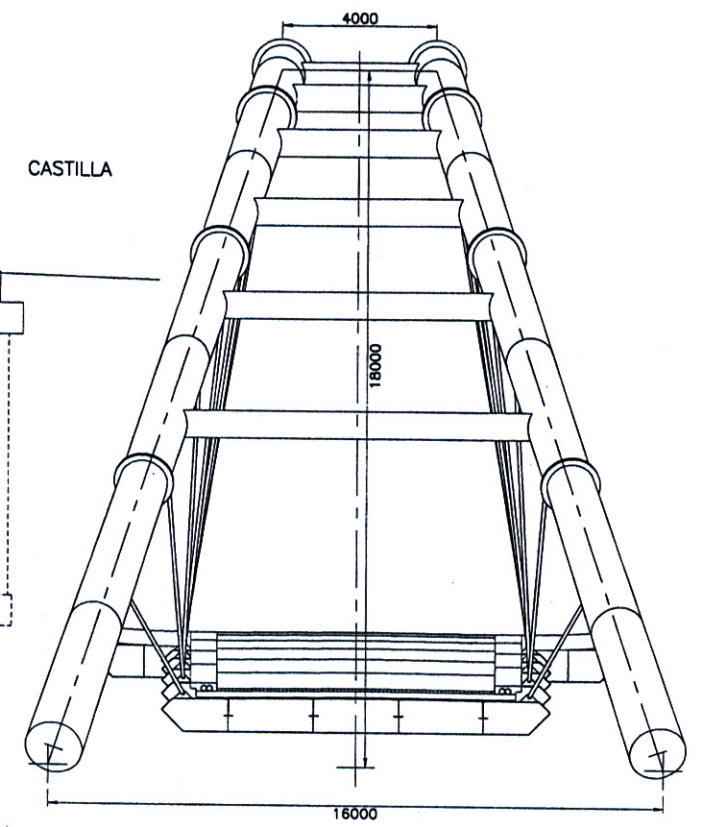
8. Estudio de productividad en la soldadura del acero MIL A 46100 con los procesos GMAW y SMAW. Disponible en:
<<http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n59/n59a07.pdf>>
9. Claves para la mejora de los procesos en las organizaciones. Disponible en:
<<http://www.ucu.edu.uy/Facultades/CienciasEmpresariales/RevistaFCE/Revista5/pdf/CLAVESPARALAMEJORADELOSPROCESOSENLASORGANIZACIONES.pdf>>

PLANOS

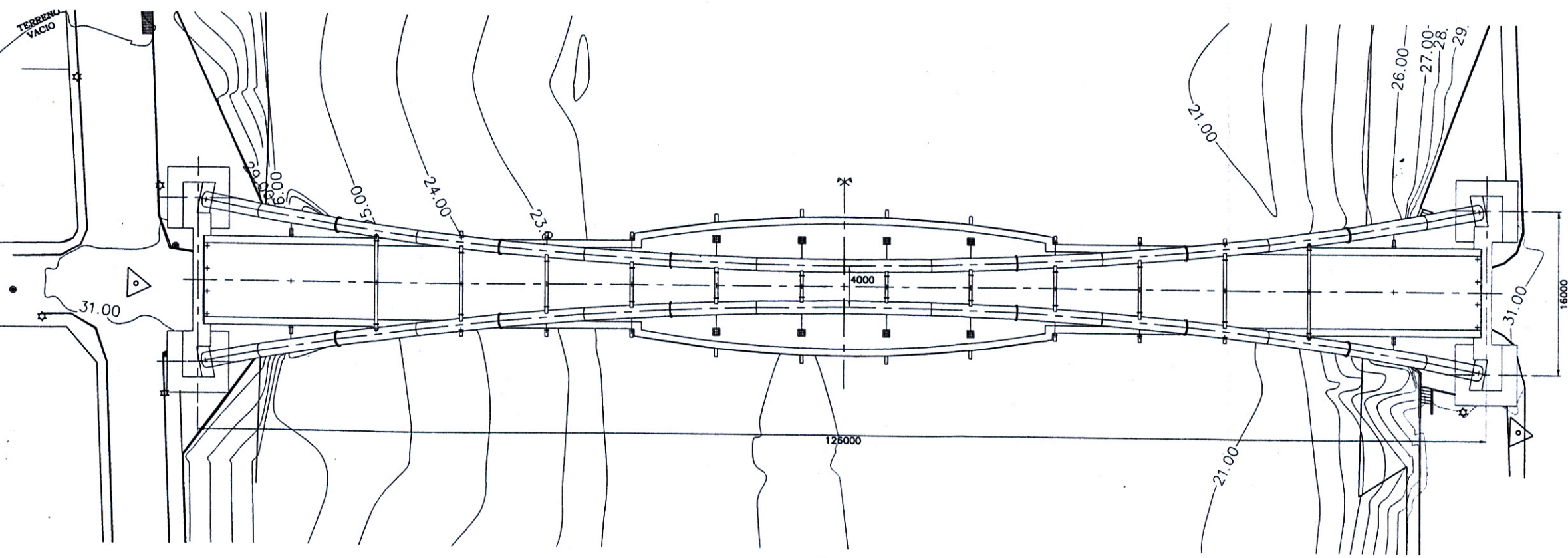
- Plano de arreglo general del puente San Miguel.
- Plano de fabricación de los ductos.



ELEVACIÓN LATERAL
Escala: 1/250



ELEVACIÓN TRANSVERSAL
Escala: 1/100



PLANTA
Escala: 1/250

- LISTA DE PLANOS:
- 01 VISTA GENERAL
 - 02 ESTRIBOS: Geometría
 - 03 ESTRIBOS: Armadura 1
 - 04 ESTRIBOS: Armadura 2
 - 05 ACERO ESTRUCTURAL: Geometría del Arco y las Péndolas
 - 06 ACERO ESTRUCTURAL: Arranques de las Vigas del Tablero
 - 07 ACERO ESTRUCTURAL: Arranques del Arco
 - 08 ACERO ESTRUCTURAL: Módulos del Arco y sus Diafragmas
 - 09 ACERO ESTRUCTURAL: Módulos del Arco y Arriostres Transversales
 - 10 ACERO ESTRUCTURAL: Péndolas
 - 11 ACERO ESTRUCTURAL: Vigas Transversales en los Ejes del 1 al 5
 - 12 ACERO ESTRUCTURAL: Vigas Transversales en los Ejes 6 y 7
 - 13 ACERO ESTRUCTURAL: Viguetas Longitudinales y Viguetas de Cierre
 - 14 ACERO ESTRUCTURAL: Arriostres Diagonales del Tablero
 - 15 LOSA DE CONCRETO: Geometría
 - 16 LOSA DE CONCRETO: Armadura
 - 17 BARANDAS, JUNTAS, DISPOSITIVOS DE APOYO Y TOPES SÍSMICOS


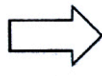


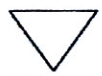
ANEXOS

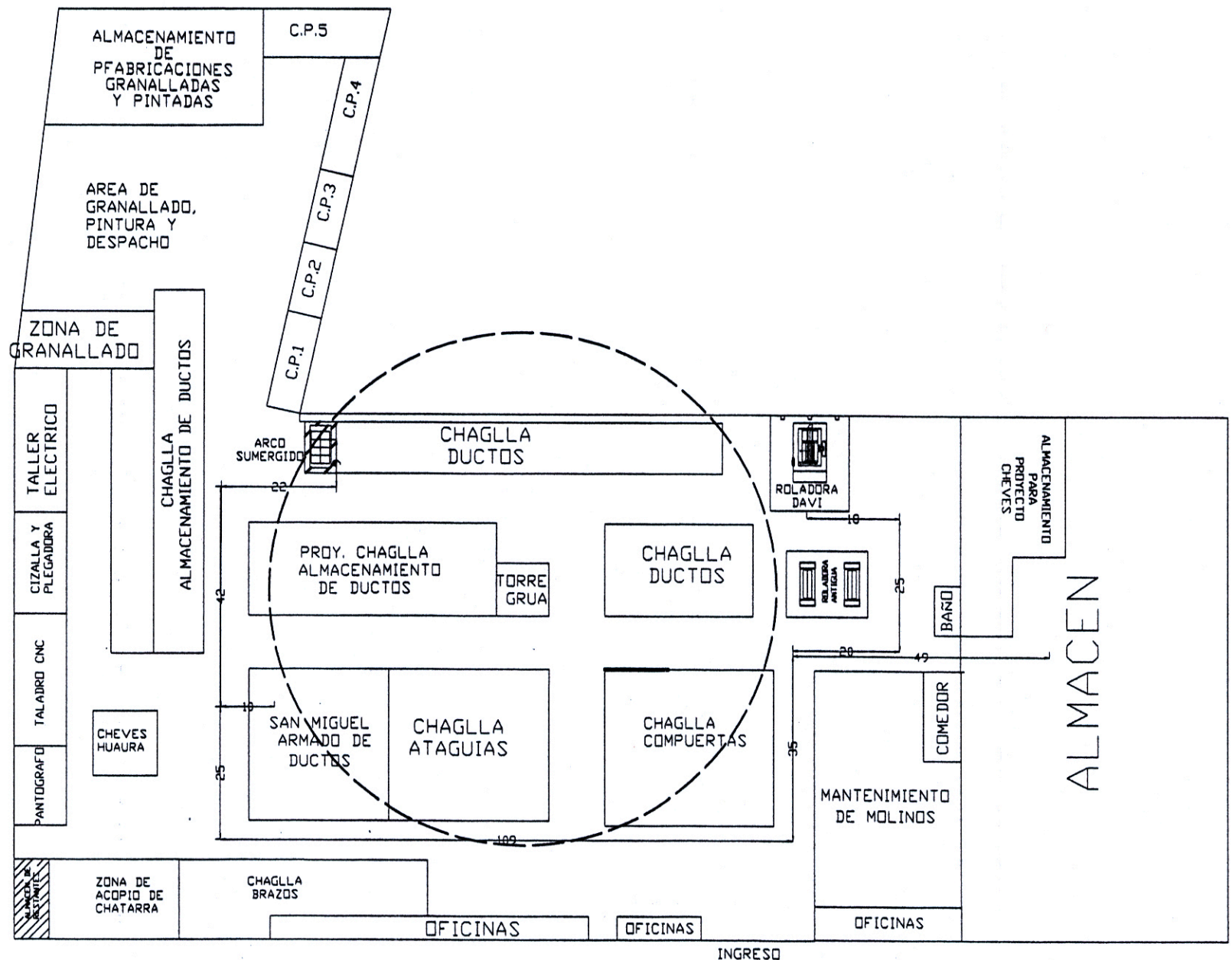
- Diagrama de actividades.
- Diagrama de actividades modificado.
- Diagrama de recorrido.
- Diagrama de recorrido modificado.
- WPS soldadura SMAW.
- WPS soldadura FCAW-G.
- Plan de puntos de inspección.
- Criterios de aceptación de la soldadura.
- Reportes de inspección de la soldadura de los ductos realizados con el proceso FCAW-G.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE FABRICACIÓN DE DUCTOS

| LUGAR | PLANTA LURÍN | | HOJA | 1 | RESUMEN | | | |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|------------|------------|----------------------|----------------|------------|---|
| | | | | | OPERACIÓN | TRANSPORTE | INSPECCIÓN | |
| DEPARTAMENTO | PRODUCCIÓN | | DIAGRAMADO | J. Vilchez | DEMORA | ALMACENAMIENTO | | |
| PRODUCTO | DUCTO PL 50mm x Ø 1250mm x 8500mm | | FECHA | 15/04/2013 | DISTANCIA HORIZONTAL | TIEMPO (Horas) | | |
| OPERACIÓN | Armado y soldadura de ducto | | APROBADO | S. Zaravia | | | | |
| ÍTEM | DISTANCIA RECORRIDA (m) | TIEMPO DE OPERACION (min) | SIMBOLO | | | | | DESCRIPCIÓN |
| | | | ○ | ➔ | ◐ | □ | ▽ | |
| 1 | 143 | 13 | | | | | | Traslado de almacén a zona de trabajo |
| 2 | | 15 | | | | | | Apilamiento de planchas de 5 en 5 |
| 3 | | 45 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 4 | 3 | 30 | | | | | | Traslado a camas de corte |
| 5 | | 95 | | | | | | Trazado de líneas de cuadratura |
| 6 | | 84 | | | | | | Corte con proceso oxicorte semiautomático |
| 7 | | 271 | | | | | | Corte de bisel |
| 8 | | 120 | | | | | | Limpieza de rebabas (reparación de bisel) |
| 9 | | 45 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 10 | 131 | 11 | | | | | | Traslado a área de rolado |
| 11 | | 45 | | | | | | Rolado de demasia |
| 12 | 131 | 11 | | | | | | Traslado a área de armado |
| 13 | | 45 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 14 | | 58 | | | | | | Colocación del ducto en posición para corte |
| 15 | | 23 | | | | | | Armado de pista de corte |
| 16 | | 86 | | | | | | Corte de la demasia |
| 17 | | 45 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 18 | | 17 | | | | | | Maniobra de giro para cortar lado opuesto |
| 19 | | 23 | | | | | | Armado de pista de corte |
| 20 | | 86 | | | | | | Corte de la demasia |
| 21 | 131 | 11 | | | | | | Traslado a área de rolado |
| 22 | | 64 | | | | | | Rolado completo |
| 23 | 131 | 11 | | | | | | Traslado a área de armado |
| 24 | | 488 | | | | | | Apuntalamiento de ducto |
| 25 | | 43 | | | | | | Inspección dimensional por CC |
| 26 | | 1308 | | | | | | Soldadura longitudinal interna (SMAW) |
| 27 | | 144 | | | | | | Espera que ayudante se desocupe |
| 28 | | 360 | | | | | | Esmerilado de cordón para primer pase |
| 29 | | 30 | | | | | | Inspección por tintes penetrantes |
| 30 | | 45 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 31 | 94 | 9 | | | | | | Traslado a zona de arco sumergido |
| 32 | | 30 | | | | | | Maniobra de colocación para soldadura |
| 33 | | 420 | | | | | | soldadura longitudinal externa (SAW) |
| 34 | | 45 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 35 | 94 | 9 | | | | | | Traslado a zona de ensamble |
| 36 | | 43 | | | | | | Maniobra de colocación en camas de armado |
| 37 | | 1440 | | | | | | Armado de ductos de 8500 |
| 38 | | 320 | | | | | | Inspección dimensional por CC |
| 39 | | 4104 | | | | | | Soldadura circunferencial interna (SMAW) |
| 40 | | 480 | | | | | | Esmerilado de cordón para primer pase |
| 41 | | 98 | | | | | | Inspección por tintes penetrantes |
| 42 | 5 | 45 | | | | | | Maniobra de retiro de cama de armado |
| 43 | | 45 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 44 | 98 | 11 | | | | | | Traslado a zona de arco sumergido |
| 45 | 5 | 40 | | | | | | Maniobra de colocación en polín |
| 46 | | 1318 | | | | | | Soldadura circunferencial externa (SAW) |
| 47 | 5 | 40 | | | | | | Maniobra de retiro de polines |
| 48 | | 480 | | | | | | Inspección dimensional por CC |
| 49 | | | | | | | | Almacenaje de ducto de 8500 |

NUEVO DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE FABRICACIÓN DE DUCTOS

| LUGAR | PLANTA LURÍN | HOJA | 1 | RESUMEN | | | | |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|---|---|--|---|---|---|
| | | | | OPERACIÓN | | 23 | | |
| DEPARTAMENTO | PRODUCCIÓN | DIAGRAMADO | J. Vilchez | TRANSPORTE | | 12 | | |
| PRODUCTO | DUCTO PL 50mm x Ø 1250mm x 8500mm | FECHA | 01/05/2013 | INSPECCIÓN | | 5 | | |
| OPERACIÓN | Armado y soldadura de ducto | APROBADO | S. Zaravia | DEMORA | | 7 | | |
| | | | | ALMACENAMIENTO | | 1 | | |
| | | | | DISTANCIA HORIZONTAL | | 557 | | |
| | | | | TIEMPO (Horas) | | 142 | | |
| ÍTEM | DISTANCIA RECORRIDA (m) | TIEMPO DE OPERACION (min) | SIMBOLO | | | | | DESCRIPCIÓN |
| | | |  |  |  |  |  | |
| 1 | 39 | 7 | | | | | | Traslado de almacén a zona de trabajo |
| 2 | | 15 | | | | | | Apilamiento de planchas de 5 en 5 |
| 3 | | 15 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 4 | 3 | 30 | | | | | | Traslado a camas de corte |
| 5 | | 95 | | | | | | Trazado de líneas de cuadratura |
| 6 | | 84 | | | | | | Corte con proceso oxicorte semiautomático |
| 7 | | 271 | | | | | | Corte de bisel |
| 8 | | 120 | | | | | | Limpieza de rebarbas (reparación de bisel) |
| 9 | | 15 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 10 | 57 | 5 | | | | | | Traslado a área de rolado |
| 11 | | 45 | | | | | | Rolado de demasía |
| 12 | 57 | 5 | | | | | | Traslado a área de armado |
| 13 | | 15 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 14 | | 58 | | | | | | Colocación del ducto en posición para corte |
| 15 | | 23 | | | | | | Armado de pista de corte |
| 16 | | 86 | | | | | | Corte de la demasía |
| 17 | | 15 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 18 | | 17 | | | | | | Maniobra de giro para cortar lado opuesto |
| 19 | | 23 | | | | | | Armado de pista de corte |
| 20 | | 86 | | | | | | Corte de la demasía |
| 21 | 57 | 5 | | | | | | Traslado a área de rolado |
| 22 | | 64 | | | | | | Rolado completo |
| 23 | 57 | 5 | | | | | | Traslado a área de armado |
| 24 | | 488 | | | | | | Apuntalamiento de ducto |
| 25 | | 43 | | | | | | Inspección dimensional por CC |
| 26 | | 390 | | | | | | Soldadura longitudinal interna (FCAW-G) |
| 27 | | 360 | | | | | | Esmerilado de cordón para primer pase |
| 28 | | 30 | | | | | | Inspección por tintes penetrantes |
| 29 | | 15 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 30 | 52 | 5 | | | | | | Traslado a zona de arco sumergido |
| 31 | | 30 | | | | | | Maniobra de colocación para soldadura |
| 32 | | 420 | | | | | | soldadura longitudinal externa (SAW) |
| 33 | | 45 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 34 | 52 | 5 | | | | | | Traslado a zona de ensamble |
| 35 | | 43 | | | | | | Maniobra de colocación en camas de armado |
| 36 | | 1440 | | | | | | Armado de ductos de 8500 |
| 37 | | 320 | | | | | | Inspección dimensional por CC |
| 38 | | 1224 | | | | | | Soldadura circunferencial interna (FCAW-G) |
| 39 | | 480 | | | | | | Esmerilado de cordón para primer pase |
| 40 | | 98 | | | | | | Inspección por tintes penetrantes |
| 41 | 6 | 45 | | | | | | Maniobra de retiro de cama de armado |
| 42 | | 15 | | | | | | Espera de disponibilidad de montacargas |
| 43 | 30 | 11 | | | | | | Traslado a zona de arco sumergido |
| 44 | 5 | 40 | | | | | | Maniobra de colocación en polín |
| 45 | | 1317,6 | | | | | | Soldadura circunferencial externa (SAW) |
| 46 | 5 | 40 | | | | | | Maniobra de retiro de polines |
| 47 | | 480 | | | | | | Inspección dimensional por CC |
| 48 | 137 | 13 | | | | | | Almacenaje de ducto de 8500 |

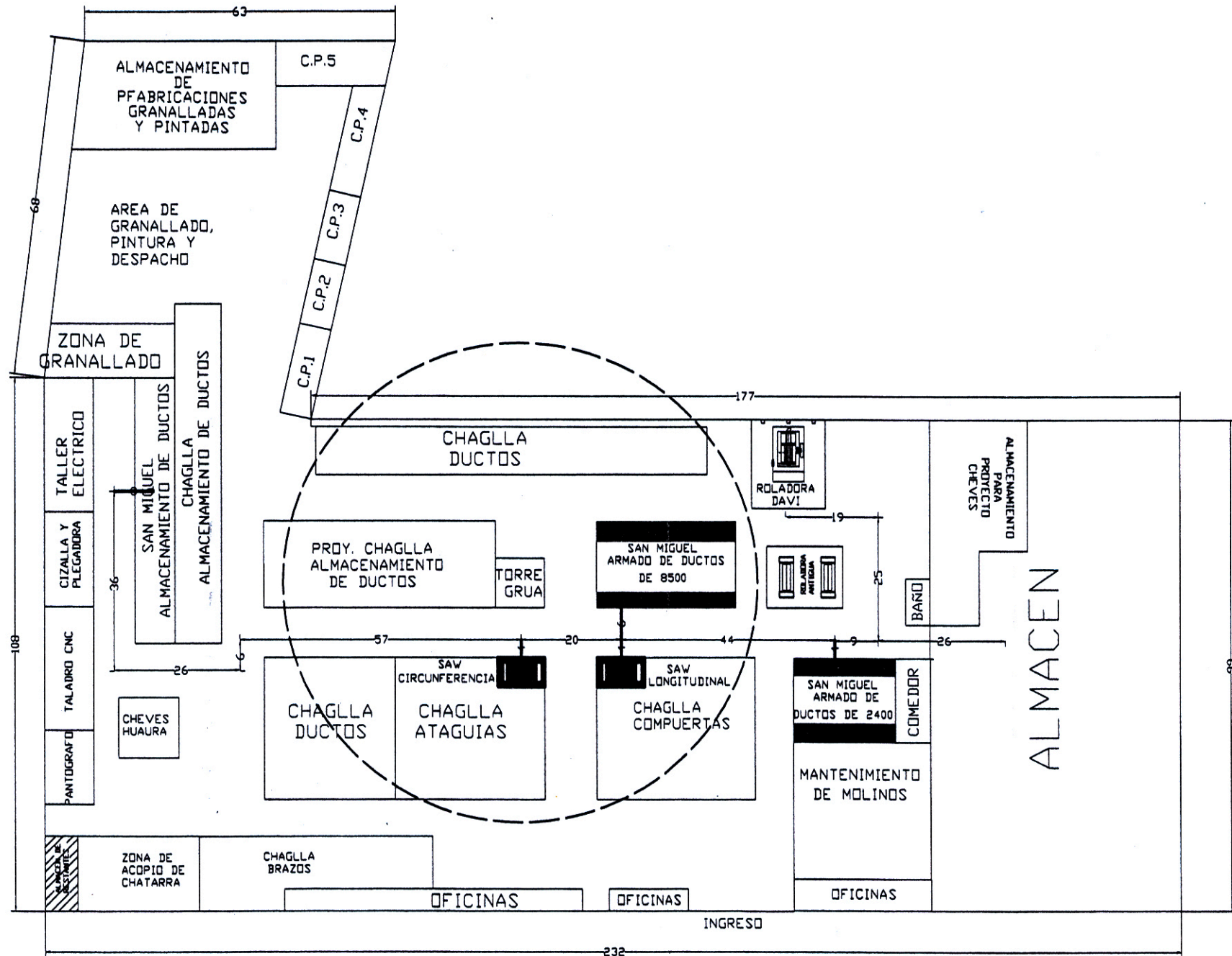


| | |
|--|--------------------------------|
| | MANTENIMIENTO MOLINOS |
| | SAN MIGUEL |
| | CHEVES |
| | CHAGLLA |
| | AREAS DE TRABAJOS DE PROYECTOS |
| | PLANTA CEMPROTECH LURIN |

NOTAS GENERALES:
1. DIMENSIONES EN mm. ELEVACIONES EN m.

| REVISIONES | REV. | DIBJ. | APROB. | FECHA | REFERENCIAS | N° DE PLANO | REFERENCIA |
|------------|------|-------|--------|-------|-------------|-------------|------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | |
|--|--------------------------------------|---|------------|
| CUENTE : | | ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CEMPROTECH S.A.C. SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION, ESTA PROHIBIDA | |
| TITULO : | AREA DE TRABAJO | DISEÑADO : | J. WILCHEZ |
| | DISTRIBUCION DE PROYECTOS EN PLANTA | REVISADO : | |
| | DIAGRAMA DE RECORRIDOS DE LOS DUCTOS | APROBADO : | |
| N° DE PLANO : | | N° DE PLANO : | |
| CEMPROTECH S.A.C. | | LUR-PLAN-F-001 | |
| CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE | | IND | |



| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| | MANTENIMIENTO MOLINOS |
| | SAN MIGUEL |
| | CHEVES |
| | CHAGLLA |
| AREAS DE TRABAJOS DE PROYECTOS | |
| PLANTA CEMPROTECH LURIN | |

NOTAS GENERALES:
1. DIMENSIONES EN mm. ELEVACIONES EN m.

REVISIONES

| REV. | FECHA | APROB. | DIBJ. |
|------|-------|--------|-------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

REFERENCIAS

| N° DE PLANO | REFERENCIA |
|-------------|------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

CLIENTE :

TITULO :

ÁREA DE TRABAJO
DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS EN PLANTA
DIAGRAMA DE RECORRIDOS DE LOS DUCTOS

CEMPROTECH S.A.C.
CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROJECTS

| | |
|--|-----------|
| ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CEMPROTECH S.A.C. SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION, ESTA PROHIBIDA. | |
| DISEÑADO | N° D.T. : |
| DIBUJADO J. WILCHEZ | 10.04.13 |
| REVISADO | ESC. : |
| APROBADO | IND |
| N° DE PLANO : | N° REV. : |
| LUR-PLAN-F-002 | |



RESULTADOS DE PRUEBA DE TENSION

| MUESTRA | Ancho (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Carga Máxima (kN) | Esfuerzo Máximo (MPa) | Característica de Falla y Lugar |
|-----------------|------------|--------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Conde Nuñez T-1 | 18,5 | 23,52 | 435.12 | 198,7 | 456,66 | Rotura en el metal base |
| Conde Nuñez T-2 | 19,62 | 23,41 | 459.30 | 209,9 | 457.00 | Rotura en el metal base |
| | | | | | | |

Realizado por: Ing. Ronald Requejo Lugar de Prueba: Soldexsa
laboratorio de pruebas Fisica
Numero de informe de la prueba: TC - 2008 - 026

RESULTADOS DE PRUEBA DE DOBLEZ

| Muestra | Tipo de doblez | Resultado | Observaciones |
|---------|----------------|-----------|---------------|
| JCN-DL1 | lado | Conforme | - |
| JCN-DL2 | lado | Conforme | - |
| JCN-DL3 | lado | Conforme | - |
| JCN-DL4 | lado | Conforme | - |

Realizado por: Ing. Leonardo Rodriguez Lugar de Prueba: Soldexsa
Identificación de la prueba: CTSol-LRP089-2008

INSPECCION VISUAL

Apariencia Conforme
Socavamiento Conforme
Porosidad Ninguna
Convexidad Conforme
Fecha de la prueba 17/09/2008
Inspeccionado por
CWI Ing. Leonardo Rodriguez

ENSAYO NO DESTRUCTIVO

N° de informe por RT: -
Empresa: -
Resultado -
Realizado por: -
N° de informe por UT: CS.08.09.345
Empresa: Control Service Group S.A.C.
Resultado Aceptado
Realizado por: Antonio Montoya

PRUEBA DE SOLDEO REALIZADA POR

Nombre y Apellido: Juan Conde Nuñez
N° de identificación: DNI: 08141456 N° de Registro: JCN56
Identificación de la prueba: - Por: -

Nosotros los abajo firmantes, certificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que la prueba de soldadura fue preparada, soldada y ensayada en conformidad con los requerimientos de la sección IV de la "AWS D1.1 / D1.1M 2006 Structural Welding Code - Steel".

CUALQUIER CONSULTA SOBRE
LA AUTENTICIDAD DE ESTE
DOCUMENTO DEBE SER HECHA
AL TELEFONO 224-3768
INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO:



LEONARDO RODRIGUEZ
CWI 07070431
QC1 EXP. 7/01/10

CEMPROTECH S.A.C.

LRP089-08

01/10/2008

CLIENTE (customer): Cempro Tech S.A.C.

LUGAR DE PRUEBA (laboratory): Centro Tecnológico de Soldaduras SOLDEXSA

REALIZADO POR (conducted by): Ing. Leonardo Rodríguez Pino

FECHA DE ENSAYO (date of test): 2008 - 10 - 01

MUESTRA (specimens): 8 probetas de dobléz de lado, 2 de cara y 2 de raíz

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS (sizes)

| PROBETA specimen | ANCHO width | ESPESOR thickness | LONGITUD large |
|---------------------|----------------|----------------------|-------------------|
| JCN-DL1 | 10,0 | 23,7 | 250,0 |
| JCN-DL2 | 10,1 | 23,7 | 249,0 |
| JCN-DL3 | 10,1 | 23,8 | 251,0 |
| JCN-DL4 | 10,2 | 23,8 | 250,0 |
| PAO-DL1 | 10,2 | 23,6 | 250,0 |
| PAO-DL2 | 10,1 | 23,7 | 251,1 |
| PAO-DL3 | 10,2 | 23,7 | 251,0 |
| PAO-DL4 | 10,2 | 23,8 | 249,0 |
| RCC-C1 | 39,0 | 10,0 | 248,0 |
| RCC-C2 | 39,0 | 10,1 | 248,0 |
| RCC-R1 | 38,9 | 9,9 | 249,0 |
| RCC-R2 | 39,0 | 10,1 | 248,0 |

* Medidas en milímetros (sizes in millimeters)

RESULTADOS DE LA PRUEBA (results):

| PROBETA specimen | LADO side | CARA face | RAIZ root | DISCONTINUIDAD Discontinuities |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------|
| JCN-DL1 | Conforme | | | - |
| JCN-DL2 | Conforme | | | - |
| JCN-DL3 | Conforme | | | - |
| JCN-DL4 | Conforme | | | - |
| PAO-DL1 | Conforme | | | - |
| PAO-DL2 | Conforme | | | - |
| PAO-DL3 | Conforme | | | - |
| PAO-DL4 | Conforme | | | - |
| RCC-C1 | | Conforme | | - |
| RCC-C2 | | Conforme | | - |
| RCC-R1 | | | Conforme | - |
| RCC-R2 | | | Conforme | - |

*Conforme = Pass

OBSERVACIONES (Remarks):

- Norma Aplicada en el ensayo (Test in conformance with the requirements of):
AWS D1.1 - 2006 (CND y PAO) y ASME IX - 2007 (RCC)
- Diametro del punzon (mm) / separacion de los rodillos (mm) : 38.1 / 60.3
- Materia Base (Base Metal) : ASTM A36
- La(s) muestra(s) ensayada(s) fue(ron) entregada(s) por (The specimens were given by) : Cempro Tech S.A.C.
- De acuerdo al cliente estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimientos (According to the customer these specimens belong to bend tests required for welding procedure specification)

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEXSA S.A.

(*Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEXSA S.A.)

CUALQUIER CONSULTA SOBRE
LA AUTENTICIDAD DE ESTE
DOCUMENTO DEBE SER HECHA
AL TELEFONO 224-3768

INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO: LRP477-08



LEONARDO RODRIGUEZ PINO
INGENIERO MECANICO
Reg. del Colegio de Ingenieros 1192168

SOLDEXSA S.A.

2008/10/01



Laboratorio de Pruebas Físicas

CCS-F-034

Edición 02

ENSAYO DE TRACCION Y COMPRESION

SOLICITADO POR: CEMPROTECH

Reporte N°: TC -2008 -026

MUESTRA :

FECHA : 06/10/2008

| Codigo N° | Ancho mm | Sección Transversal | | CARGAS | | TENSIONES | | Alargamiento % L ₀ |
|-------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|-------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| | | Diámetro / Espesor mm | Área mm ² | Fluencia N | Máxima N | Fluencia MPa | Máxima MPa | |
| Conde Nuñez T -1 | 19.5 | 23.52 | 435.12 | | 196700 | | 456.05 | |
| Conde Nuñez T -2 | 19.62 | 23.41 | 459.30 | | 209900 | | 457.00 | |
| Avila Obieta T -1 | 19.66 | 23.49 | 461.91 | | 216500 | | 468.80 | |
| Avila Obieta T -2 | 19.38 | 23.34 | 452.33 | | 210400 | | 465.15 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

OBSERVACIONES :

Rotura en Metal Base

Norma de Ensayo : ASTM E 8M -00b

Norma Calificación : AWS D1.1

Equipo usado : TINIUS OLSEN SUPER L 120

Código Interno : LAB-E-41

Las muestras han sido suministrado por el solicitante

Ing. Responsable

Ronald Requijo Y

CIP : 101024

Prohibida la reproducción total o parcial del reporte sin la autorización escrita del Laboratorio de EXSA

Antifj Panamericana Sur Km 38.5
Lima -Perú

Telefono : 315 7000 Anexo 2233

| | |
|---|---|
| DATOS GENERALES Nombre de la compañía : CEMPROTECH SAC WPS N° : CPTCH-003-13C PQR N° : CPTCH-003-13 / CPTCH-004-13 Rev.: : 0 Fecha : 23/04/2013 Elaborado por : José Huarhuachi | PROTECCION Gas <input checked="" type="checkbox"/> Composición : 100% CO2 Velocidad de Flujo : 25 l/min Fundente <input checked="" type="checkbox"/> Nombre comercial del fabricante : POP 180 Electrodo-Fundente (Clasificación AWS) : F7A2 EM12K |
|---|---|

| | |
|---|--|
| PROCESO DE SOLDADURA Proceso(s) de soldadura : SAW / FCAW Tipo : Manual <input type="checkbox"/> Semi-automático <input checked="" type="checkbox"/> Mecanizado <input checked="" type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/> | POSICION Posición : Ranura : Plana Filete : --- Progresión vertical : Ascendente <input type="checkbox"/> Descendente <input type="checkbox"/> |
|---|--|

| | |
|---|--|
| DISEÑO DE JUNTA Tipo : Junta a Tope - bleel doble V Soldado : Por un solo lado <input type="checkbox"/> Por ambos lados <input checked="" type="checkbox"/> Respaldo (Backing) : Si <input type="checkbox"/> Material : --- No <input checked="" type="checkbox"/> Preparación de ranura : Abertura de raíz (R) : 0-3 mm Tamaño de talón (l) : 0-3 mm Angulo de ranura (α) : 55° - 70° Radio (J-U) : --- Saneado de raíz (Backgouging) : Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Método : Esmerillado | CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS Modo de transferencia (FCAW) : Globular <input checked="" type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Corriente : CA <input type="checkbox"/> CCEP <input checked="" type="checkbox"/> CCEN <input type="checkbox"/> Pulsado <input type="checkbox"/> Distancia del tip a la plaza de trabajo (Stick Out) : 20-30 mm (SAW) 10-25mm (FCAW) Otro : Fuente CV |
|---|--|

| PRECALENTAMIENTO | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| De acuerdo a la Tabla 4.4 y el Anexo G, párrafo G6.2 | | | |
| Espesor (mm) | T° precalentamiento min. (°C) | T° interpasos min. (°C) | T° interpasos max. (°C) |
| 6 ≤ T < 20 | 80 | 80 | --- |
| 20 ≤ T < 40 | 110 | 110 | --- |
| 40 ≤ T < 75 | 130 | 130 | --- |

| | |
|------------------------------|---|
| ESQUEMA as 2 b | TECNICA Cordón rectilíneo (arrastré) u oscilante : Rectilíneo y oscilante Multi-Pase o Pase Simple (por lado) : Multi-pase Número de electrodos : 1 Espacado de electrodos : Longitudinal <input type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> Angulo <input type="checkbox"/> Limpieza inicial : Esmerillado y/o escobillado Limpieza Interpasos : Esmerillado y/o escobillado |
|------------------------------|---|

| | |
|---|--|
| METAL BASE Especificación : A 709 Tipo o Grado : 50 Espesor : Ranura : 12 ≤ T (mm) < 75 Filete : --- Diámetro (tubería) : --- | TRATAMIENTO TERMICO POSTSOLDADURA Temperatura : --- Tiempo de retención : --- Velocidad de calentamiento/enfriamiento : --- |
|---|--|

| | |
|--|---|
| METAL DE APORTE Especificación AWS : A5.17 / A5.20 Clasificación AWS : F7A2 EM12K / E71T-1C Nombre comercial del fabricante : PS2 - POP180 / EXATUB 71 | APORTE TERMICO (HEAT INPUT) Valor del aporte térmico calculado (kJ/in) Proceso: SAW Proceso: FCAW Aporte térmico máximo : 106.2 Aporte térmico máximo : 127.7 Aporte térmico mínimo : 59.63 Aporte térmico mínimo : 37.6 |
|--|---|

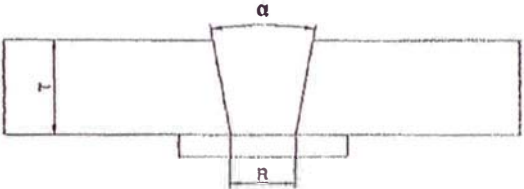
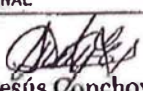
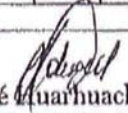
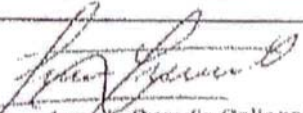
| PARAMETROS DE BOLDEN | | | | | | | Notas, Técnicas o Reglas del código: | |
|----------------------|-----------|-------------------|-----------|-----------------|---|-------------|--------------------------------------|--|
| Pase(s) o Capas | Procedura | Metal de Aporta | | Corriente | | Voltaje (V) | Velocidad de avance (in/min) | |
| | | Clasificación AWS | Diám (mm) | Tipo y Potencia | Amperaje (A) o Velocidad de alimentación del alambre (in/min) | | | |
| Lado Interior | | | | | | | | |
| 1-n | FCAW | E71T-1C | 1.6 | DCEP | 230-360 | 20-35 | 4-12 | |
| Lado Exterior | | | | | | | | |
| 1-n | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 480-650 | 28-33 | 10-20 | |

| | | |
|--|---|---|
| APROBACION FINAL | | |
| Elaborado por: Jesús Conchay Supervisor de Calidad CEMPRO TECH S.A.C. Inspector | Aprobado por: José Huarhuachi Jefe de Calidad CEMPRO TECH S.A.C. Jefe de Calidad | Juan A. Guardia Galtegos CWI 05080061 QC1 EXP. 01/2014 V*B* CWI |

CEMPROTECH

ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)
(De acuerdo al Código de Soldadura para Puentes AASHTO) MS D1.5 - Ed 2010

WPS N°: CPTCH-003-13A
Página 1 de 1

| DATOS GENERALES Nombre de la compañía : CEMPROTECH SAC WPS N° : CPTCH-003-13A PQR N° : CPTCH-003-13 Rev.: 0 Fecha : 23/04/2013 Elaborado por : José Huarhuachi | | PROTECCION Gas <input type="checkbox"/> Composición : -- Velocidad de Flujo : -- Fuente <input checked="" type="checkbox"/> Nombre comercial del fabricante : POP 180 Electrodo-Fundente (Clasificación AWS) : F7A2 EM12K | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|--|-----------|-----|-----|-------------|-----|---------|------|-------|-------|--|--|
| PROCESO DE SOLDADURA Proceso(s) de soldadura : SAW Tipo : Manual <input type="checkbox"/> Semi-automático <input type="checkbox"/> Mecanizado <input checked="" type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/> | | POSICION Posición : Ranura : Plana Filete : -- Progresión vertical : Ascendente <input type="checkbox"/> Descendente <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISEÑO DE JUNTA Tipo : Junta a Topo - bisel simple V Soldado : Por un solo lado <input checked="" type="checkbox"/> Por ambos lados <input type="checkbox"/> Respaldo (Backing) : Si <input checked="" type="checkbox"/> Material : A 36 No <input type="checkbox"/> Preparación de ranura : Abertura de raíz (R) : 14-16 Tamaño de talón (t) : -- Angulo de ranura (α) : 15-30 Radio (J-U) : -- Saneado de raíz (Backgouging) : Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Método : -- | | CARACTERISTICAS ELECTRICAS Modo de transferencia (GMAW) : Globular <input type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Corriente : CA <input type="checkbox"/> CCEP <input checked="" type="checkbox"/> CCEN <input type="checkbox"/> Pulsado <input checked="" type="checkbox"/> Distancia del tip a la pieza de trabajo (Stick Out) : 20 - 30 mm Otro : -- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESQUEMA  | | PRECALENTAMIENTO De acuerdo a la Tabla 4.4 y el Anexo G, párrafo G0.2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Espesor (mm)</th> <th>T° precalentamiento min. (°C)</th> <th>T° interpasos min. (°C)</th> <th>T° interpasos max. (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8 ≤ T < 20</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>20 ≤ T < 40</td> <td>110</td> <td>110</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>40 ≤ T < 75</td> <td>130</td> <td>130</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table> | | Espesor (mm) | T° precalentamiento min. (°C) | T° interpasos min. (°C) | T° interpasos max. (°C) | 8 ≤ T < 20 | 80 | 80 | --- | 20 ≤ T < 40 | 110 | 110 | --- | 40 ≤ T < 75 | 130 | 130 | --- | | | | |
| Espesor (mm) | T° precalentamiento min. (°C) | T° interpasos min. (°C) | T° interpasos max. (°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 ≤ T < 20 | 80 | 80 | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 ≤ T < 40 | 110 | 110 | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 ≤ T < 75 | 130 | 130 | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| METAL BASE Especificación : A 709 Tipo o Grado : 50 Espesor : Ranura : 8 ≤ T (mm) < 75 Filete : -- Diámetro (tubería) : -- | | TECNICA Cordón rectilíneo (arrastré) u oscilante : Rectilíneo Multi-Paso ó Paso Simple (por lado) : Simple Número de electrodos : 1 Espectado de electrodos : Longitudinal <input type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> Angulo <input type="checkbox"/> Limpieza Inicial : Esmerilado y/o escobillado Limpieza Interpasos : Esmerilado y/o escobillado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| METAL DE APORTE Especificación AWS : A5.17 Clasificación AWS : F7A2 EM12K Nombre comercial del fabricante : P52 - POP180 | | TRATAMIENTO TERMICO POSTSOLDADURA Temperatura : -- Tiempo de retención : -- Velocidad de calentamiento/enfriamiento : -- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PARAMETROS DE SOLDADO <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Pasos y Copas</th> <th rowspan="2">Proceso(s)</th> <th colspan="2">Metal de Aporte</th> <th colspan="2">Corriente</th> <th rowspan="2">Voltaje (V)</th> <th rowspan="2">Velocidad de avance (mm/min)</th> </tr> <tr> <th>Clasificación AWS</th> <th>Diámetro (mm)</th> <th>Amperaje (A) o Velocidad de calentamiento del alambre (mm/min)</th> <th>Polaridad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1-n</td> <td>SAW</td> <td>F7A2 EM12K</td> <td>4.0</td> <td>480-650</td> <td>DCEP</td> <td>28-33</td> <td>10-20</td> </tr> </tbody> </table> | | Pasos y Copas | Proceso(s) | Metal de Aporte | | Corriente | | Voltaje (V) | Velocidad de avance (mm/min) | Clasificación AWS | Diámetro (mm) | Amperaje (A) o Velocidad de calentamiento del alambre (mm/min) | Polaridad | 1-n | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | 480-650 | DCEP | 28-33 | 10-20 | APORTE TERMICO (HEAT INPUT) Valor del aporte térmico calculado (kJ/in) Aporte térmico máximo : 106.2 Aporte térmico mínimo : 59.03 | |
| Pasos y Copas | Proceso(s) | | | Metal de Aporte | | Corriente | | | | Voltaje (V) | Velocidad de avance (mm/min) | | | | | | | | | | | | |
| | | Clasificación AWS | Diámetro (mm) | Amperaje (A) o Velocidad de calentamiento del alambre (mm/min) | Polaridad | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-n | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | 480-650 | DCEP | 28-33 | 10-20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| APROBACION FINAL Elaborado por:  Jesús Conchay Supervisor de Calidad CEMPRO TECH S.A.C. Inspector | | Aprobado por:  José Huarhuachi Jefe de Calidad CEMPRO TECH S.A.C. Jefe de Calidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Notas, Técnicas o Reglas del código:  Juan A. Guardia Gallegos CWI 05080061 Q01 EXP 8/1/2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|-------------------|---|--|
| CEMPROTECH | ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo al Código de Soldadura para Puentes AASHTO/AWS D1.5 - Ed 2010) | WPS N°: CPTCH-003-13D Página 1 de 1 |
|-------------------|---|--|

| | |
|---|---|
| DATOS GENERALES Nombre de la compañía : CEMPROTECH SAC WPS N° : CPTCH-003-13D PQR N° : CPTCH-003-13 / CPTCH-005-13 Rev.: 0 Fecha : 23/04/2013 Elaborado por : José Huarhuachi | PROTECCION Gas <input checked="" type="checkbox"/> Composición : 100% CO2 Velocidad de Flujo : 25 l/min Fundente <input checked="" type="checkbox"/> Nombre comercial del fabricante : POP 180 Electrodo-Fundente (Clasificación AWS) : F7A2 EM12K |
|---|---|

| | |
|---|---|
| PROCESO DE SOLDADURA Proceso(s) de soldadura : SAW / FCAW Tipo : Manual <input type="checkbox"/> Semi-automático <input checked="" type="checkbox"/> Mecanizado <input checked="" type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/> | POSICION Posición : Ranura : Plana (SAW), Vertical (FCAW) Filete : --- Progresión vertical : Ascendente (FCAW) <input checked="" type="checkbox"/> Descendente <input type="checkbox"/> |
|---|---|

| | |
|--|--|
| DISEÑO DE JUNTA Tipo : Junta a Tope - bisel doble V Soldado : Por un solo lado <input type="checkbox"/> Por ambos lados <input checked="" type="checkbox"/> Respaldo (Backing) : Si <input type="checkbox"/> Material : --- No <input checked="" type="checkbox"/> Preparación de ranura : Abertura de raíz (R) : 0-3 mm Tamaño de talón (f) : 0-3 mm Angulo de ranura (α) : 55° - 70° Radio (J-U) : --- Saneado de raíz (Backgouging) : Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Método : Esmerilado | CARACTERISTICAS ELECTRICAS Modo de transferencia (FCAW) : Globular <input checked="" type="checkbox"/> Spray <input type="checkbox"/> Contenido : CA <input type="checkbox"/> CCEP <input checked="" type="checkbox"/> CCEN <input type="checkbox"/> Pulsado <input type="checkbox"/> Distancia del tip a la pieza de trabajo (Stick Out) : 20-30 mm (SAW) 10-25mm (FCAW) Otro : Fuente CV |
|--|--|

| ESQUEMA as 2 b | PRECALENTAMIENTO De acuerdo a la Tabla 4.4 y el Anexo G, párrafo G.2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Espesor (mm)</th> <th>T° precalentamiento min (°C)</th> <th>T° interpasos min (°C)</th> <th>T° interpasos max (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6 ≤ T < 20</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>20 ≤ T < 40</td> <td>110</td> <td>110</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>40 ≤ T < 75</td> <td>130</td> <td>130</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table> | Espesor (mm) | T° precalentamiento min (°C) | T° interpasos min (°C) | T° interpasos max (°C) | 6 ≤ T < 20 | 80 | 80 | --- | 20 ≤ T < 40 | 110 | 110 | --- | 40 ≤ T < 75 | 130 | 130 | --- |
|------------------------------|---|------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|------------|----|----|-----|-------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|
| Espesor (mm) | T° precalentamiento min (°C) | T° interpasos min (°C) | T° interpasos max (°C) | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 ≤ T < 20 | 80 | 80 | --- | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 ≤ T < 40 | 110 | 110 | --- | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 ≤ T < 75 | 130 | 130 | --- | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|--|
| METAL BASE Especificación : A 709 Tipo o Grado : 50 Espesor : Ranura : 12 ≤ T (mm) < 75 Filete : --- Diámetro (tubería) : --- | TECNICA Cordón rectilíneo (arrastre) u oscilante : Rectilíneo y oscilante Multi-Pasa o Pasa Simple (por lado) : Multi-pasa Número de electrodos : 1 Espaciado de electrodos : Longitudinal <input type="checkbox"/> Lateral <input type="checkbox"/> Angulo <input type="checkbox"/> Limpieza inicial : Esmerilado y/o escobillado Limpieza interpasos : Esmerilado y/o escobillado |
|---|--|

| | |
|--|---|
| METAL DE APORTE Especificación AWS : A5.17 / A5.20 Clasificación AWS : F7A2 EM12K / E71T-1C Nombre comercial del fabricante : PS2 - POP180 / EXATUB 71 | TRATAMIENTO TERMICO POSTSOLDADURA Temperatura : --- Tiempo de retención : --- Velocidad de calentamiento/enfriamiento : --- |
|--|---|

| | |
|--|---|
| APORTE TERMICO (HEAT INPUT) Valor del aporte térmico calculado (kJ/in) Proceso: SAW Aporte térmico máximo : 106.2 Aporte térmico máximo : 76 Aporte térmico mínimo : 59.63 Aporte térmico mínimo : 42.8 | Notas, Técnicas o Reglas del código: |
|--|---|

| PARAMETROS DE SOLDEO | | | | | | | |
|----------------------|------------|-------------------|-----------|------------------|--|-------------|------------------------------|
| Pasa(s) o Capa(s) | Proceso(s) | Metal de Aporte | | Corriente | | Voltaje (V) | Velocidad de avance (mm/min) |
| | | Clasificación AWS | Diám (mm) | Tipo y Polaridad | Amperaje (A) o Velocidad de alimentación de alambre (in/min) | | |
| Lado interior | | | | | | | |
| 1-n | FCAW | E71T-1C | 1.6 | DCEP | 180-300A | 16-27 | 4-7 |
| Lado exterior | | | | | | | |
| 1-n | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 480-650 | 28-33 | 10-20 |

| | | |
|---|---|---|
| APROBACION FINAL Elaborado por: Jesús Conchoy Supervisor de Calidad CEMPRO TECH S.A.C. Inspector | Aprobado por: José Huarhuachi Jefe de Calidad CEMPRO TECH S.A.C. Jefe de Calidad | Juan A. Guardia Gallegos CMI 08000001 QCI EXP 8/1/2014 V°B° CWI |
|---|---|---|

DATOS GENERALES

Nombre de la compañía : CEMPROTECH SAC
PQR N° : CPTCH-003-13 Rev. : 0
Fecha : 23/04/2013
Elaborado por : José Huarhuachi

METAL(ES) DE APORTE

Especificación AWS : A5.17 Clasificación AWS : F7A2 EM12K
Nombre comercial del fabricante : PS2 - POP180

PROTECCIÓN

Gas Composición : ---
Velocidad de Flujo : ---
Fundente Composición : ---
Nombre comercial del fabricante : POP 180
Electrodo-Fundente (Clasificación AWS) : F7A2

PROCESO(S) DE SOLDADURA

Proceso(s) de soldadura : SAW
Tipo : Manual Semi-automático
Mecanizado Automático

DISEÑO DE JUNTA

Detalle de junta : Junta a Topo - bleed simple V
Respaldo (Backing) : Si Material : A 572 Gr 50
No
Preparación de ranura : Abertura de raíz (R) : 16 mm
Tamaño de talón (f) : ---
Angulo de ranura (α) : 20°
Radio (J - U) : ---
Saneado de raíz (Backgouging) : Si No
Método : ---

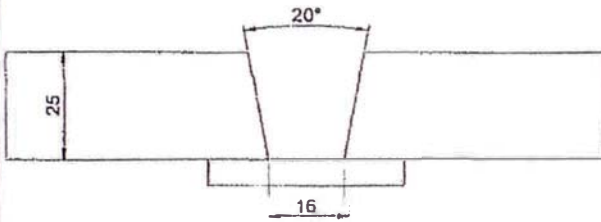
POSICIÓN

Posición : Ranura : 1 G
Filete : ---
Progresión vertical : Ascendente Descendente

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Modo de transferencia (GMAW) : Globular Spray
Corriente : CA CCEP CCEN Pulsado
Distancia del tip a la pieza de trabajo (Stick Out) : 20 - 30mm
Otro : ---

ESQUEMA



PRECALENTAMIENTO

De acuerdo a la Tabla 4.4 y el Anexo G, párrafo G6.2

| Espesor (mm) | T° precalentamiento min. (°C) | T° interpases min. (°C) | T° interpases max. (°C) |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 25.0 | 90 | 90 | --- |

Método de precalentamiento : ---
Mantenimiento del precalentado : ---

TÉCNICA

Cordón rectilíneo (arrastre) u oscilante : Rectilíneo
Multi-Pase o Pase Simple (por lado) : Multi-pase
Número de electrodos : 1
Espaciado de electrodos : Longitudinal Lateral Angulo
Limpieza inicial : Esmerilado y/o escobillado
Limpieza interpases : Esmerilado y/o escobillado

METAL(ES) BASE

Especificación : A 709
Tipo o Grado : 50
Espesor : Ranura : 25.0 mm
Filete : ---
Diámetro (tubería) : ---

TRATAMIENTO TÉRMICO POSTSOLDADURA

Temperatura : --- Tiempo de retención : ---
Velocidad de calentamiento/enfriamiento : ---

APORTE DE CALOR (HEAT INPUT)

Valor del aporte de calor calculado (kJ/in)
Aporte de calor máximo : 113.28
Aporte de calor mínimo : 60.63

PARÁMETROS DE SOLDADO

| Pases (o Capas) | Proceso(s) | Metal de Aporte | | Corriente | | Voltaje (V) | Velocidad de avance (mm/min) |
|-----------------|------------|-------------------|-----------|------------------|---|-------------|------------------------------|
| | | Clasificación AWS | Diam (mm) | Tipo y Polaridad | Amperaje (A) o Velocidad de alimentación del electrodo (mm/min) | | |
| 1 | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 580-600 A | 30-32 | 17-19 |
| 2 | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 580-600 | 30-32 | 17-19 |
| 3 | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 580-600 | 30-32 | 15-17 |
| 4 | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 580-600 | 30-32 | 15-17 |
| 5 | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 580-600 | 30-32 | 12-14 |
| 6 | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 580-600 | 30-32 | 12-14 |
| 7 | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 580-600 | 30-32 | 17-19 |
| 8 | SAW | F7A2 EM12K | 4.0 | DCEP | 580-590 | 30-32 | 10-12 |

Notas, Técnicas o Reglas del código:

APROBACIÓN FINAL

Elaborado por:
Jesús Conchoy
Supervisor de Calidad
CEMPRO TECH S.A.C.
Inspector

Aprobado por:
José Huarhuachi
Jefe de Calidad
CEMPRO TECH S.A.C.
Jefe de Calidad

Juan A. Guardia Gallegos
CWI 08080061
QC1 EXP 01/12/2014
B-CWI

INSPECCIÓN VISUAL

Apariencia : CONFORME
Socavación : NO PRESENTA
Porosidad anclada : NO PRESENTA
Convexidad : CONFORME
Fecha : 02/04/2013
Realizado por : Leonardo Rodríguez

INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

Acceptable Inaceptable
Reporte N° : 130-005-RT/13 Fecha : 03/04/2013
Realizado por : Hernan Santisteban Durand

ENSAYO MACROGRÁFICO

Acceptable Inaceptable
Reporte N° : -- Fecha : --
Realizado por : --

ENSAYO DE TRACCIÓN A TODO EL METAL DE SOLDADURA

Reporte N° : ET-2013-138-4 Fecha : 23/04/2013 Realizado por : PEDRO COLOMA
Valor Requerido : Resistencia a la tracción (Mpa) : 450 Límite de fluencia (Mpa) : 345
Resultado : Resistencia a la tracción (Mpa) : 566 Límite de fluencia (Mpa) : 473 Elongación en 50 mm (%) : 31.0

ENSAYO DE DOBLEZ DE LADO GUIADO

Reporte N° : 273-13 Fecha : 19/04/2013 Realizado por : Leonardo Rodríguez Pino

| Especimen N° | Tipo de doblez | Ángulo de doblado | Resultado | Observaciones |
|---------------|----------------|-------------------|-----------|---------------|
| PROBETA#4-DL1 | LADO | 180 | CONFORME | --- |
| PROBETA#4-DL2 | LADO | 180 | CONFORME | --- |
| PROBETA#4-DL3 | LADO | 180 | CONFORME | --- |
| PROBETA#4-DL4 | LADO | 180 | CONFORME | --- |

Diámetro de g.lga : 38.0 mm

ENSAYO DE TRACCIÓN A SECCIÓN REDUCIDA

Reporte N° : ET-2013-143 Fecha : 18/04/2013 Realizado por : Pedro Coloma
Valor Requerido : Resistencia a la tracción mínima (MPa) = 450

| Especimen N° | Ancho (mm) | Espesor (mm) | Área (mm²) | Carga de tracción final (kN) | Resistencia a la tracción final (MPa) | Tipo de falla y localización |
|----------------|------------|--------------|------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Probeta #4 - 1 | 25.09 | 24.43 | 612.95 | 360.14 | 588 | Rompleron en el material base |
| Probeta #4 - 2 | 25.00 | 24.28 | 607 | 353.75 | 590 | Rompleron en el material base |

MACROATAQUE A SOLDADURA DE FILETE

Reporte N° : -- Fecha : -- Realizado por : --
Máximo tamaño de pase simple 1. -- 2. -- 3. --
Máximo tamaño de pase simple 1. -- 2. -- 3. --

ENSAYO DE IMPACTO AL METAL DE SOLDADURA (CHARPY CON MUESTRA "V")

Reporte N° : EI-2013-31 Fecha : 19/04/2013 Realizado por : Pedro Coloma
Valores (J) : 1. 36 2. 39 3. 37 4. 36 5. 37 6. --- 7. --- 8. ---
SMAW, SAW, FCAW y GMAW - Requieren 05 especímenes ESW y EGW - Requieren 08 especímenes
Resultado : Valor Requerido : 27 J @ -20 °C
Promedio : 36.7 J @ -20 °C * Descartar el valor más alto y el más bajo y promediar los 03 restantes

ANÁLISIS QUÍMICO AL METAL DE SOLDADURA DEPOSITADO (Opcional para JPC)

Reporte N° : -- Fecha : -- Realizado por : --
Resultado : C : -- Mn : -- Si : -- P : -- S : --
Ni : -- Cr : -- Mo : -- V : -- Cu : --

Nombre del soldador : Dony Leon Silupu.

DNI : 41558722

Estampa N° : DLS22

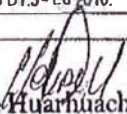
Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que los valores en este registro son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requisitos de la Cláusula 5 del Código de Soldadura para Puentes AASHTO/AWS D1.5 - Ed 2010.

APROBACIÓN FINAL

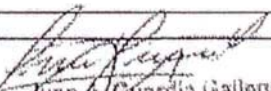
Elaborado por:


Jesús Conchoy
Supervisor de Calidad
CEMPRO TECH S.A.C.
Inspector

Aprobado por:


José Huamánachi
Jefe de Calidad
CEMPRO TECH S.A.C.
Jefe de Calidad




Juan A. Guardia Gallegos
CWI 06080061
QC1 EXP. 8/1/2014
V*B* CWI

N° INFORME (Report) : 273-13

CLIENTE (Customer): CEMPROTEC S.A.C.

LUGAR DE PRUEBA (Laboratory): CENTRO TECNOLOGICO DE SOLDADURA SOLDEXA

REALIZADO POR (Conducted by): Ing. Juan Guardia

FECHA DE ENSAYO (Date of test): 2013 04 19 N° de Registro de Calificación: 209-13

N° MUESTRAS (N° Specimens):
 DC - Cara (face) : - DL - Lado (Side): 4
 DR - Raiz (root): - NB - Nick Break : -

| DIMENSIONES DE LAS PROBETAS (Sizes) | | | | | RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results) | | |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------|---------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| N° | N° ESTAMPA (Specimen) | TIPO (Type) | ANCHO (Width) | ESPESOR (Thickness) | LONGITUD (Length) | RESULTADO (Result) | DISCONTINUIDAD (Discontinuity) |
| 1 | PROBETA #4-DL1 | LADO | 10 | 25 | 210 | C | |
| 2 | PROBETA #4-DL2 | LADO | 10 | 25 | 210 | C | |
| 3 | PROBETA #4-DL3 | LADO | 10 | 25 | 210 | C | |
| 4 | PROBETA #4-DL4 | LADO | 10 | 25 | 210 | C | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |



CUALQUIER CONSULTA SOBRE LA AUTENTICIDAD DE ESTE DOCUMENTO DEBE SER HECHA AL TELEFONO: 224-3768 INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO
273-13

* Medidas en milímetros (Sizes in millimeters) *Conforme (Pass) = C *No Conforme (No Pass) = NC

OBSERVACIONES (Remarks):

- Norma Aplicada en el ensayo (Test In conformance with the requirements of): AWS D1.5 - 2010
- Especificación del material base y N° P o N° S o Grupo (Base Metal) : A709 Gr. 50
- Diámetro del punzón utilizado (plunger diameter) : 38.0 mm
- La(s) muestra(s) ensayada(s) fue(ron) entregada(s) por (the specimens were given by) : CEMPROTEC S.A.C.
- De acuerdo al cliente, estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de procedimiento y/o soldador (According to the customer these specimens belong to bend tests required for procedure qualification and welder)

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEX S.A.
 *Prohibited the total or partial reproduction of this report without the authorization of SOLDEX S.A.


 Leonardo Rodríguez Pino
 CWI 07070431
 QC1 EXP. 7/1/2013
 SOLDEX S.A.
2013/04/19



INFORME DE ENSAYO DE TRACCION

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA
CON REGISTRO N° LE-052

Nombre de Cliente : Departamento Técnico - Lima
Referencia : CEMPROTECH
Descripción de la Muestra: Probetas Rectangulares
Fecha Informe : 2013-05-13
Informe de Ensayo N° : **Suplemento de informe:ET-2013-143**

| Código N° | Ancho mm | Sección Transversal | | CARGAS | | TENSIONES | |
|-----------------|-------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|-------------|-----------------|---------------|
| | | Diámetro / Espesor mm | Area mm ² | Fluencia N | Máxima N | Fluencia MPa | Máxima MPa |
| Probeta # 4 - 1 | 25.09 | 24.43 | 612.95 | 223306 | 360140 | 364 | 588 |
| Probeta # 4 - 2 | 25.00 | 24.28 | 607.00 | 241902 | 363753 | 399 | 599 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

OBSERVACIONES :

Material Base: ASTM A 709 Gr. 50

Material Aporte: EXATUB 71

Ambas probetas rompieron en el material base.

Estampa : DLS22

Posición / Proceso : 1G / SAW Mecanizado, PS2 – POP180.

| | |
|---|---------------------------------|
| Las dimensiones de la probeta Si(X)/ No() cumplen con la Norma: | AWS D1.5 |
| Método de Ensayo : | ASTM A 370-12 |
| Equipo usado : | TINIUS OLSEN SUPER L 120 |
| Código Interno del equipo : | CC-E-41 |
| Temperatura de ensayo : | Inicial :25.5°C , Final: 25.9°C |
| Nombre del analista : | R. Vera |
| Fecha recepción muestra : | 2013-04-16 |
| Las muestras han sido suministradas por el solicitante | |

Jefe de Aseguramiento y Desarrollo de la Calidad

La incertidumbre expandida es 1 MPa para un nivel de confianza al 95% y un K=2.

Prohibida la reproducción total o parcial del reporte sin la autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA

Los resultados de este informe solo son válidos para la muestra analizada.

Antig Panamericana Sur Km 38.5
Lima -Perú

Telefono : 619 9600 Anexo 2230



INFORME DE ENSAYO DE TRACCION

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA
CON REGISTRO N° LE-052

Nombre de Cliente : Departamento Técnico - Lima
Referencia : CEMPROTECH
Descripción de la Muestra: Probeta Cilíndrica
Fecha Informe : 2013-04-23
Informe de Ensayo N° : **Suplemento de Informe ET-2013-138-4**

| Código N° | Ancho mm | Sección Transversal | | CARGAS | | TENSIONES | |
|----------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|-------------|-----------------|---------------|
| | | Diámetro / Espesor mm | Area mm ² | Fluencia N | Máxima N | Fluencia MPa | Máxima MPa |
| Probeta Circular - 4 | ... | 12.61 | 124.89 | 59085 | 70627 | 473 | 566 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

OBSERVACIONES :

Material Base: A709 Grado B

Material Aporte: *PS2-Pop 180*

Proceso: *SAW Mecanizado / Posición: 1G*

| | |
|---|---------------------------------|
| Las dimensiones de la probeta Si(X)/ No() cumplen con la Norma: | AWS D1.5 |
| Método de Ensayo : | ASTM A 370-12 |
| Equipo usado : | TINIUS OLSEN SUPER L 120 |
| Código Interno del equipo : | CC-E-41 |
| Temperatura de ensayo : | Inicial :24.8°C , Final: 24.6°C |
| Nombre del analista : | J. Soto |
| Fecha recepción muestra : | 2013-04-16 |
| Las muestras han sido suministradas por el solicitante | |

Jefe de Aseguramiento y Desarrollo de la Calidad

La incertidumbre expandida es 1 MPa para un nivel de confianza al 95% y un K=2.

Prohibida la reproducción total o parcial del reporte sin la autorización escrita del Laboratorio de SOLDEXA

Los resultados de este informe solo son válidos para la muestra analizada.

Antig Panamericana Sur Km 38.5

Lima -Perú

Telefono : 619 9600 Anexo 2230



REPORTE DE EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

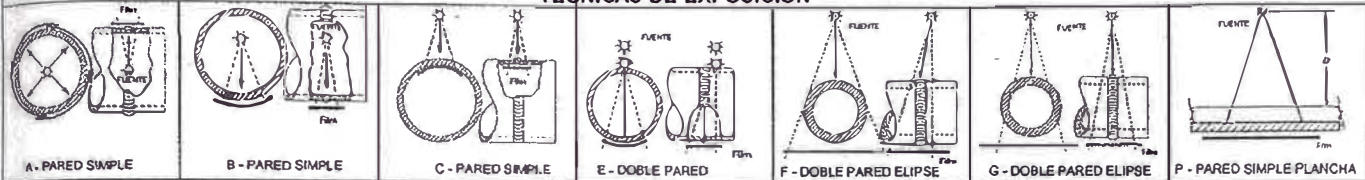
REPORTE N°: 130-005-RT/13 PAG: 01 DE: 01 PROCEDIMIENTO NDT-AWS D1.5-RT001-12

SOLICITADO POR: CEMPRO TECH S.A.C

COMPONENTE EVALUADO: PROBETA SOLDADOR 1G

| | | | | | |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|
| MATERIAL: | ASTM A709 Gr. 50 | PELÍCULA: | AGFA D5 con Pb | TIEMPO EXPOSIC: | 39 min. 00 seg. |
| ESPESOR: | 25 mm. | DIMENSIONES: | 90x250 mm | CAL RADIOGRAF: | CALIDAD I |
| FUENTE/ACTIVIDAD: | Ir-192 / 32Ci | PANTALLA: | 0.027 mm Pb | IND. CAL IMAGEN: | 1 ASTM B |
| TEC. DE EXPOS: | "P" | DENSIDAD: | 2.0 - 4.0 | POSICIÓN ICI: | LADO FUENTE |
| TAMAÑO FOCAL: | 3.37 mm | DISTANCIA F/P: | 800 mm | CODIGO/NORMA: | AWS D1.5 - 2010 |

TECNICAS DE EXPOSICION



| IDENTIFICACION | DISCONTINUIDADES | CALIFICACION | OBSERVACIONES |
|----------------|--------------------------|--------------|----------------------------|
| 1 | DLS 22 | | |
| 2 | Pos. 1G - SAW mecanizado | | |
| 3 | P1 | ACEPTABLE | |
| 4 | P2 | ACEPTABLE | |
| 5 | P3 | ACEPTABLE | |
| 6 | | | |
| 7 | | | SOLDADOR: Dony León Silupu |
| 8 | | | ESTAMPA: DLS22 |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |

NOMENCLATURA DE DISCONTINUIDADES EN LA SOLDADURA

| | | | | |
|------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Aa. Porosidad agrupada | Bb. Escoria alineada | Ea. Fisura longitudinal | I. Cordón Irregular | Rc. Ralz cóncava |
| Ab. Porosidad alineada | Bc. Escoria agrupada | Eb. Fisura transversal | K. Quemón | H: Hi Low |
| Ac. porosidad aislada | C. Falta de fusión | Fa. Socavado interno | L. defecto de película | PE: Exceso de penetración |
| Ba. Escoria aislada | D. Penetración Incompleta | Fb. socavado externo | T. inclusión de tungsteno | |

| | | |
|---|--|--------------------|
| FIRMA DEL INSPECTOR NDT NDT ENGINEERING S.A.C. Hernán Santisteban Durand Nivel II SNT TC-1A RT, MT, PT, UT ATE, 03 DE ABRIL DEL 2013 | CLIENTE José Huarhuachi Jefe de Calidad CEMPRO TECH S.A.C. | SUPERVISION |
|---|--|--------------------|

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN CEMPRO- PC - R - 004.2 - REVISIÓN B

FASE: REVISIÓN DE PLANOS, DOCUMENTOS PARA CONSTRUCCION Y MONTAJE

| | |
|---|---|
| CLIENTE: CONSORCIO PUENTE VIEJO ORDEN DE TRABAJO: 6326 | PROYECTO: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA N° DE CORRELATIVO: 001 |
|---|---|

| ITEM | ETAPA A SER INSPECCIONADA | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | METODO | DOCUMENTACION DE REFERENCIA | REGISTRO APLICABLE | CONTROL | |
|------|---|--|--------------------------------|---|--------------------|------------|---------|
| | | | | | | CEMPROTECH | CLIENTE |
| 01 | Revisión de Documentos | Alcance contractual. Plazos. Normas aplicables. Especificaciones Técnicas. Planos de arreglo general. | Visual y Documental. | Contrato u Orden de Compra. Requisitos del Cliente Principal. | - | E | |
| 02 | Definición de requisitos de calidad, características y especificaciones técnicas. | Normas aplicables. Dimensiones generales. Partes conformantes. | Visual y Documental. | Requisitos del Cliente. Contrato. | - | E,S,V | |
| 03 | Especificaciones de materiales | Lista de Materiales. Normas ASTM. Requisitos de Calidad de los materiales. | Visual y Documental. | Especificaciones Técnicas | - | V,A | |
| 04 | Revisión de planos de detalle y de especificaciones técnicas aplicables al proyecto. | Capacidad de procesos. Cumplimiento de los códigos. Requisitos de Calidad. Materiales especificados. Dimensionado. | Visual, Documental y Cálculos. | Manuales. Normas de producto. Requisitos de Calidad del producto. | - | EV | |
| 05 | Revisión final por parte del Cliente | Requisitos técnicos. Pruebas y Ensayos. Programación y secuencia de actividades. Aspectos Contractuales. | Visual y Documental. | Alcance Contractual. Especificaciones Técnicas. | - | M | |
| 06 | Aprobación para Fabricación y montaje. | Detalles de fabricación. Detalles del proceso de armado Pruebas y ensayos. Detalles de Montaje: Plano de marcas, ejes y niveles. | Visual y Documental. | Planos de Detalle y Montaje. | - | V | |
| 07 | Distribución de la Documentación (planos y especificaciones) a los responsables de la ejecución-Gerencia de Proyecto. | Aprobación para construcción. Autorización Gerente de Proyecto | Visual y Documental. | Relación de Planos y especificaciones aprobadas. | - | E, M | |

OBSERVACIONES

APROBACION: ING. JOSE HUARHUACHI

| | | |
|--|--|--|
| <p>LEYENDA</p> <p>S SUPERVISA E EJECUTA A APRUEBA M MONITOREA</p> | <p>V VERIFICA T TESTIGO</p> | <p>APLICACIÓN PARA IMPLEMENTACION PARA APROBACION PARA EJECUCION</p> |
|--|--|--|

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN CEMPRO- PC - R - 004.2 - REVISIÓN B

FASE: TRAZADO Y HABILITADO

| | |
|---|---|
| CLIENTE: CONSORCIO PUENTE VIEJO ORDEN DE TRABAJO: 6326 | PROYECTO: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA N° DE CORRELATIVO: 003 |
|---|---|

| ITEM | ETAPA A SER INSPECCIONADA | CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR | METODO | DOCUMENTACION DE REFERENCIA | REGISTRO APLICABLE | CONTROL | |
|------|---------------------------|---|------------------------------------|---|------------------------|------------|---------|
| | | | | | | CEMPROTECH | CLIENTE |
| 01 | TRAZADO | Dimensiones: Diagonales, Geometria. | Visual, Instrumental. | Planos Aprobados para Construcción, Estandar ASTM A6, DIN EN ISO 13920. | | E.S | |
| 02 | CORTE | Calidad del corte. | Visual, Instrumental. | Planos Aprobados para Construcción | | E.S | |
| 03 | BISELADO | Geometria | Visual, Instrumental. | Planos Aprobados para Construcción, Procedimiento de soldadura WPS. | CEMPRO- PC - R - 008.1 | E.S | |
| 04 | ROLADO | Radio de Curvatura. | Visual, Instrumental. | Planos Aprobados para Construcción, DIN EN ISO 13920. | CEMPRO- PC - R - 008.1 | E.S | |
| 05 | MECANIZADOS. | Dimensiones: Diámetros Interiores, Exteriores, planitud y perpendicularidad de superficies. | Visual, Instrumental. | Planos aprobados para la Construcción, DIN EN ISO 13920. | CEMPRO- PC - R - 008.1 | E.S | |
| 06 | CODIFICACION DE PARTES. | Marca asignada | Visual y Documentaria | Planos Aprobados para Construcción. | CEMPRO- PC - R - 006 | E.S | |
| 07 | TALADRADOS | Dimensiones: Diámetros, Ubicación de agujeros, Diagonales. | Visual Instrumental y Documentaria | Planos Aprobados para Construcción. | CEMPRO- PC - R - 008.1 | E.S | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

OBSERVACIONES

APROBACION: ING. JOSE HUARHUACHI

| | | |
|--|--|---|
| <p>LEYENDA</p> <p>S SUPERVISA E EJECUTA A APRUEBA M MONITOREA</p> | <p>V VERIFICA T TESTIGO</p> | <p>APLICACION PARA IMPLEMENTACION PARA APROBACION PARA EJECUCION</p> |
|--|--|---|

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN CEMPRO- PC - R - 004.2 - REVISIÓN B

FASE: ACTIVIDADES PREVIAS A LA SOLDADURA

| | |
|---------------------------------|---|
| CLIENTE: CONSORCIO PUENTE VIEJO | PROYECTO: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA |
| ORDEN DE TRABAJO: 6326 | N° DE CORRELATIVO:004 |

| ITEM | ETAPA A SER INSPECCIONADA | CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR | METODO | DOCUMENTACION DE REFERENCIA | REGISTRO APLICABLE | CONTROL | |
|------|--|--|----------------------------------|--|--------------------|------------|---------|
| | | | | | | CEMPROTECH | CLIENTE |
| 01 | Revisión de Planos de Detalle y de los Procesos a Emplear. | Geometría de las juntas, Tipos de Materiales, Rango de Espesores, Grados de Penetración. | Visual, Documental. | AWS D1.5 Bridge Welding Code. AWS D1.1 Estructural Welding Code para elementos tubulares. | - | E,S | |
| 02 | Selección de Procesos a Emplear | Capacidad Instalada, Disponibilidad de equipos y mano de obra calificada. | Visual, Documental. | AWS D1.5 Bridge Welding Code. AWS D1.1 Estructural Welding Code para elementos tubulares. | - | E,S | |
| 03 | Elaboración de Especificaciones de Procedimientos de Soldadura | Materiales Base, Material de Aporte, Variables de Soldadura, Detalle de la Junta. | Visual, Documental. | AWS D1.5 Bridge Welding Code. AWS D1.1 Estructural Welding Code para elementos tubulares. | WPS | E,A | |
| 04 | Proceso de Calificación de Procedimientos de soldadura. | Probetas: Tipo y dimensiones, Posición, Geometría de la Junta, Verificación de los Parametros y ensayo. | Visual, Documental, Instrumental | AWS D1.5 Bridge Welding Code. AWS D1.1 Estructural Welding Code para elementos tubulares. | WPS, PQR | E | |
| 05 | Ejecución de Ensayos Mecánicos y Reporte de Resultados. | Dimensiones, Tipos de Ensayos, Criterios de Aceptación. | Visual, Documental. | AWS D1.5 Bridge Welding Code, AWS D1.1 Estructural Welding Code para elementos tubulares. reporte de ensayos mecanicos y END. | REGISTRO EXTERNO | V, S, T ,A | |
| 06 | Elaboración de Registros de Calificación de Procedimiento. | Dimensiones y Rango Calificado, Criterios de Aceptación. | Visual, Documental. | AWS D1.5 Bridge Welding Code. AWS D1.1 Estructural Welding Code para elementos tubulares. | PQR | E,S | |
| 07 | Presentación de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR), Especificaciones de Procedimientos de soldadura. (WPS) y WPS Pre-calificado en AWS D1.1. | Parametros de soldadura, Materiales base, Materiales de Aporte, Procesos de soldadura. | Visual, Documental. | AWS D1.5 Bridge Welding Code, AWS D1.1 Estructural Welding Code para elementos tubulares. Reportes de Ensayos mecanicos y END. | PQR, WPS | S | |
| 08 | Selección de Soldadores | Experiencia en el proceso calificado. Calificaciones Previas. | Visual, Documental. | Certificados de Calificación. | WPQR | E,S | |
| 09 | Calificación de Soldadores | Experiencia Previa, Dimensiones de las Probetas, Material Base, Posición de Soldeo, Destreza, Técnica, Pruebas a Realizar. | Visual, Documental, Instrumental | AWS D1.5 Bridge Welding Code, AWS D1.1 Estructural Welding Code para elementos tubulares. Certificados de Calificación. | WPQR | E,S | |

OBSERVACIONES

APROBACION: ING. JOSE HUARHUACHI

LEYENDA

S SUPERVISA
 E EJECUTA
 A APRUEBA

V VERIFICA
 T TESTIGO

APLICACIÓN

PARA IMPLEMENTACION
 PARA APROBACION
 PARA EJECUCION

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN CEMPRO- PC - R - 004.2 - REVISIÓN B

FASE: ARMADO, SOLDADURA Y CONTROL DIMENSIONAL

FECHA: 13-04-2013

| | |
|---------------------------------|---|
| CLIENTE: CONSORCIO PUENTE VIEJO | PROYECTO: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA |
| ORDEN DE TRABAJO: 6326 | N° DE CORRELATIVO:005 - 1 |

| ITEM | ETAPA A SER INSPECCIONADA | CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR | METODO | DOCUMENTACION DE REFERENCIA | REGISTRO APLICABLE | CONTROL | |
|------|---|---|-----------------------------------|--|--------------------|------------|---------|
| | | | | | | CEMPROTECH | CLIENTE |
| 01 | Codificación de partes y componentes. | Metodo de codificación. Acufiado. | Visual, Documental | Planos aprobados para fabricación. | | E, S | |
| 02 | Proceso de Armado y Apuntalado | Area de trabajo, Juntas, Ubicación y Disposición de Planchas, Apuntalado. | Visual, Instrumental, Documental. | Planos aprobados para fabricación. | | E, S | |
| 03 | Junta a tope soldadura longitudinal, circunferencial y junta en T soldadura a Filete | Empleo de Procedimientos Calificados. Estado Material de Aporte. Geometría de la Junta. Secuencia de Soldadura. Sentido de Disipación de Calor. | Visual, Documental | Especificaciones de Procedimiento (WPS). Procedimientos Calificados (PQR). | | E, S | |
| 04 | Soldeo de Pase Raiz | Limpieza de la Junta. | Visual. | AWS D1.5 , Procedimientos de soldadura (WPS) y Soldadores calificados. | | E, S | |
| 05 | Soldeo de Pase Relleno, Acabado y Respaldo | Limpieza Pase de Raiz, Limpieza entre Pases. | Visual | AWS D1.5 , Procedimientos de soldadura (WPS) y Soldadores calificados. | | E, S | |
| 06 | Inspección Visual de Soldadura. | Limpieza del Cordón de Acabado. Acabado. Dimensiones de Soldadura. | Visual, Instrumental, Documental. | AWS D1.5 Clausula 6 parte D parrafo 6.26.1 al 6.26.1.8. | CEMPRO-PC-R-007.6 | E, S | |
| 07 | Inspección por Líquidos Penetrantes (PT), aplicable cuando la inspección visual determine indicios de fisura. | Descarte de Fisuras en la soldadura. | Visual, Consumibles. | AWS D1.5 Clausula 6 parte D 6.26.2. | CEMPRO-PC-R-007.7 | E, S | |
| 08 | Inspección por Ensayo no Destructivo técnica de Ultrasonido. Soldadura a penetración completa. Fabricación del Arco principal, esfuerzos de compresión. | - Ultrasonido al 25% en junta longitudinal de modulo de arco. - Ultrasonido al 100% en oreja de unión con Péndola. Esfuerzos de Tracción. | Documental, Instrumental, UT. | AWS D1.5 Clausula 6 parte D 6.26.3. | REGISTRO EXTERNO: | S, T | |
| 09 | Inspección por Ensayo no Destructivo técnica de Radiografía. Soldadura a penetración completa. Fabricación de Estructura Metálica de Vigas Soldadas, esfuerzos de tracción ubicado en el medio del Alma en dirección al Ala inferior de la Viga, esfuerzo máximo en el centro del Alma. | - 1/6 del Alma de la viga con inicio en punto de máximo esfuerzo. - Radiografía al 25% del resto de la altura del Alma. - Radiografía al 100% en los empalmes del Ala inferior. | Documental, Instrumental, RT. | AWS D1.5 Clausula 6 parte D 6.26.2. | REGISTRO EXTERNO: | S, T | |
| 10 | Inspección por Ensayo no Destructivo técnica de Partículas Magnéticas. Soldadura a Filete. Fabricación de Estructura Metálica de Vigas Soldadas, considerado como componente primario. | - Inspección de 300 mm por cada 3.0 m de longitud de soldadura. - Inspección de 300 mm en soldadura a Filete inferior a 3.0 m de longitud de soldadura. | Documental, Instrumental, MT. | AWS D1.5 Clausula 6 parte D 6.26.2. | REGISTRO EXTERNO: | S, T | |

OBSERVACIONES

APROBACION: ING. JOSE HUARHUACHI

LEYENDA

S SUPERVISA
 E EJECUTA
 A APRUEBA
 M MONITOREA

V VERIFICA
 T TESTIGO

APLICACION
 PARA IMPLEMENTACION
 PARA APROBACION
 PARA EJECUCION

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN CEMPRO- PC - R - 004.2 - REVISIÓN B

FASE: GRANALLADO Y PINTURA

| | |
|---------------------------------|---|
| CLIENTE: CONSORCIO PUENTE VIEJO | PROYECTO: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA |
| ORDEN DE TRABAJO: 6326 | N° DE CORRELATIVO:006 |

| ITEM | ETAPA A SER INSPECCIONADA | CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR | METODO | DOCUMENTACION DE REFERENCIA | RÉGISTRO APLICABLE | CONTROL | |
|------|--|--|-----------------------------------|---|--------------------|------------|---------|
| | | | | | | CEMPROTECH | CLIENTE |
| 01 | Limpieza y lavado de Materiales antes del Granallado | Grado de Limpieza, Superficie no debe tener contaminantes. | Visual , Instrumental | Especificaciones técnicas del proyecto, procedimientos de pintura. | - | E, S | |
| 02 | Condiciones Ambientales. | Humedad Relativa, temperatura de ambiente, punto de rocío. | Visual , documental, instrumental | Especificaciones técnicas del proyecto, plan de calidad ,procedimientos de pintura. | CEMPRO-PC-R-009 | E, S, V, A | |
| 03 | Granallado de Estructuras y Pintado de Base | Perfil de anclaje, grado de limpieza, tiempo de exposición del elemento antes del pintado. | Visual , documental, instrumental | Especificaciones técnicas del proyecto, plan de calidad ,procedimientos de pintura. | CEMPRO-PC-R-009 | E, S, V, A | |
| 04 | Aplicación de Pintura de Acabado | Condiciones Ambientales, Pintores Calificado, Limpieza y preparacion de la pintura, espesor de pintura en humedo. | Visual , documental, instrumental | Especificaciones técnicas del proyecto, plan de calidad , Calificacion del pintor, procedimientos de pintura. | CEMPRO-PC-R-009 | E, S | |
| 05 | Estructura, Acabado | Verificacion de espesor de capa de pintura seca, acabado de pintura homoganeo. | Visual , documental, instrumental | Especificaciones técnicas del proyecto, Plan de calidad, procedimientos de pintura. | CEMPRO-PC-R-009 | E, S | |
| 06 | Pruebas de Adherencia | Adherencia del sistema de pintado, el programa de inspección se realiza sobre probetas de 350 x350 mm al inicio de la aplicación y cada 50 toneladas de fabricación que estará indicado en el cronograma de fabricación. | Visual , documental, instrumental | Adherencia ASTM D4541 | Registro Externo. | S,A | |

OBSERVACIONES: EL SISTEMA DE PINTADO ESTA INDICADO EN EL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y EN EL PROCEDIMIENTO DE PINTADO PREPARADO POR EL FABRICANTE DE PINTURA.

APROBACION: ING. JOSE HUARHUACHI

| | | |
|--|------------------------------------|--|
| <p>LEYENDA</p> <p>S SUPERVISA</p> <p>E EJECUTA</p> <p>A APRUEBA</p> <p>M MONITOREA</p> | <p>V VERIFICA</p> <p>T TESTIGO</p> | <p>APLICACION PARA IMPLEMENTACION</p> <p>PARA APROBACION</p> <p>PARA EJECUCION</p> |
|--|------------------------------------|--|

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN CEMPRO- PC - R - 004.2 - REVISIÓN B

FASE: LIBERACION Y EMBALAJE DE ELEMENTOS

| | |
|---|--|
| CLIENTE: CONSORCIO PUENTE VIEJO ORDEN DE TRABAJO: 6326 | PROYECTO: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA N° DE CORRELATIVO:007 |
|---|--|

| ITEM | ETAPA A SER INSPECCIONADA | CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR | METODO | DOCUMENTACION DE REFERENCIA | REGISTRO APLICABLE | CONTROL | |
|------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|------------|---------|
| | | | | | | CEMPROTECH | CLIENTE |
| 01 | Liberación de elemento para despacho | Acabado General de la Estructura | Documental, Visual | Registro de Liberacion de Elementos. | CEMPRO-PC-R-010 | E, S, V | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

OBSERVACIONES

APROBACION: ING. JOSE HUARHUACHI

| | | |
|---|-------------------------|--|
| LEYENDA S SUPERVISA E EJECUTA A APRUEBA M MONITOREA | V VERIFICA T TESTIGO | APLICACION PARA IMPLEMENTACION PARA APROBACION PARA EJECUCION |
|---|-------------------------|--|



Calle Oscar, R, Benavides 3008 Cr. 1203 Lima
Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ

**PROCEDIMIENTO DE
ULTRASONIDO
AWS D1.1M/D1.1:2010**

P-US-01

SEPT - 11

PAG. 20 DE 22

ANEXO II

**CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO POR UT
ESFUERZOS DE TRACCIÓN**

**Table 6.3
UT Acceptance-Rejection Criteria—Tensile Stress (see 6.26.3.1)**

| Flaw Severity Class | Weld Thickness ¹ (mm [in.]) and Search Unit Angle | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------------------|--|--|
| | 8 [5/16] through 20 [3/4] | | >20 [3/4] through 38 [1-1/2] | | | >38 [1-1/2] through 60 [2-1/2] | | | >60 [2-1/2] through 100 [4] | | | >100 [4] through 200 [8] | | |
| | 70° | 70° | 70° | 60° | 45° | 70° | 60° | 45° | 70° | 60° | 45° | | | |
| Class A | +10 and lower | +8 and lower | +4 and lower | +7 and lower | +9 and lower | +1 and lower | +4 and lower | +6 and lower | -2 and lower | +1 and lower | +3 and lower | | | |
| Class B | +11 | +9 | +5 +6 | +8 +9 | +10 +11 | +2 +3 | +5 +6 | +7 +8 | -1 0 | +2 +3 | +4 +5 | | | |
| Class C | +12 | +10 | +7 +8 | +10 +11 | +12 +13 | +4 +5 | +7 +8 | +9 +10 | +1 +2 | +4 +5 | +6 +7 | | | |
| Class D | +13 and up | +11 and up | +9 and up | +12 and up | +14 and up | +6 and up | +9 and up | +11 and up | +3 and up | +6 and up | +8 and up | | | |

General Notes:

- Class B and C flaws shall be separated by at least 2L, L being the length of the longer flaw, except that when two or more such flaws are not separated by at least 2L, but the combined length of flaws and their separation distance shall be equal to or less than the maximum allowable length under the provisions of Class B or C, the flaw shall be considered a single acceptable flaw.
- Class B and C flaws shall not begin at a distance less than 2L from the end of the weld, L being the flaw length.
- Flaws detected at "scanning level" in the root face area of CJP double groove weld joints shall be evaluated using an indicating rating 4 dB more sensitive than described in 6.19.6.3 when such welds are designated as "tension welds" on the drawing (subtract 4 dB from the indication rating "d").
- For indications that remain on the display as the search unit is moved, see 6.26.3.2.

Note:

1. Weld thickness shall be defined as the nominal thickness of the thinner of the two parts being joined, given in mm [in.].

Class A (large flaws)

Any indication in this category shall be rejected (regardless of length).

Class B (medium flaws)

Any indication in this category having a length greater than 20 mm [3/4 in.] shall be rejected.

Class C (small flaws)

Any indication in this category having a length greater than 50 mm [2 in.] in the middle half or 20 mm [3/4 in.] length in the top or bottom quarter of the weld thickness shall be rejected.

Class D (minor flaws)

Any indication in this category shall be accepted regardless of length or location in the weld.

Scanning Levels

| Sound Path, mm [in.] ² | Above Zero Reference, dB |
|-----------------------------------|--------------------------|
| through 60 [2-1/2] | 20 |
| >60 [2-1/2] through 125 [5] | 25 |
| >125 [5] through 250 [10] | 35 |
| >250 [10] through 400 [15] | 45 |

Note:

2. This column refers to sound path distance; not material thickness.



Calle Oscar, R, Benavides 3008 Of. 1203 Lima
Telf./Fax (511)-726-4504 - LIMA - PERÚ

**PROCEDIMIENTO DE
ULTRASONIDO
AWS D1.1M/D1.1:2010**

P-US-01

SEPT - 11

PAG. 21 DE 22

ANEXO III

**CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO POR UT
ESFUERZOS DE COMPRESIÓN**

**Table 6.4
UT Acceptance-Rejection Criteria—Compressive Stress (see 6.26.3.1)**

| Flaw Severity Class | Weld Thickness ¹ (mm [in.]) and Search Unit Angle | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------|-------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------------------|--|--|
| | 8 [5/16] through 20 [3/4] | | >20 [3/4] through 38 [1-1/2] | | | >38 [1-1/2] through 60 [2-1/2] | | | >60 [2-1/2] through 100 [4] | | | >100 [4] through 200 [8] | | |
| | 70° | 70° | 70° | 60° | 45° | 70° | 60° | 45° | 70° | 60° | 45° | | | |
| Class A | +5 and lower | +2 and lower | -2 and lower | +1 and lower | +3 and lower | -5 and lower | -2 and lower | 0 and lower | -7 and lower | -4 and lower | -1 and lower | | | |
| Class B | +6 | +3 | -1 0 | +2 +3 | +4 +5 | -4 -3 | -1 0 | +1 +2 | -6 -5 | -3 -2 | 0 +1 | | | |
| Class C | +7 | +4 | +1 +2 | +4 +5 | +6 +7 | -2 to +2 | +1 +2 | +3 +4 | -4 to +2 | -1 to +2 | +2 +3 | | | |
| Class D | +8 and up | +5 and up | +3 and up | +6 and up | +8 and up | +3 and up | +3 and up | +5 and up | +3 and up | +3 and up | +4 and up | | | |

General Notes:

- Class B and C flaws shall be separated by at least 2L, L being the length of the longer flaw, except that when two or more such flaws are not separated by at least 2L, but the combined length of flaws and their separation distance shall be equal to or less than the maximum allowable length under the provisions of Class B or C, the flaw shall be considered a single acceptable flaw.
- Class B and C flaws shall not begin at a distance less than 2L from weld ends carrying primary tensile stress, L being the flaw length.
- Flaws detected at "scanning level" in the root face area of CJP double groove weld joints shall be evaluated using an indicating rating 4 dB more sensitive than described in 6.19.6.5 when such welds are designated as "tension welds" on the drawing (subtract 4 dB from the indication rating "d").
- ESW or EGW welds: Flaws detected at "scanning level" which exceed 50 mm [2 in.] in length shall be suspected as being piping porosity and shall be further evaluated with RT.
- For indications that remain on the display as the search unit is moved, see 6.26.3.2.

Note:

1. Weld thickness shall be defined as the nominal thickness of the thinner of the two parts being joined, given in mm [in.].

Class A (large flaws)

Any indication in this category shall be rejected (regardless of length).

Class B (medium flaws)

Any indication in this category having a length greater than 20 mm [3/4 in.] shall be rejected.

Class C (small flaws)

Any indication in this category having a length greater than 50 mm [2 in.] shall be rejected.

Class D (minor flaws)

Any indication in this category shall be accepted regardless of length or location in the weld.

Scanning Levels

| Sound Path, mm [in.] ² | Above Zero Reference, dB |
|-----------------------------------|--------------------------|
| through 60 [2-1/2] | 14 |
| >60 [2-1/2] through 125 [5] | 19 |
| >125 [5] through 250 [10] | 29 |
| >250 [10] through 400 [15] | 39 |

Note:

2. This column refers to sound path distance; not material thickness.



REPORTE DE ULTRASONIDO SAUT

IDENTIFICACION

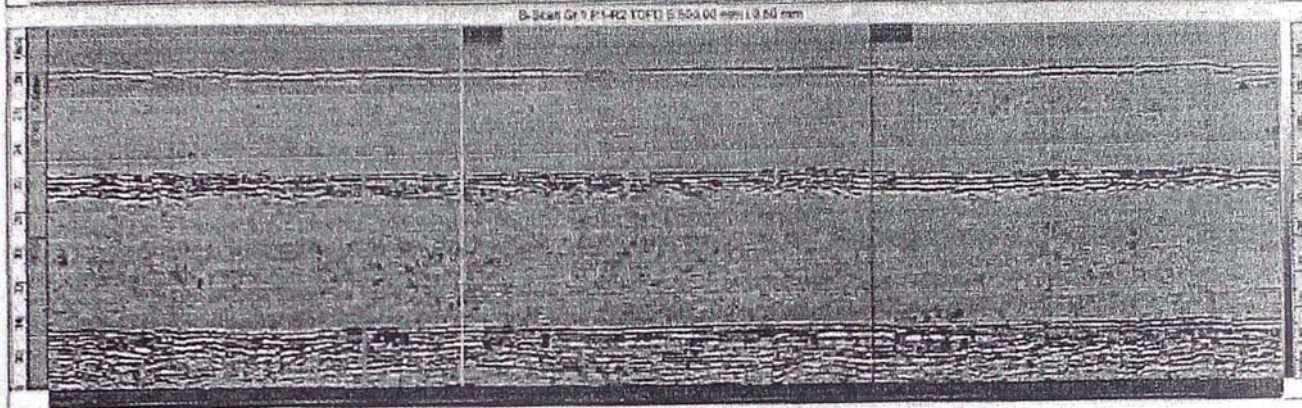
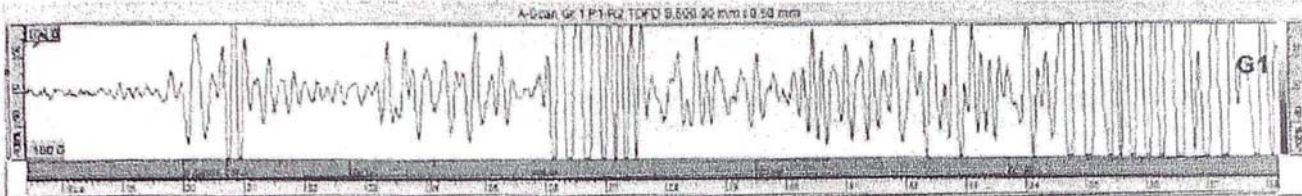
INFORME N° 001-08-13
 Revisión 0
 FECHA 19/05/2013
 PAGINA 2 DE 2

OBRA: FABRICACION Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA

CLIENTE:
 CEMPROTECH

SUBCONTRATISTA
 TESTING SERVICE GROUP S.A.C

REGISTRO DEL ENSAYO



TESTING SERVICE GROUP

CEMPROTECH

CLIENTE

(Handwritten signature)
 ANGEL ROJAS BALBIN
 INGENIERO EN METALURGIA
 ASISTENTE A
 TESTING SERVICE GROUP S.A.C

FECHA

19/05/13

FECHA

FECHA



REPORTE DE ULTRASONIDO SAUT

IDENTIFICACION

INFORME N° 002-08-13
 Revisión 0
 FECHA 19/08/2013
 PAGINA 2 DE 2

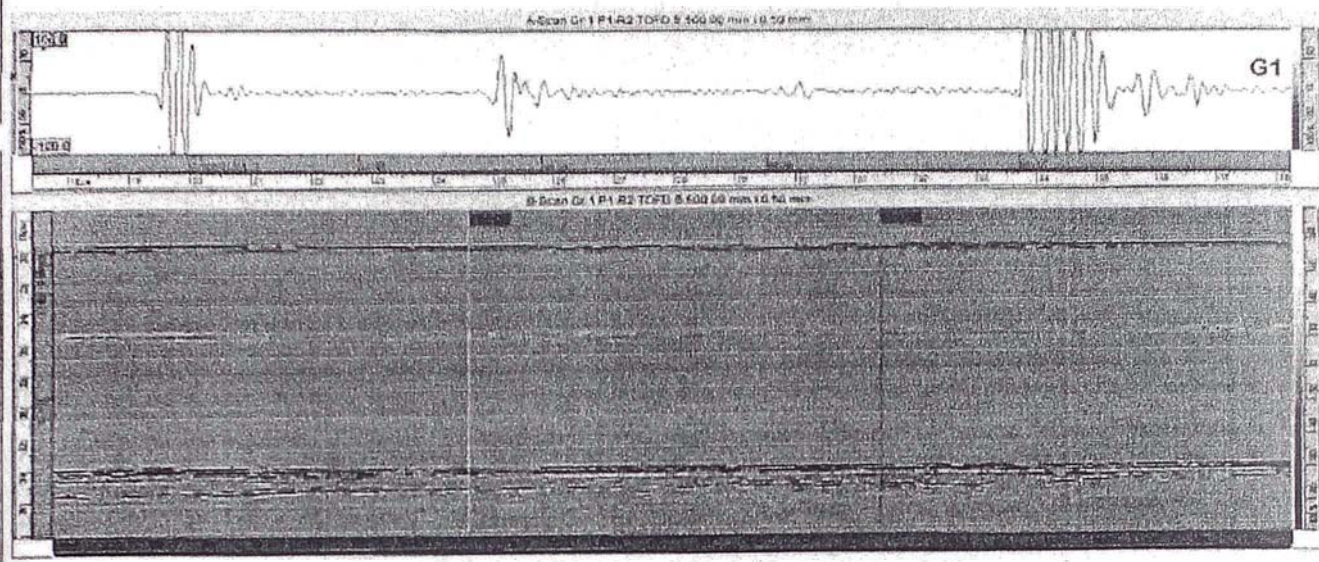
OBRA: FABRICACION Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA

CLIENTE: GEMPROTECH

SUBCONTRATISTA: TESTING SERVICE GROUP S A C

REGISTRO DEL ENSAYO

JUNTA L1



TESTING SERVICE GROUP

GEMPROTECH

CLIENTE

ANGEL ROJAS BALBIN
 NIVEL II Y T. R. P. M. T. U. T.
 A. S. T. I. S. N. I. T. C. A.
 TESTING SERVICE GROUP S. A. C.

FECHA 19/08/13

FECHA

FECHA



REPORTE DE ULTRASONIDO SAUT

IDENTIFICACION

INFORME N° 003-G8-13

Revisión 0

FECHA 19/08/2013

PAGINA 2 DE 3

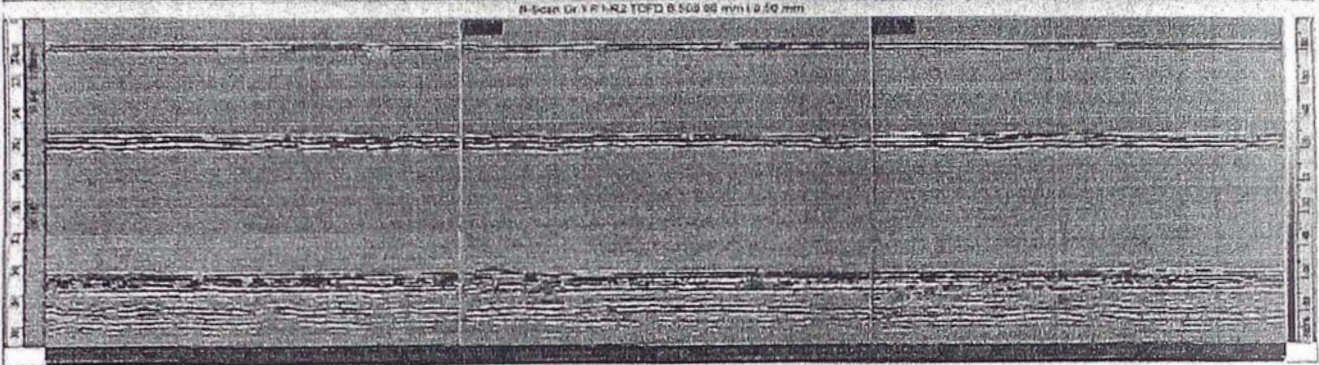
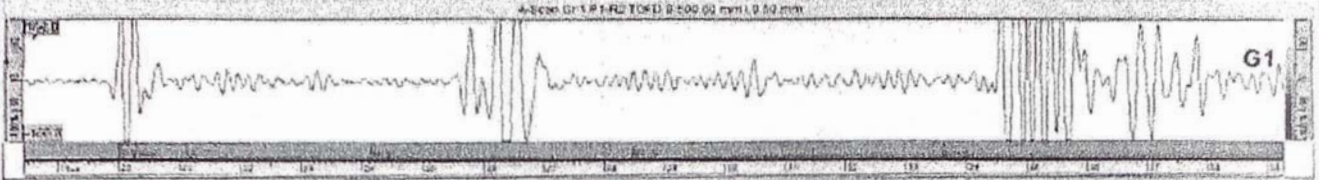
OBRA: FABRICACION Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA

CLIENTE: CEMPROTECH

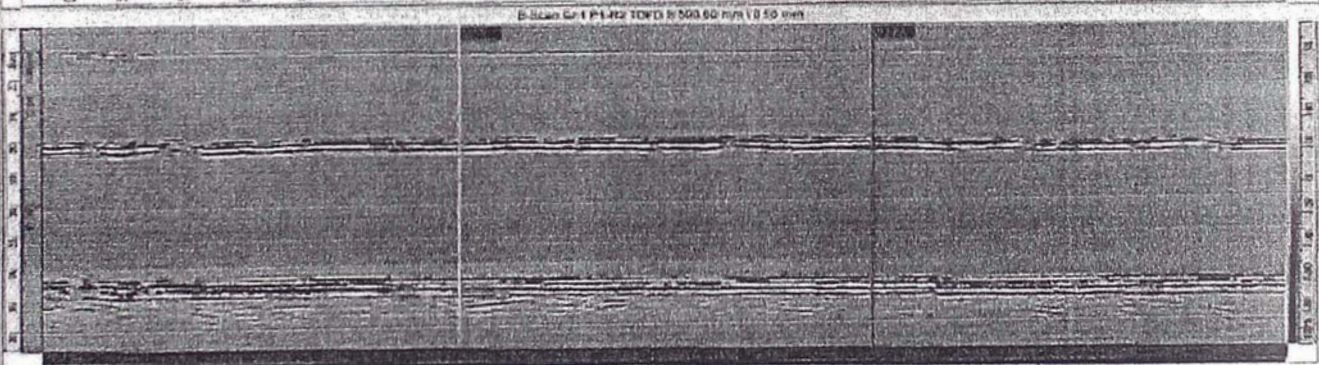
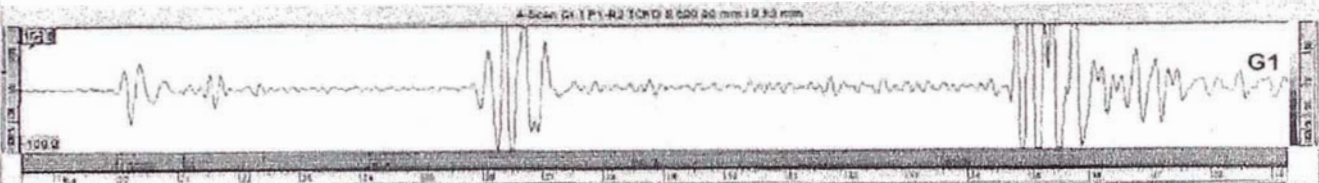
SUBCONTRATISTA: TESTING SERVICE GROUP S A C

REGISTRO DEL ENSAYO

JUNTA L4



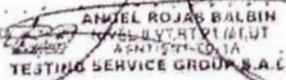
JUNTA L5



TESTING SERVICE GROUP

CEMPROTECH

CLIENTE


 ANGEL ROJAS BALBIN
 INGENIERO EN METALURGIA
 ASISTENTE TECNICO
 TESTING SERVICE GROUP S.A.C.

FECHA: 19/08/13

FECHA

FECHA



REPORTE DE ULTRASONIDO SAUT

IDENTIFICACION

INFORME N° 003-06-13
 Revisión 0
 FECHA 19/06/2013
 PAGINA 3 DE 3

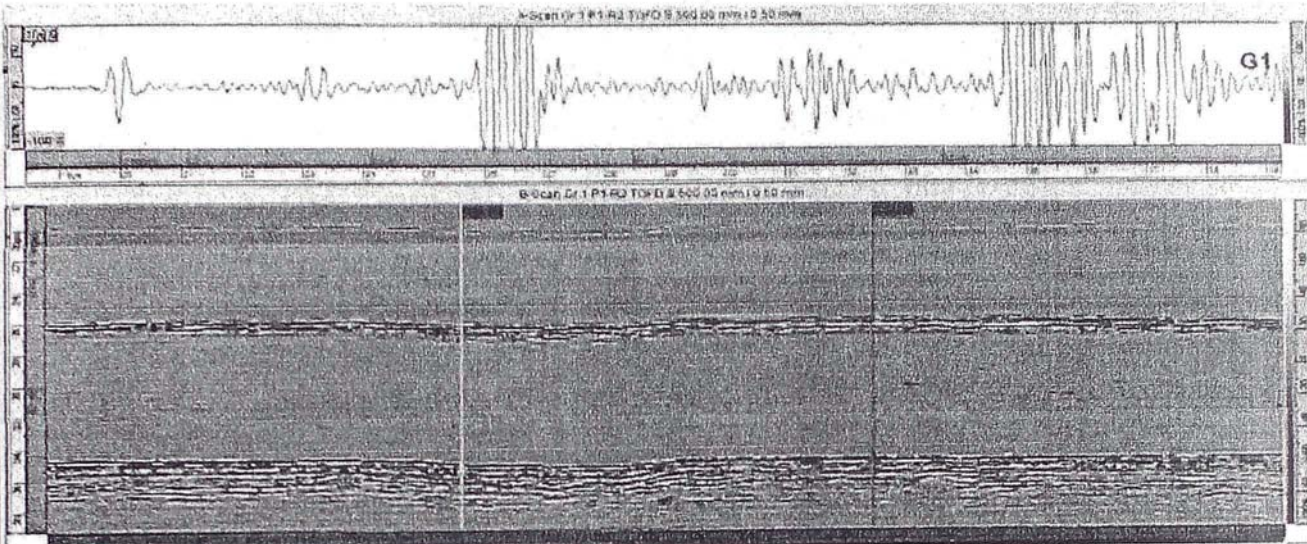
OBRA: FABRICACION Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA

CLIENTE:
 GEMPROTECH

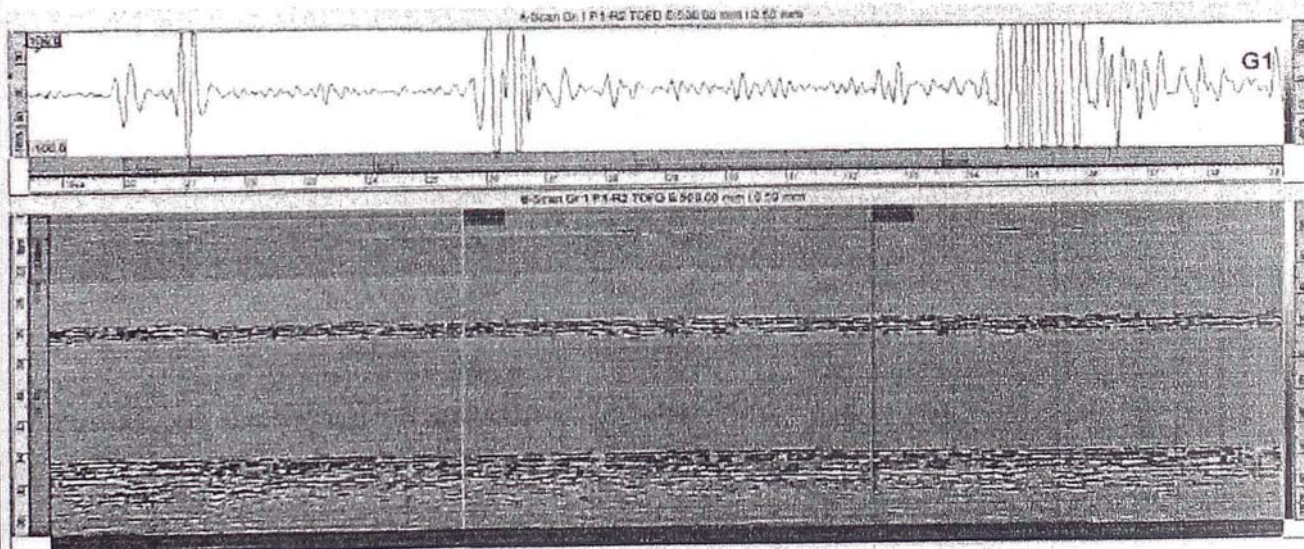
SUBCONTRATISTA
 TESTING SERVICE GROUP S.A.C

REGISTRO DEL ENSAYO

JUNTA C1



JUNTA C3



TESTING SERVICE GROUP

GEMPROTECH

CLIENTE

~~ANGEL ROJAS BELLAINE
 INGENIERO EN PUENTES
 ASISTENTE N. 12
 TESTING SERVICE GROUP S.A.C~~

FECHA 19/06/13

FECHA

FECHA



REPORTE DE ULTRASONIDO SAUT

IDENTIFICACION

INFORME N° 004-06-13

Revisión 0

FECHA 19/08/2013

PAGINA 2 DE 2

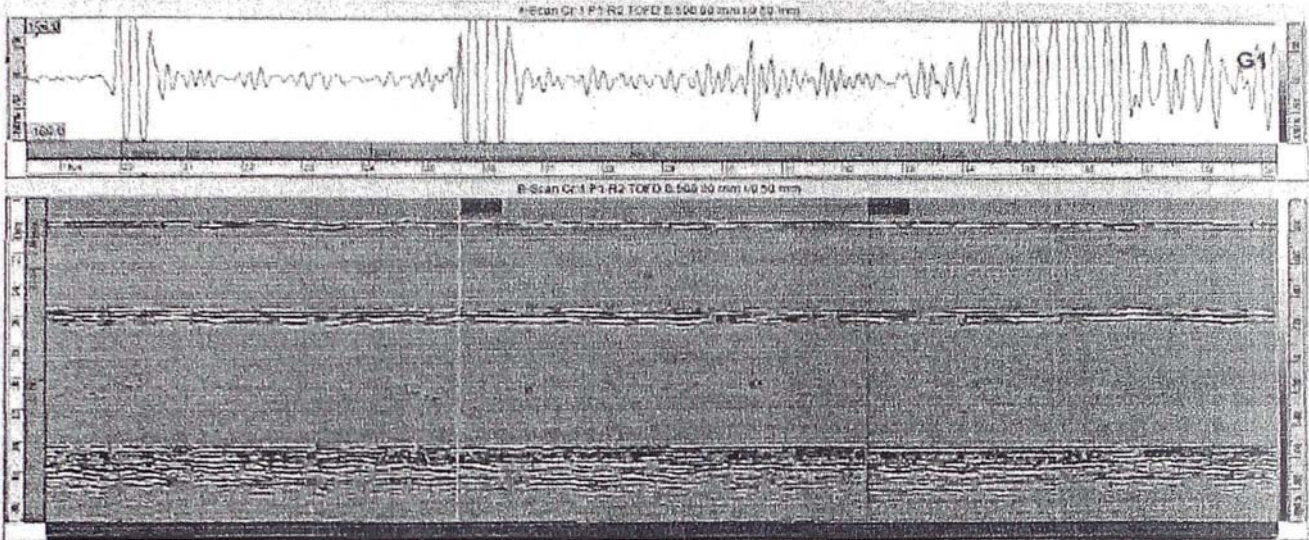
OBRA: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA

CLIENTE:
CEMPROTECH

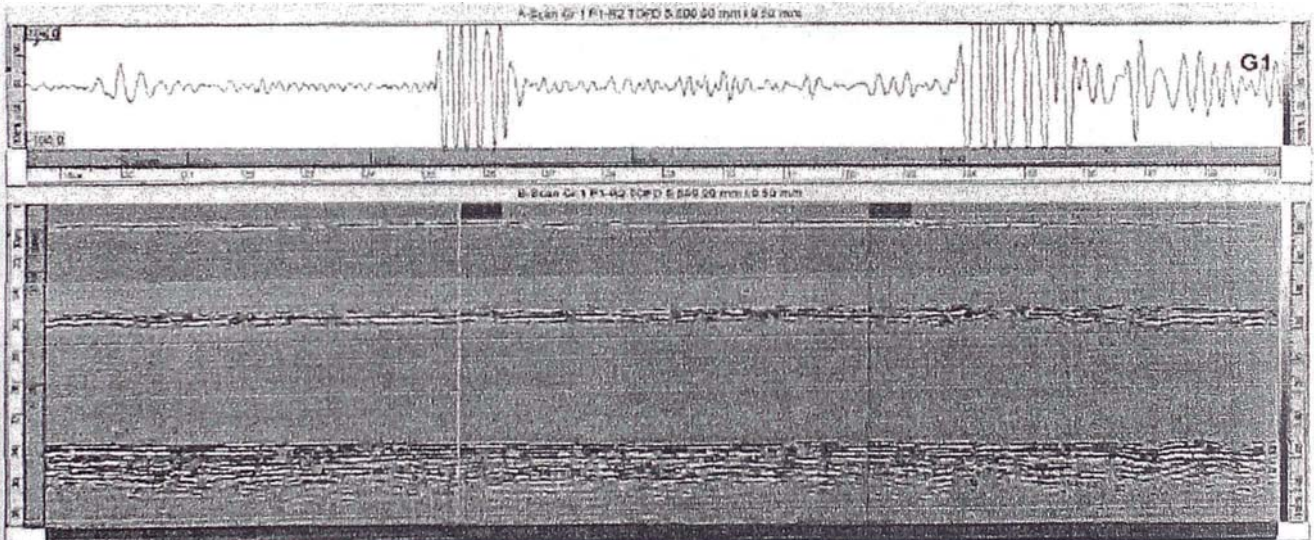
SUBCONTRATISTA
TESTING SERVICE GROUP S.A.C

REGISTRO DEL ENSAYO

JUNTA L3



JUNTA JU1



TESTING SERVICE GROUP

CEMPROTECH

CLIENTE


 ANGELINO JARA BALBIN
 NIVEL INYENTOR DE M.LUT
 AGENT-TC SA
 TESTING SERVICE GROUP S.A.C

FECHA

19/08/13

FECHA

FECHA



REPORTE DE ULTRASONIDO SAUT

IDENTIFICACION

INFORME N° 005-08-13
 Revision 0
 FECHA 20/08/2013
 PAGINA 2 DE 2

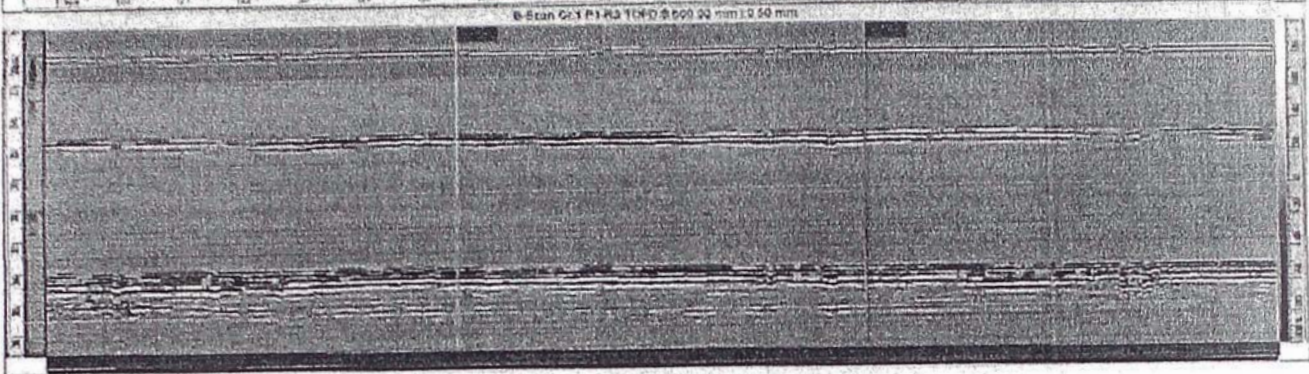
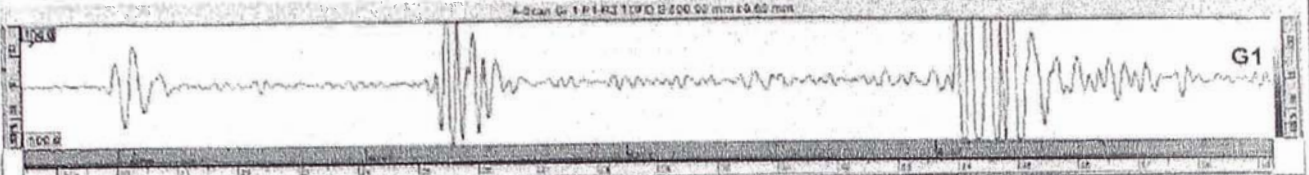
OBRA: FABRICACION Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA

CLIENTE:
 CEMPROTECH

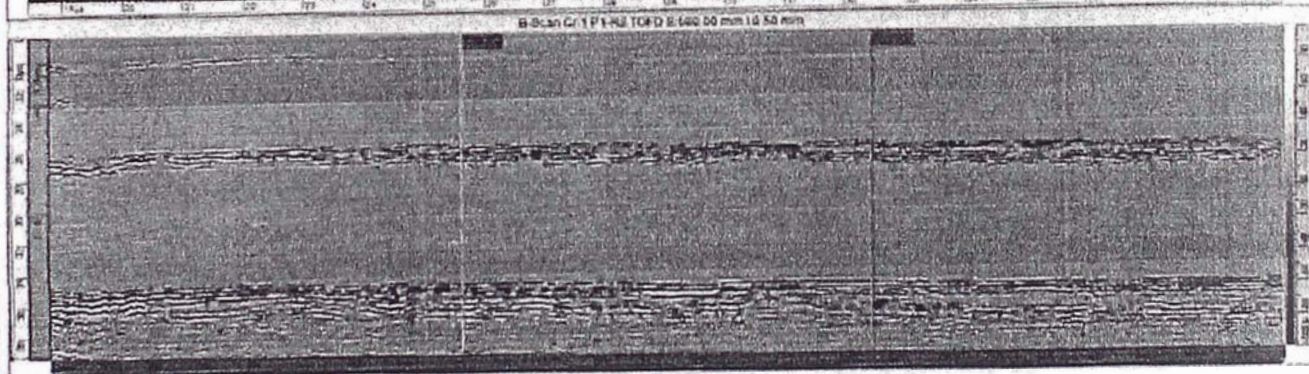
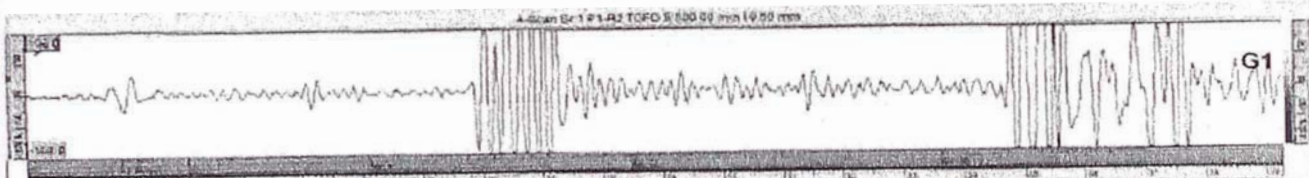
SUBCONTRATISTA
 TESTING SERVICE GROUP S A C

REGISTRO DEL ENSAYO

JUNTA L2



JUNTA JC3



TESTING SERVICE GROUP

CEMPROTECH

CLIENTE

(Signature)
 ANGEL ROJAS BALBIN
 NIVEL II TECNICO SENIOR
 ASISTENTE TECNICO
 TESTING SERVICE GROUP S.A.C.

FECHA

20/08/13

FECHA

FECHA



REPORTE DE ULTRASONIDO SAUT

IDENTIFICACION

INFORME N° 006-08-13

Revision: 0

FECHA 20/06/2013

PAGINA 2 DE 4

OBRA: FABRICACION Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE
PIURA

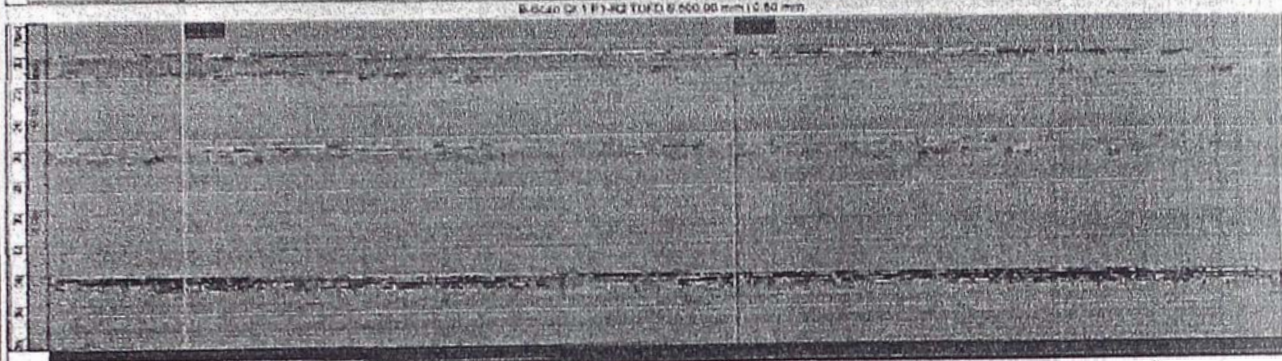
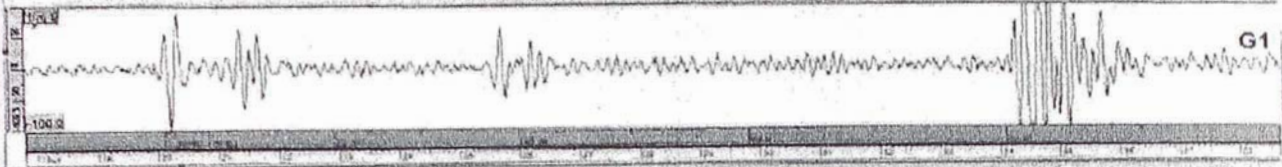
CLIENTE:
GEMPROTECH

SUBCONTRATISTA
TESTING SERVICE GROUP S.A.C

REGISTRO DEL ENSAYO

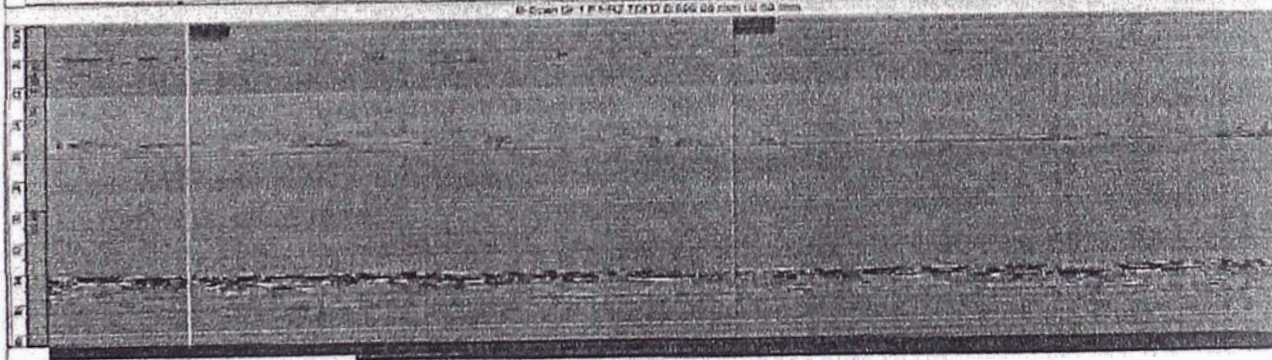
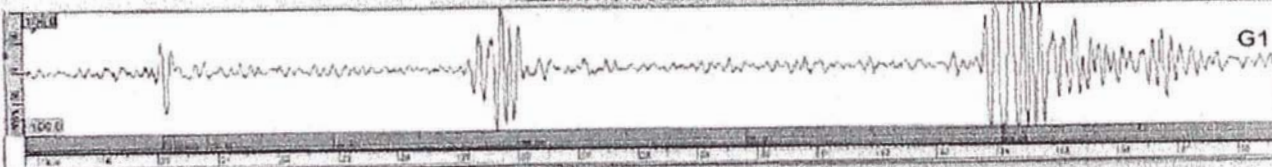
JUNTA L4

A-Scan Gr 1 F1-R2 TDFD 8.500 00 mm 10.00 mm



JUNTA L5

A-Scan Gr 1 F1-R2 TDFD 8.500 00 mm 10.00 mm



TESTING SERVICE GROUP

GEMPROTECH

CLIENTE



FECHA 20/06/13

FECHA

FECHA



REPORTE DE ULTRASONIDO SAUT

IDENTIFICACION
 INFORME N° 008-08-13
 Revision 0
 FECHA 20/08/2013
 PAGINA 3 DE 4

OBRA: FABRICACION Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA

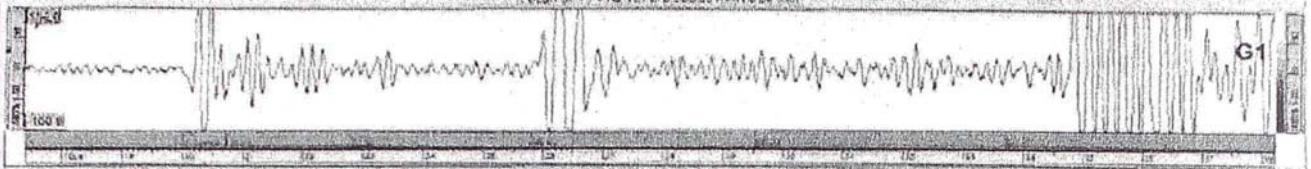
CLIENTE:
CEMPROTECH

SUBCONTRATISTA
TESTING SERVICE GROUP S.A.C

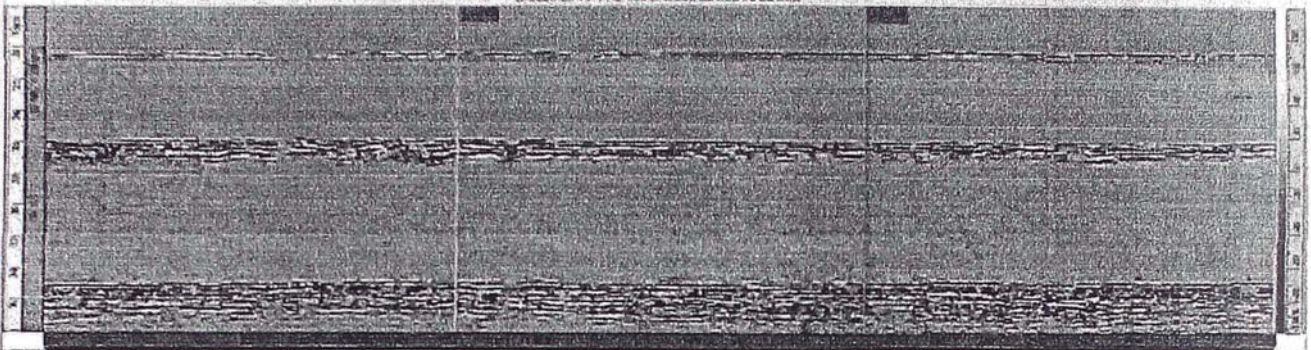
REGISTRO DEL ENSAYO

JUNTA C3

A-Scan Gr 1 P1-HZ (CFD) 0.500 00 mm 10.00 mm

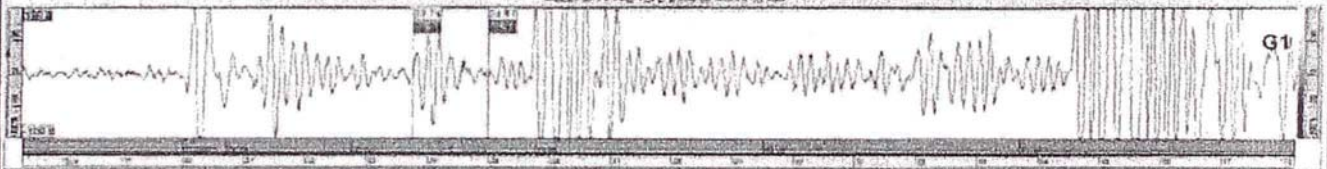


B-Scan Gr 1 P1-HZ (CFD) 0.500 00 mm 10.00 mm

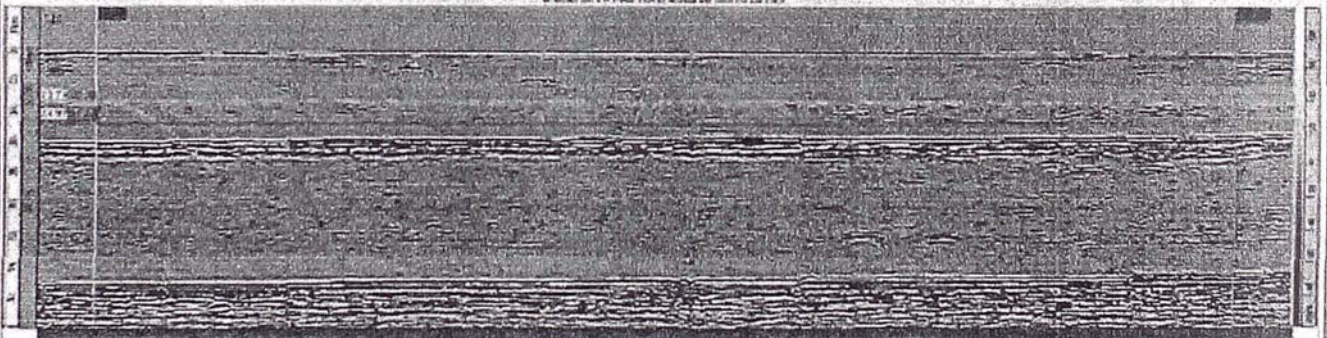


JUNTA U5

A-Scan Gr 1 P1-HZ (CFD) 0.500 00 mm 10.00 mm



B-Scan Gr 1 P1-HZ (CFD) 0.500 00 mm 10.00 mm



TESTING SERVICE GROUP

CEMPROTECH

CLIENTE

(Signature)
ANGEL ROJAS BALBIN
 NIVEL II VTR. PT. UT
 ASISTENTE TC-1A
 TESTING SERVICE GROUP S.A.C.

FECHA

20/08/13

FECHA

FECHA



REPORTE DE ULTRASONIDO SAUT

IDENTIFICACION

INFORME N° 006-08-13

Revisión 0

FECHA 20/08/2013

PAGINA 4 DE 4

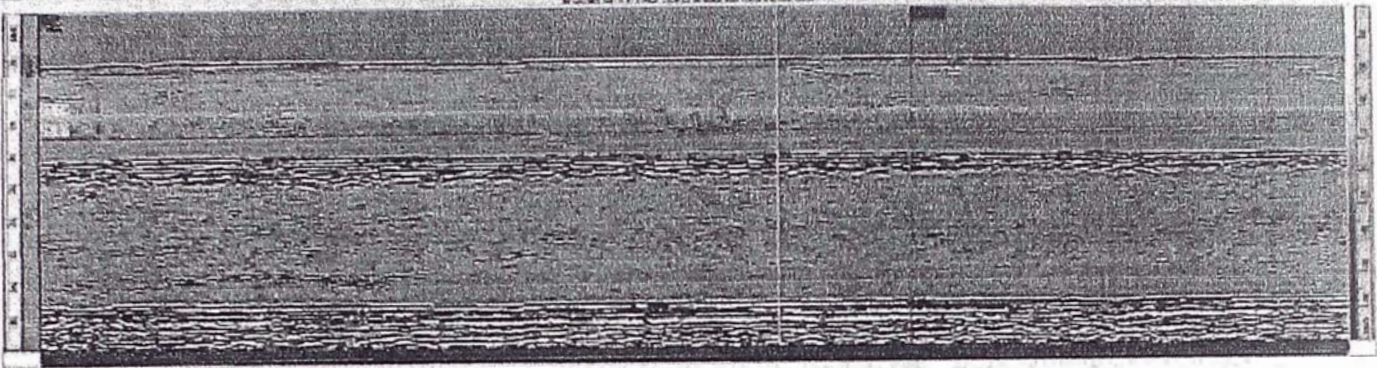
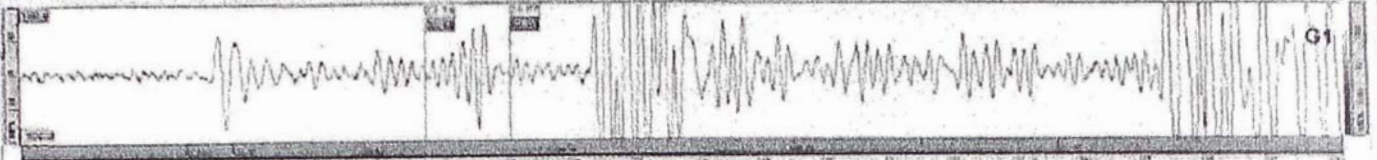
OBRA: FABRICACION Y MONTAJE DE PUENTE SAN MIGUEL DE PIURA

CLIENTE:
CEMPROTECH

SUBCONTRATISTA
TESTING SERVICE GROUP S A C

REGISTRO DEL ENSAYO

JUNTA US



TESTING SERVICE GROUP

CEMPROTECH

CLIENTE



FECHA: 20/08/13

FECHA

FECHA