

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**AMPLIACION DE UNA FABRICA DE GRASAS
COMESTIBLES DE 28.8 TON/DIA DE CAPACIDAD**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

CRISTIAN ALFONSO ILLESCAS VENTURA

PROMOCION 2003-I

LIMA-PERU

2010

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-------------|
| PROLOGO | 1 |
| CAPITULO I: INTRODUCCION | |
| 1.1 Antecedentes. | 3 |
| 1.2 Objetivo. | 4 |
| 1.3 Justificación. | 4 |
| 1.4 Alcances. | 4 |
| 1.5 Limitaciones. | 5 |
| CAPITULO II: MARCO TEORICO | |
| 2.1 Las Mantecas y Margarinas Industriales | 6 |
| 2.1.1 Demanda de Mantecas y Margarinas Industriales..... | 6 |
| 2.1.2 Grasas Industriales..... | 7 |
| 2.1.3 Descripción del Proceso para Elaboración de Mantecas y Margarinas..... | 8 |
| 2.1.4 BPM y HACCP..... | 35 |
| 2.1.5 Materiales Usados en las Instalaciones..... | 36 |
| 2.2 Descripción Técnica del Proyecto | 42 |
| 2.2.1 Alcances detallados del Proyecto..... | 42 |
| 2.2.2 Participantes del Proyecto..... | 46 |
| 2.2.3 Restricciones del Proyecto..... | 46 |
| 2.2.4 Suministro a cargo del Contratista..... | 48 |
| 2.2.5 Suministro a cargo del Cliente..... | 48 |

CAPITULO III: DESARROLLO DE LA OBRA

| | | |
|------------|---|----|
| 3.1 | Planificación | 50 |
| 3.1.1 | Actividades Preliminares..... | 50 |
| 3.1.2 | Organigrama del Proyecto..... | 51 |
| 3.1.3 | Cronograma del Proyecto..... | 51 |
| 3.2 | Plan de Ejecución | 52 |
| 3.2.1 | Instalaciones Provisionales..... | 52 |
| 3.2.2 | Ingeniería de Detalle Complementaria en Obra..... | 53 |
| 3.2.3 | Trabajos de Taller y Fabricación de Spools de Tuberías..... | 54 |
| 3.2.4 | Soldadura de Tuberías..... | 55 |
| 3.2.5 | Pulido de Tuberías de Proceso..... | 56 |
| 3.2.6 | Montaje de Tuberías..... | 57 |
| 3.2.7 | Alineamiento y Ajuste..... | 57 |
| 3.2.8 | Prueba Hidráulica de Resistencia y Hermeticidad..... | 58 |
| 3.2.9 | Mano de Obra y Equipos..... | 59 |
| 3.3 | Plan de Control de Obra | 62 |
| 3.3.1 | Técnica del Valor Ganado (EVT)..... | 63 |
| 3.4 | Plan de Gestión de la Calidad | 65 |
| 3.4.1 | Generalidades..... | 65 |
| 3.4.2 | Conceptos..... | 67 |
| 3.4.3 | Identificación de Procesos..... | 70 |
| 3.4.4 | Estructura de Documentación..... | 71 |
| 3.4.5 | Recursos Humanos..... | 74 |

| | | |
|------------|---|----|
| 3.5 | Plan de Prevención de Riesgos y Medio ambiente | 75 |
| 3.5.1 | Política de Prevención de Riesgos..... | 75 |
| 3.5.2 | Personal de Prevención de Riesgos..... | 77 |
| 3.5.3 | Comité de Prevención de Riesgos..... | 78 |
| 3.5.4 | Política Ambiental y Estudio de Impacto Ambiental | 78 |

CAPITULO IV: RESULTADOS

| | | |
|------------|---|----|
| 4.1 | Conceptos Básicos | 80 |
| 4.1.1 | Materiales..... | 80 |
| 4.1.2 | Mano de Obra..... | 80 |
| 4.1.3 | Supervisión..... | 81 |
| 4.1.4 | Equipos..... | 81 |
| 4.1.5 | Sub-Contratos..... | 81 |
| 4.1.6 | Gastos Generales..... | 82 |
| 4.2 | Costos de la Obra | 82 |
| 4.3 | Resultados de lo presupuestado vs lo ejecutado | 83 |
| 4.4 | Resultados de Capacidad de Producción | 83 |

CONCLUSIONES..... 84

BIBLIOGRAFÍA..... 86

PLANOS.

APÉNDICES:

Apéndice A: Diagrama de Flujo del Proceso de las Grasas Comestibles.

Apéndice B: Cronograma de Obra.

Apéndice C: Cuadros de Control de Obra (EVT) y Curvas “S”.

Apéndice D: Procedimientos de Soldadura Usados.

Apéndice E: Procedimientos de Trabajo Seguro para Tareas Críticas.

PROLOGO

El presente informe versará acerca de la ejecución del proyecto Ampliación de la Planta Mantecas y Margarinas, llevado a cabo en las instalaciones de la empresa Alicorp S.A.A., en el Callao; enfocándonos en la partida de ejecución del montaje mecánico de tuberías y equipos, en el cual se abarcaran los capítulos de la siguiente manera:

Capítulo I: Comprende la introducción donde se describirá los antecedentes, objetivo, justificación, alcances y limitaciones del presente informe.

Capítulo II: Comprende el marco teórico acerca del mercado de las Mantecas y margarinas industriales, resumen de sus procesos de elaboración, equipos empleados y materiales instalados. Como segundo punto en este capítulo, se resumirá la descripción técnica del proyecto, alcances de los trabajos referidos al montaje de tuberías y equipos mecánicos, así como también las consideraciones y el presupuesto de obra para esta parte del proyecto.

Capítulo III: Abarca la descripción del desarrollo del proyecto en cuanto a la Planificación, Plan de Ejecución, Plan de Control de Obra, Plan de gestión de la Calidad y el Plan de Prevención de Riesgos y Medio ambiente, de las tareas de la partida de montaje de tuberías y equipos.

Capítulo IV: Comprende los conceptos básicos de Costos, Cuadro de costos incurridos en la obra, resultados entre los Costos Presupuestados vs. los Costos Ejecutados y los resultados de la capacidad de producción, con la nueva configuración de la planta funcionando después del proyecto de ampliación culminado.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Para el desarrollo del presente proyecto de Ampliación de Capacidad de la Planta de mantecas y Margarinas Industriales, en la partida de montaje mecánico, a solicitud de la empresa Alicorp S.A.A., requirió contratar los servicios de:

- **Habilitación e Instalación de redes de tubería en acero al carbono, galvanizada y acero inoxidable, según se detalla y especifica en los alcances.**
- **Instalación de equipos nuevos provisión del Cliente tal como bombas, tanques, cristalizadores, intercambiadores y módulos pre-ensamblados.**
- **Reubicación de equipos provisión del Cliente tal como bombas, tanques, cristalizadores, intercambiadores y módulos pre-ensamblados.**
- **Desmontaje, inventariado y embalado de equipos provisión del Cliente tal como bombas, tanques, cristalizadores, intercambiadores y módulos pre-ensamblados.**
- **Fabricación e instalación de elementos auxiliares.**

1.2 OBJETIVO

El presente informe tiene por objetivo describir el desarrollo de la ejecución del proyecto de montaje mecánico de tuberías y equipos para la ampliación de la capacidad de producción de una planta de grasas comestibles (mantecas y margarinas) de la fábrica de alimentos Alicorp S.A.A., que se llevo a cabo por la empresa contratista Geproin S.A.C., de la cual forme parte ocupando el cargo de Residente de Obra.

La capacidad de producción de dicha planta antes del proyecto en referencia era de 28.8 Ton/día y obteniendo como resultado después del proyecto de ampliación una capacidad de 67.2 Ton/día.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Ampliar la capacidad instalada de la planta de mantecas y margarinas industriales de una fábrica de alimentos debido a la creciente demanda del mercado para la compra de estos productos elaborados en el rubro de industrias alimentarias.

1.4 ALCANCES

El presente informe considera los siguientes trabajos como desarrollo de la obra:

- Habilitación e instalación de 08 líneas de tuberías de acero al carbono y galvanizado para líneas de servicios tal como vapor, condensa, agua blanda, agua de torre, agua cruda, amoníaco, aire comprimido y nitrógeno.

- Habilitación e instalación de 20 líneas de tuberías inoxidables OD grado sanitario y SCH-10 grado 304 para líneas de producto tal como grasa, ingredientes grasos, leche, salmuera, agua microfiltrada, margarina emulsión y línea CIP.
- Habilitación e instalación de 05 líneas de tuberías enchaquetadas inoxidables OD grado sanitario y SCH-10 grado 304 para líneas de margarina cristalizada y reproceso.
- Instalación de 07 equipos nuevos provisión del cliente.
- Reubicación de 08 equipos existentes provisión del cliente.
- Desmontaje, inventariado y embalado de 03 equipos y tuberías de conexión de equipos provisión del cliente.
- Fabricación e instalación de los siguientes elementos:

Soportería en general para las tuberías y equipos instalados que lo requieran.

01 Plataforma de acceso para los módulos de Tanques de Preparación de Emulsión.

01 Serpentín de calentamiento para el Tanque Fundidor N°1 de 1000 Litros.

1.5 LIMITACIONES

El presente informe de suficiencia solo contempla el desarrollo de la ejecución mecánica del montaje de las tuberías y equipos, así como las pruebas hidrostáticas respectivas, no incluyen trabajos de obra civil, instalaciones eléctricas, automatización, pintura ni aislamiento térmico. Tampoco se contempla la puesta en marcha del conjunto instalado en el presente proyecto.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 LAS MANTECAS Y MARGARINAS INDUSTRIALES

Esta industria elabora una amplia gama de productos como margarina, manteca o mantequilla, shortening y untables. Las materias primas para estos productos derivan de cualquier fuente animal, vegetal o marina; como por ejemplo, soya, palma, canola, girasol, cerdo o sebo. La elección de materias primas depende de la legislación local, de factores económicos, de la calidad y funcionalidad y de cuestiones determinantes del mercado.

2.1.1. Demanda de Mantecas y Margarinas Industriales

El mercado de margarinas domésticas se estima en 16,140 toneladas anuales. Las margarinas domésticas se subdividen en dos segmentos: envasado y graneles, siendo más importante el primero pues concentra el 88% a diciembre de 2008.

Alicorp se constituye como líder absoluto de la categoría con el 58.6% de participación de mercado al mes de diciembre de 2008, repartidos entre Manty y Sello de Oro. Sus ventas superaron las del

La marca Manty se establece como la nueva líder del mercado, a 2 años de su relanzamiento, gracias a la gran acogida de su presentación en pote, dirigido principalmente a los NSE bajos. “Sello de Oro” se consolida como la segunda marca en la categoría.

Los principales competidores de la sociedad en esta categoría son: Unilever Andina Perú S.A. (Ex Industrias Pacocha S.A.) con sus marcas La Danesa, Dorina y Astra; Laive S.A. con sus marcas La Preferida y Swis Laive, y otras marcas importadas.

Las ventas de Aceites y margarinas domesticas representaron en su conjunto el 18.6% de las ventas totales de la compañía al 30 de junio de 2009.

2.1.2. Grasas Industriales

El mercado de grasas industriales en el Perú se estima en 68,150 toneladas anuales, donde la sociedad es líder con una participación de 45.6% a septiembre del 2008. Este mercado está dividido en dos grandes categorías:

- a) Mantecas que representan el 91% de este mercado y está dividido en dos grandes segmentos, el panadero y el industrial. Las marcas del portafolio de mantecas son Nieve (marca utilizada únicamente en el segmento Industrial), Famosa, Gordito, Espiga de Oro y Panisuave, (marcas comercializadas en el segmento de la panificación). En esta categoría Alicorp mantiene el liderazgo de la categoría con un participación de 48.5% a abril de 2009.

El principal competidor en esta categoría es Palmas del Espino con marcas en el segmento industrial y panadero, Alpamayo y productos importados de Ecuador y Colombia.

- b) Margarinas Industriales que representan el 9% de este mercado, donde la sociedad comercializa las marcas Primavera (Premium y especialista en pastelería) y Regia (especial para pastelería comercial). En esta categoría Alicorp mantiene el liderazgo con 61.3% a abril de 2009.

Al 30 de junio de 2009, los ingresos por mantecas y margarinas industriales representaron el 3.1% de las ventas totales de la compañía.

2.1.3. Descripción del Proceso para la Elaboración de Mantecas y Margarinas

2.1.3.1. Área – Mantecas

En la planta de mantecas se producen las mantecas con las grasas producidos por refinería en las variadas marcas y presentaciones existentes. Entre las marcas que se tiene están Famosa, Gordito, Nieve, Galletera; y entre las presentaciones que se tiene están las cajas de 10 kilos, 14 kilos, 15 kilos, 16 kilos, 17 kilos y baldes de 10 kilos.

El abastecimiento de grasa de parte de refinería se da a través de seis tanques denominados como tanques “G”, que van del 1 al 6 cada uno con una capacidad de 30 toneladas. Estas grasas requieren de ingredientes adicionales, acondicionamiento con nitrógeno y proceso de cristalización. Los tanques G cuentan con

sistema de blanqueting y chaquetas de acondicionamiento térmico, además de sistema de agitación por nitrógeno.

Se debe tener algunas consideraciones antes de la producción de mantecas con grasas descargadas por refinerías a los tanques G. Una vez culminada la descarga de la grasa, debe llevarse una muestra al laboratorio de refinería para que hagan las pruebas respectivas, que son: acidez, color, peróxido, contenido de grasa sólida, sabor y filtro. Realizadas estas pruebas recién podrá iniciarse el envasado de la manteca.

Formulación

La formulación consiste en la carga de la grasa junto con los ingredientes. Los ingredientes lo componen principalmente emulsificantes y aromas. Los equipos de los que se dispone para el proceso de formulación son los siguientes: dos tanques de formulación de grasas para envasado en cajas y baldes, un tanque de formulación de grasas para despacho de cisterna, un tanque de preparación de ingredientes para envasado en cajas y baldes.

La formulación de grasas para envasado en cajas y baldes consiste en la transferencia de la grasa de los tanques G a dos tanques llamados TGD – 1 y/o 2, cada uno de 10 toneladas de capacidad, con sistema de agitación por paletas y chaqueta de acondicionamiento térmico. Una vez hecha la transferencia de la grasa, se carga aproximadamente 200 kilos de grasa al tanque P, se eleva la temperatura hasta 85°C y se procede a diluir los ingredientes dejando en agitación por un espacio de 10 minutos.

Culminada la operación se transfiere los 200 kilos de grasa con los ingredientes a los tanques TGD, dejándose la grasa igualmente en agitación por un espacio de 10 minutos, con esto la grasa para envasado en cajas y baldes queda formulada.

La formulación de grasas para despacho de cisterna consiste en la transferencia de la grasa de los tanques G a un tanque intermedio llamado "I", de 10 toneladas de capacidad, con sistema de agitación por paletas y chaqueta de acondicionamiento térmico. Una vez hecha la transferencia de la grasa, se procede a añadir manualmente y sobre el mismo tanque "I" los ingredientes que lleva de acuerdo a formulación, luego se agita mediante nitrógeno por un espacio de 10 minutos.

Proceso y Operación

Una vez formulada la grasa para envasado en cajas y baldes, ésta es transferida por medio de una bomba de alta presión de los tanques TGD – 1 y/o 2 al equipo de cristalización Kombinator, para este fin se cuenta con un sistema de sparguim que introduce nitrógeno en la grasa, confiriendo características en la textura y densidad de la manteca. La cantidad de nitrógeno añadido en la manteca es controlado mediante un rotámetro, el cual indica los litros por minuto de nitrógeno añadido a la manteca. La grasa se mezcla con el nitrógeno y llega a la primera unidad de enfriamiento, donde se baja su temperatura alrededor de 20°C, para luego pasar a la segunda unidad de enfriamiento, donde otra vez baja su temperatura en 10 °C más, de allí la grasa pasa al pre-cristalizador

donde por efecto de la agitación recupera aproximadamente 6°C. Con esta secuencia de enfriamiento y batido se consigue que los cristales en formación sean los más adecuados para la manteca a envasar, que corresponden principalmente a cristales en la forma Beta. Luego de la formación de cristales en el equipo Kombinator la manteca fluye a las balanzas de dosificación pasando previamente por un texturizador de válvulas de estrangulamiento, que tiene por función conferir a la manteca características de cremosidad y brillo. Los controles que lleva el operador de la línea están referidos a la densidad de la manteca, temperaturas en los tanques de abastecimiento, temperatura en las unidades de enfriamiento y envasado, pesos obtenidos y tiempos de dosificación, los cuales varían de acuerdo al tipo de manteca a envasar.

Maquinaria y Equipos

Entre los principales equipos para la elaboración de mantecas se tiene: el cristalizador Kombinator, la estación de llenado Fralib, la selladora de bolsas, la encintadora de cajas y el tanque fundidor. Adicionalmente a estos están los dos tanques TGD, el tanque de preparación de ingredientes P y el tanque intermedio I; a los cuales ya se hizo referencia líneas arriba.

El **cristalizador Kombinator** consta de dos unidades de enfriamiento y un pre-cristalizador. Las unidades de enfriamiento consisten en intercambiadores de calor de superficie rascada, el sistema de enfriamiento es a base de amoníaco, conectado al

sistema general de enfriamiento de la planta de margarinas, que tiene por compresores a los equipos Frick 1, 2 y 3; y como condensador a la torre de enfriamiento. Cada unidad de enfriamiento tiene de manera independiente su línea de descarga y succión, su flotador de nivel de amoniaco y sus válvulas solenoides de regulación automática.



Fig. 2.1 Kombinator 250S-2A

La **estación de llenado Fralib** es la que llena cajas y baldes de 10 a 17 kilogramos, está compuesta por dos picos de llenado activados cada uno por un pistón regulador de flujo y una balanza electrónica con dos estaciones de pesaje para el control de peso. Cada balanza trabaja sobre la válvula reguladora de flujo regulando el llenado grueso y fino para un peso de seteo, así aseguran una

gran precisión en el llenado de cajas y baldes. La capacidad de llenado para cajas de 10 kilogramos es de 375 cajas por hora y la capacidad de llenado para cajas de 14, 15 y 17 kilogramos es de 285 cajas por hora, respectivamente. La capacidad de llenado para baldes de 16 kilogramos es de 271 baldes por hora.



Fig. 2.2 Estación de Llenado Fralib

2.1.3.2. Área – Margarinas

En la planta de margarinas se producen las margarinas con las grasas producidas por refinería, tanto vegetales como compuestas, en las variadas marcas y presentaciones existentes. Entre las marcas que se tiene están Danesa, Astra, Dorina, Sello de Oro, Manty, Multiusos, Kekera; y entre las presentaciones que se tiene están las barras de 50 gramos, 100 gramos y 225 gramos; potes de

225 gramos y 400 gramos; bloques de 2 kilogramos y cajas y/o baldes de 10 kilogramos.

El abastecimiento de grasa de parte de refinería se da a través de ocho tanques denominados como tanques "M", que van del 1 al 8 cada uno con una capacidad de 30 toneladas. Estas grasas requieren de ingredientes adicionales y proceso de cristalización. Los tanques M cuentan con sistema de blanqueting y chaquetas de acondicionamiento térmico, además de sistema de agitación por nitrógeno.

Se debe tener algunas consideraciones antes de la producción de margarinas con grasas descargadas por refinerías a los tanques M. Una vez culminada la descarga de la grasa, debe llevarse una muestra al laboratorio de refinería para que hagan las pruebas respectivas, que son: acidez, color, peróxido, contenido de grasa sólida, sabor y filtro. Realizadas estas pruebas recién podrá iniciarse el envasado de la manteca.

Preparación de Leche

La preparación de leche se lleva a cabo mediante un tanque de dilución de leche con su respectiva bomba para recirculación y transferencia, un intercambiador de calor y dos tanques de almacenamiento de leche pasteurizada y acidulada equipados con agitadores mecánicos, bombas de recirculación y transferencia. El proceso consiste en cargar el tanque de dilución de leche, conocido como tanque TDL, con agua microfiltrada, se carga leche en polvo en el embudo de succión de leche y se procede a recircular el agua

microfiltrada con la válvula de pase de leche en polvo a fin de diluir esta poco a poco a través del sistema de recirculación. Una vez disuelta la leche se procede a transferir la leche disuelta al tanque 501 y/o 502, se lava el tanque TDL hasta que no quede ningún rastro de leche y se procede a cargar al TDL agua microfiltrada a fin de diluir en ella el ácido cítrico y el sorbato de potasio. En la disolución del ácido cítrico y el sorbato de potasio también se utiliza el sistema de recirculación.

Luego de la descarga de leche disuelta al tanque 501 y/o 502 se continúa con el tratamiento térmico de la leche, que consiste en elevar su temperatura primero hasta 70°C a fin de disolver el emulsionante, para ello se usa agitación continua, luego se eleva la temperatura hasta 73°C manteniéndola a esa temperatura por un intervalo de 13 minutos, posteriormente se baja hasta 40°C culminando así el tratamiento térmico. El proceso de tratamiento térmico se logra mediante un intercambiador de placas con alimentación de vapor para el calentamiento y agua tratada para el enfriamiento. Completado el tratamiento térmico se procede a descargar la dilución de ácido cítrico y sorbato de potasio previamente disuelto en agua en el tanque TDL, este proceso se lleva a cabo en agitación permanente y para asegurar la inocuidad de la leche así como su conservación a lo largo del tiempo. Una buena acidulación se controla mediante el valor de pH de la leche pasteurizada y acidulada, el cual debe estar entre 5.00 y 5.50, siendo el responsable de realizar este análisis el analista del laboratorio de envasamiento. Cualquier corrección al valor del pH

se hará inmediatamente, antes de cualquier descarga de leche y con la comprobación de parte de laboratorio de que el valor del pH ha quedado entre rangos.

Formulación

Las margarinas se preparan con grasa, agua, leche, sal, lecitina, emulsionantes, saborizantes, colorantes y vitaminas. En el proceso de formulación y preparación de la margarina, se tienen los siguientes grupos o pasos previos: preparación de los ingredientes grasos, preparación de los ingredientes acuosos, preparación de los microingredientes y formulación. El uso de emulsionantes es para mantener una dispersión fina de la fase acuosa en la grasa, la lecitina disminuye la posibilidad que se pegue al ser empleada para cocina.

La **preparación de los ingredientes grasos** consiste en la disolución de los emulsionantes y la lecitina en la grasa. Este proceso se lleva a cabo de dos maneras, una para las líneas 1, 2 y 3, que consiste en el acondicionamiento de toda la grasa con los ingredientes grasos en seis tanques de almacenamiento, y otra para las líneas 4 y 5, que consiste en la preparación de ingredientes grasos en los tanques 201 y 202 que se irán jalando carga por carga.

Para el caso de las líneas 1, 2 y 3, que corresponden a las líneas de 50 gramos, 100 gramos Benhill y Potes Trepko, los ingredientes grasos se preparan en los tanques TMG – 1, 2 y 3, y luego se agregan a los tanques TGD en los cuales queda la grasa formulada

con los ingredientes grasos, lista para ser jalada a las balanzas de formulación, balanzas # 1, 2 y 3. Cada tanque TMG trabaja con su par TGD y con la línea correspondiente. La preparación de los ingredientes grasos en los tanques TMG se da de la siguiente forma: primero se carga 250 kilos de grasa del respectivo tanque M, se calienta la grasa hasta una temperatura de 80°C con agitación, se añade los emulsionantes y se continúa en agitación por 5 minutos, luego se enfría la grasa hasta una temperatura de 64°C con agitación, se añade la lecitina y se continúa en agitación por 5 minutos más, finalmente se completa la carga de grasa con 250 kilos más. Completada la preparación de los ingredientes grasos se transfiere el preparado al tanque TMG correspondiente y se sopla la línea con nitrógeno. Los tanques TMG tienen capacidad para 600 kilos cada uno mientras que los tanque TGD son de 5 toneladas de capacidad por tanque.

Para el caso de las líneas 4 y 5, que corresponden a las líneas de 100 gramos Sig, y Granel y Bloques, los ingredientes grasos se preparan en el tanque balanza Toledo, y luego se transfieren a los tanques 201 y 202 para ser dosificados carga por carga en la balanza 107. La preparación de los ingredientes grasos en el tanque balanza Toledo no difiere mucho de la forma como se prepara en los tanques TMG, salvo que la temperatura de calentamiento inicial es de 75°C, se agregan juntos los emulsionantes y la lecitina, y se agita por 10 minutos, luego el preparado se transfiere sin enfriar a los tanques 201 y 202.

La **preparación de los ingredientes acuosos** consiste en la preparación de leche, agua microfiltrada y salmuera principalmente. El proceso de preparación de leche ha sido descrito líneas arriba, el agua microfiltrada se obtiene de la línea de agua cruda, que pasa primero por un filtro de 5 micras, luego por los ablandadores y finalmente por los filtros de 1 micra y 0.2 micras. La salmuera se prepara en el tanque saturador de sal, el cual consta de un sistema de filtración que mantiene la sal en el tanque sin que ésta sea arrastrada por el agua que fluye a través del tanque. El agua que se utiliza para preparar la salmuera es agua microfiltrada. La salmuera proveniente del tanque saturador de sal se acumula en el tanque stock de sal, que es el que alimenta las balanzas de formulación de margarina. La concentración de la salmuera en el tanque stock de sal debe estar entre 25% y 26%.

La **preparación de microingredientes** consiste en el pesado de ingredientes menores tales como aromas, concentrados vitamínicos, betacaroteno, colorantes, saborizantes, los cuales son adicionados junto con los ingredientes grasos (liposolubles) o junto con los ingredientes acuosos (hidrosolubles). Los liposolubles vienen a ser los aromas, saborizantes, colorantes y betacaroteno; mientras que los hidrosolubles vienen a ser los concentrados vitamínicos.

La **formulación** consiste en el dosificado de los ingredientes grasos, los ingredientes acuosos y los microingredientes, todos a un tanque balanza de formulación. Para este fin existen cuatro tanques balanzas, tres de ellos trabajan con las líneas 1, 2 y 3; son

de 5.60 toneladas de capacidad cada uno y tiene chaqueta de acondicionamiento térmico y sistema de agitación mecánico. La cuarta balanza corresponde a la balanza 107 que trabaja con las líneas 4 y 5, teniendo también chaqueta de acondicionamiento térmico y sistema de agitación mecánico. Existen dos sistemas automáticos que controlan la formulación, uno de ellos es el sistema SCADA que trabaja con las líneas 1, 2 y 3; y el otro sistema es el IPH que trabaja con las líneas 4 y 5. En la secuencia de formulación de cada tanque balanza, primero se carga la grasa acondicionada de los tanques TGD para las líneas 1, 2 y 3 o la grasa del tanque M más la grasa acondicionada de los tanques 201 y 202 para las líneas 4 y 5, luego se cargan los microingredientes liposolubles, siguiendo la salmuera, los microingredientes hidrosolubles, el agua microfiltrada, agregándose finalmente la leche. La margarina formulada en los tanques balanza es agitada por medio del sistema de agitación mecánico que tiene cada tanque y luego es transferida a los tanques pulmón. Las balanzas 1, 2 y 3 tienen cada una su propio tanque pulmón, en tanto que la balanza 107 tiene dos tanques pulmón, el 701 para la línea 4 y el 801 para la línea 5. La capacidad de los tanques pulmón es de 2.50 toneladas para los tanques pulmón de las líneas 1, 2 y 3.

Línea de 50 gramos

Es la línea que envasa margarinas en barras en la presentación de 50 gramos en las marcas Sello, Manty, Danesa, Dorina y Astra.

Tiene como componentes principales al cristizador Jhonson 1, el triverter, tres unidades de maduración estática una para cada máquina de empaquetado, las empaquetadoras Benhill 1, 2 y 3, y el Remelter. Adicionalmente a esto están la balanza y el tanque pulmón que ya fueron mencionados líneas arriba.

El **cristizador Jhonson 1** consta de dos unidades de enfriamiento y un pre-cristizador. Las unidades de enfriamiento consisten en intercambiadores de calor de superficie rascada, el sistema de enfriamiento es a base de amoniaco, conectado al sistema general de enfriamiento de la planta de margarinas, que tiene por compresores a los equipos Frick 1, 2 y 3; y como condensador a la torre de enfriamiento. Cada unidad de enfriamiento tiene de manera independiente su línea de descarga y succión, su flotador de nivel de amoniaco y sus válvulas solenoides de regulación automática. La secuencia de cristalización que sigue en el equipo es la siguiente: la grasa llega a la primera unidad de enfriamiento, donde baja su temperatura alrededor de 20°C, para luego pasar al pre-cristizador donde por efecto de la agitación recupera aproximadamente 6°C, de allí la grasa pasa a la segunda unidad de enfriamiento, donde otra vez baja su temperatura en 10°C más. Con esta secuencia de enfriamiento y batido se consigue que los cristales en formación sean los más adecuados para la margarina a envasar, que corresponden principalmente a cristales en la forma Beta Prima.



Fig. 2.3 Cristalizador Jhonson 1

El **triverter** es la válvula de tres vías que se encarga de derivar la margarina cristalizada que sale del cristalizador Jhonson 1 a las unidades de maduración de las máquinas empaquetadoras.



Fig. 2.4 Triverter

Las **unidades de maduración estática** son tubos con mallas intermedias que ofrecen un tiempo de cristalización a la grasa luego del enfriamiento brusco en el equipo Jhonson, las mallas consiguen el trabajo mecánico requerido para que la margarina se torne plástica. Estos tubos tienen chaqueta de calentamiento que trabaja con agua caliente. Existen tres unidades de maduración, dos de ellas de tubo simple y una de doble tubo que trabaja con una válvula que direcciona la grasa a uno y otro tubo según un tiempo calibrado.



13-Sep-10 12:44 p.m.

Fig. 2.5 Unidad de Maduración Estática

Las **empaquetadoras Benhill** son unas máquinas de empaquetar que trabajan con bobinas de papel que mediante un sistema de arrastre de papel a través de rodillos giratorios jalan el papel de la bobina hacia una cuchilla de corte que forma la lámina de

empaquetado. La lámina de empaquetado pasa a un macho plegador que al bajar sobre una caja plegadora forma la envoltura cuadrada abierta hacia arriba, depositándola al final de la carrera en el tablero de células. Luego de subir el macho plegador el tablero de células gira a la estación de llenado en la cual mediante un pistón dosificador se carga el producto en la envoltura, cortándose el flujo mediante un arco de corte. El tablero de células gira entonces a la estación de plegado donde mediante un sistema de levas se cierra el paquete con dos plegadores longitudinales y dos plegadores finales, uno de cierre móvil y otro de cierre fijo. Una leva inferior al tablero de células eleva las células al final del cierre justo en la estación de salida, donde un brazo expulsa mediante un movimiento giratorio el paquete a la faja transportadora de salida. Las tres máquinas Benhill tienen el mismo principio de funcionamiento, las diferencia la posición de salida de los paquetes, las Benhill 1 y 2 salen a 90° y la Benhill 3 sale a 180°.



Fig. 2.6 Empaquetadora Benhill

El **Remelter** es un pequeño tanque horizontal con serpentín de calentamiento y agitación mecánica que es usado principalmente en los arranques a fin de fundir grasa cristalizada que viene del equipo de enfriamiento o las empaquetadoras y así poder recuperar la grasa en el tanque pulmón.



Fig. 2.7 Remelter

Línea de 100 gramos Benhill

Es la línea que envasa margarinas en barras en la presentación de 100 gramos en las marcas Danesa, Dorina y Astra. Tiene como componentes principales al cristalizador Jhonson 2, la unidad de maduración estática, la empaquetadora Benhill y el Remelter.

Adicionalmente a esto está la balanza y el tanque pulmón que ya fueron mencionados líneas arriba.

Línea de 100 y 225 gramos Sig

Es la línea que envasa margarinas en barras en la presentación de 100 y 225 gramos en las marcas Sello y Manty. Tiene como componentes principales al cristizador Perfector 1, la unidad de maduración estática, la empaquetadora Sig y el Remelter. Adicionalmente a esto están la balanza y el tanque pulmón que ya fueron mencionados líneas arriba.

El **cristizador Perfector 1** consta de dos unidades de enfriamiento que consisten en intercambiadores de calor de superficie rascada, el sistema de enfriamiento es a base de amoníaco, conectado al sistema general de enfriamiento de la planta de margarinas, que tiene por compresores a los equipos Frick 1, 2 y 3; y como condensador a la torre de enfriamiento. Las unidades de enfriamiento trabajan en serie y con la misma línea de descarga y succión, flotador de nivel de amoníaco y válvulas solenoides de regulación automática. La grasa que llega al cristizador logra bajar su temperatura en alrededor de 25°C luego de pasar por ambas unidades de enfriamiento.



Fig. 2.8 Cristalizador Perfector 1

La **unidad de maduración estática** es un tubo con mallas intermedias que ofrecen un tiempo de cristalización a la grasa luego del enfriamiento brusco en el equipo Perfector, las mallas consiguen el trabajo mecánico requerido para que la margarina se torne plástica. Este tubo tiene chaqueta de calentamiento que trabaja con agua caliente.

La **empaquetadora Sig** es una máquina de empaquetar que trabaja con bobinas de papel que mediante un sistema de arrastre de papel a través de rodillos giratorios jalan el papel de la bobina hacia una cuchilla de corte que forma la lámina de empaquetado. La lámina de empaquetado pasa al tambor de plegado y cierre donde la barra de margarina formada en el tambor de moldeo es empaquetada mediante un sistema de plegadores longitudinales y transversales. El tambor de moldeo consta de cuatro cámaras de moldeo donde se forma las dimensiones de la barra, mediante un sistema de levas las barras formadas son expulsadas a un dispositivo cortador que hace el corte de la barra antes del

empaquetado. Una vez que la barra es empaquetada pasa a una estación de prensado en la que es comprimida para dar al paquete una apariencia vistosa. Finalmente un impulsor e inverteor de paquete empuja la margarina hacia la faja de salida.



Fig. 2.9 Empaquetadora Sig

Línea de Potes Trepko

Es la línea que envasa margarinas en potes en la presentación de 225 y 400 gramos en las marcas Sello y Danesa. Tiene como componentes principales al cristalizador Perfector 2, la unidad de maduración dinámica, la envasadora Trepko y el tanque fundidor. Adicionalmente a esto están la balanza y el tanque pulmón que ya fueron mencionados líneas arriba.

El **cristalizador Perfector 2** consta de dos unidades de enfriamiento que consisten en intercambiadores de calor de superficie rascada, el sistema de enfriamiento es a base de amoníaco, conectado al sistema general de enfriamiento de la planta de margarinas, que tiene por compresores a los equipos Frick 1, 2 y 3; y como condensador a la torre de enfriamiento. Las unidades de enfriamiento trabajan en serie y con la misma línea de descarga y succión, flotador de nivel de amoníaco y válvulas solenoides de regulación automática. La grasa que llega al cristalizador logra bajar su temperatura alrededor de 40°C luego de pasar por ambas unidades de enfriamiento.

La **unidad de maduración dinámica** es un batidor de alta revolución que completa la secuencia de cristalización que se inicia en el Perfector, recibe la grasa enfriada y le confiere el trabajo mecánico necesario para que los cristales en formación sean los más adecuados para la margarina a envasar, que corresponden principalmente a cristales en la forma Beta. Producto del trabajo mecánico que se le da a la margarina en el batidor, ésta recupera alrededor de 10°C de temperatura.

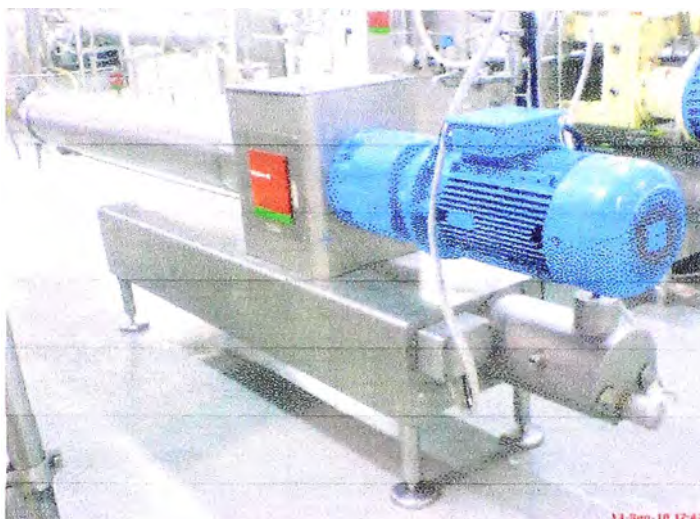


Fig. 2.10 Unidad de Maduración Dinámica

La **envasadora Trepko** es una máquina de llenado provista de transportadores del listón para el suministro de contenedores y la recogida, por ejemplo unidades con pergaminos para el transporte de envases de vidrio u otros tipos de contenedores, en función del tamaño de la producción de estos sistemas de llenado se han diseñado con entre uno y ocho cabezas de relleno.



Fig. 2.11 Envasadora Trepko

El **tanque fundidor** es pequeño tanque vertical con serpentín de calentamiento y sistema de agitación que es usado principalmente en los arranques a fin de fundir grasa cristalizada que viene del equipo de enfriamiento o la envasadora y así poder recuperar la grasa en el tanque pulmón.



Fig. 2.12 Tanque Fundidor

Línea de Bloques, Placas y Granel

Es la línea que envasa margarinas en bloques y/o placas de 2 kilogramos en las marcas Danesa, Sello y Primavera; y margarinas a granel en cajas y/o baldes de 10 kilogramos en las marcas Danesa y Sello. Tiene como componentes principales al intercambiador de calor, el cristizador Perfector 3, la unidad de maduración dinámica y/o la unidad de maduración estática de acuerdo a si se hace granel o bloques respectivamente, la envasadora FC-60 y/o la estación de llenado y el tanque fundidor.

Adicionalmente a esto están la balanza y el tanque pulmón que ya fueron mencionados líneas arriba.

El **intercambiador de calor** es un intercambiador de placas de dos etapas, en la primera etapa calienta la grasa en 15°C y lo hace por medio de vapor, luego en la segunda etapa enfría la grasa en 15°C haciéndolo por medio de agua tratada. La intención principal del uso del intercambiador es mantener la temperatura de la grasa estable a la hora del ingreso al cristalizador, para este fin cuenta con sensores de temperatura y válvulas neumáticas que regulan la entrada de mayor flujo de vapor o agua de acuerdo a la temperatura que se obtiene en las dos etapas.



Fig. 2.13 Intercambiador de Calor

El **cristalizador Perfector 3** consta de dos unidades de enfriamiento que consisten en intercambiadores de calor de superficie rascada, el sistema de enfriamiento es a base de amoníaco, conectado al sistema general de enfriamiento de la planta de margarinas, que tiene por compresores a los equipos Frick 1, 2 y 3; y como condensador a la torre de enfriamiento. Las unidades de enfriamiento trabajan en serie y tienen de manera independiente su línea de descarga y succión, su flotador de nivel de amoníaco y sus válvulas solenoides de regulación automática. La grasa que llega al cristalizador logra bajar su temperatura alrededor de 25°C luego de pasar por ambas unidades de enfriamiento, la caída de temperatura es de 20°C y 5°C en las unidades de enfriamiento 1 y 2, respectivamente.

La **unidad de maduración dinámica** se usa en el envasado de margarinas a granel y es un batidor de alta revolución que completa la secuencia de cristalización que se inicia en el Perfector, recibe la grasa enfriada y le confiere el trabajo mecánico necesario para que los cristales en formación sean los más adecuados para la margarina a envasar, que corresponden principalmente a cristales en la forma Beta. Producto del trabajo mecánico que se le da a la margarina en el batidor, ésta recupera alrededor de 5°C de temperatura.

La **unidad de maduración estática** se usa en el envasado de margarinas en bloques y es un tubo con mallas y placas

intermedias que ofrecen un tiempo de cristalización a la grasa luego del enfriamiento brusco en el equipo Perfector, las mallas y placas consiguen el trabajo mecánico requerido para que la margarina se torne plástica. Este tubo tiene chaqueta de calentamiento que trabaja con agua caliente para evitar que la margarina se quede alojada en las paredes del tubo a causa de la baja temperatura.

La **envasadora FC-60** es una máquina de embalaje de usos múltiples que está diseñado para embalaje de la margarina, la mantequilla y las grasas, ya sea en bloques o en placas. La velocidad del embalaje de la máquina se sincroniza automáticamente con el flujo del producto. En un flujo constante de productos, el FC-60 tiene una característica única, el "flying cut" que es un dispositivo que se controla por un sistema de medición por láser que permite al producto cristalizado quedar aislados sin efectuar parada y en proceso de extrusión. Esto elimina la necesidad de instalar un compensador o cilindro dosificador.



Fig. 2.14 Envasadora F-60

La **estación de llenado** es la que llena cajas y baldes de 10 kilogramos, está compuesta por dos picos de llenado activados cada uno por un pistón regulador de flujo y una balanza electrónica con dos estaciones de pesaje para el control de peso. Cada balanza trabaja sobre la válvula reguladora de flujo regulando el llenado grueso y fino para un peso de seteo, así aseguran una gran precisión en el llenado de cajas y baldes. La capacidad de llenado para cajas y baldes es de 125 unidades por hora.



Fig. 2.15 Estación de Llenado

El **tanque fundidor** es pequeño tanque vertical con serpentín de calentamiento y sistema de agitación que es usado principalmente en los arranques a fin de fundir grasa cristalizada que viene del equipo de enfriamiento o la envasadora y así poder recuperar la grasa en el tanque pulmón. Por tener esta línea intercambiador de calor que garantiza, mediante el tratamiento térmico, la inmunidad

bacteriológica de la grasa se puede recuperar en el tanque fundidor incluso margarina envasada.

2.1.4. BPM Y HACCP

Las buenas prácticas de manufactura están descritas en las cartillas e instrucciones de cada planta y para cada puesto de trabajo. En ellas están establecidas las labores de limpieza y mantenimiento de equipos, instalaciones, infraestructura; así como de los procedimientos de manipuleo, almacenamiento y conservación. También están incluidas las prácticas de limpieza y aseo personal necesarias para aquellos puestos donde se manipula, prepara, procesa y envasa alimentos.

El haccp (“Análisis de peligros y Puntos de Control Critico”) está definido en el análisis de peligros en los procesos de preparación de aceites, margarinas, mantecas, mayonesa y salsas. En estos documentos de análisis se ha evaluado los puntos críticos de control para garantizar la seguridad alimentaria de los productos que producimos. Para el caso de la planta de margarinas se ha considerado como puntos críticos la preparación de la leche y la preparación del agua. Tal es así que el control de la metodología de pasteurización y acidulación de la leche es un punto crítico de control, como lo es también la esterilización del agua que se utiliza para la preparación de margarinas. La leche debe calentarse a 73°C por 13 minutos, para luego enfriarse a 40°C y debe mantener un pH de 5.0 a 5.5. El agua debe esterilizarse a 80°C por 5 minutos.

2.1.5. Materiales de Usados en las Instalaciones

Válvulas Sanitarias

- Válvulas mariposa
- Válvula mariposa mecanizada manual
- Válvula mariposa mecanizada con actuador neumático
- Válvula mariposa mecanizada 3 vías
- Doble seguridad anti mezcla
- Accionamiento simultaneo - manguito - base de acople
- Juntas válvula mariposa mecanizada
- Válvula mariposa estampada manual
- Válvula mariposa estampada con actuador neumático
- Válvula mariposa estampada 3 vías
- Accionamiento simultaneo - manguito - base de acople
- Juntas válvula mariposa estampada
- Actuadores neumáticos y sensores



Fig. 2.16 Válvulas Sanitarias

Accesorios

Para la Industria sanitaria

- Paneles de Transferencia de flujo
- Codos, Tees y Reducciones
- Tuberías Sanitarias
- Uniones, Bridas y Conexiones Clamp

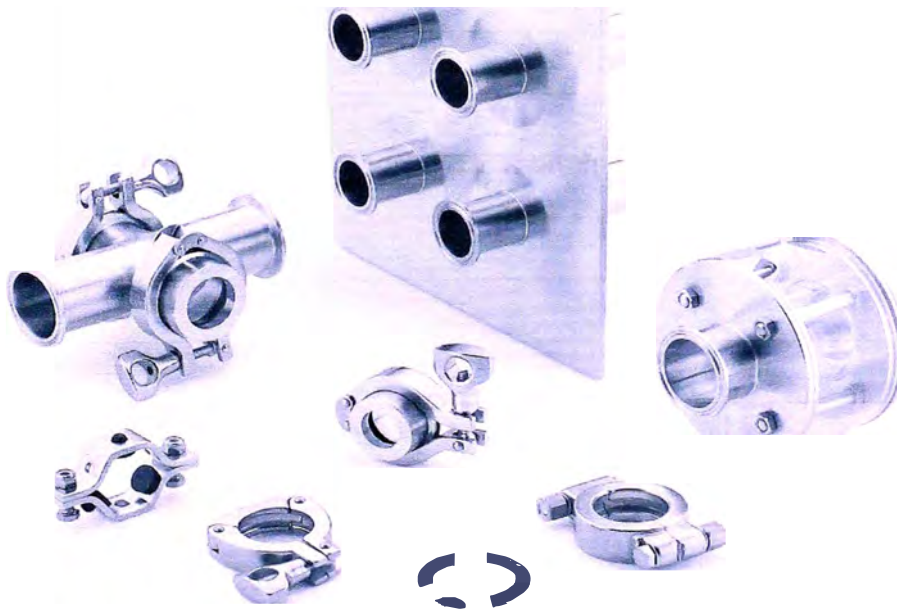


Fig. 2.17 Accesorios Sanitarios

Paneles de Transferencia de Flujo

- Acero inoxidable en calidad 304 ó 316L.



Fig. 2.18 Panel de Transferencia de flujo

Codos, Tees y Reducciones

Codos, tees y reducciones están disponibles
En diámetros de 1" hasta 4" y de
DN10 a DN150. Todos los materiales son
AISI 304 y 316L acero inoxidable.



Fig. 2.21

Tuberías Sanitarias



Fig. 2.22

Uniones, Bridas y Conexiones Clamp

Las uniones están disponibles en una serie de normas, incluyendo los SMS, ISO, BS, IDF, DS y DIN.



Fig. 2.23

2.2 DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO

2.2.1 Alcances Detallados del Proyecto

- a) Habilitación, fabricación y montaje de tuberías de acero al carbono y galvanizado para líneas de servicios, tales como vapor, vapor condensado, agua blanda, agua de torre, agua cruda, amoniaco, aire comprimido y nitrógeno, según lo indicado en los siguientes planos:

Tabla 2.3 Descripción de Líneas de Tuberías de Servicio

| TUBERIAS DE SERVICIO | | | |
|----------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| PLANO | PRODUCTO | DESDE | HASTA |
| 1008G-A3M-MG-014 | Agua de Torre | Línea Agua de Torre (E) | Pasteurizador |
| 1008G-A3M-MG-015 | Agua Blanda | Calentador | Pasteurizador |
| 1008G-A3M-MG-017 | Agua Blanda | Línea de Agua Blanda (E) | Calentador |
| | | Línea de Agua Blanda Caliente (E) | Chaquetas |
| 1008G-A3M-MG-021 | Amoniaco | Línea de Amoniaco (E) | Perfeccionador #2 (E) |
| 1008G-A3M-MG-024 | Amoniaco | Línea de Amoniaco (E) | Nuevo Kombinator |
| 1008G-A3M-MG-026 | Agua Blanda | Chaquetas | Línea de Agua Blanda Retorno (E) |
| 1008G-A3M-MG-027 | Vapor | Manifold de Vapor (E) | Calentador |
| | Condensado | Calentador | Línea de Condensado (E) |
| 1008G-A3M-MG-028 | Agua Blanda | Línea de Agua Blanda (E) | Serpentín Tanque Fundidor (E) |

- b) Habilitación, fabricación y montaje de tuberías de acero inoxidable AISI 316L, OD grado sanitario y Sch10 para líneas de producto tales como grasa, ingredientes grasos, leche, salmuera, agua micro filtrada, margarina en emulsión y líneas CIP, según lo indicado en los siguientes planos:

Tabla 2.4 Descripción de Líneas de Tuberías de Proceso

| TUBERIAS DE PROCESO | | | |
|---------------------|-----------------------------|---|---------------------------|
| PLANO | PRODUCTO | DESDE | HASTA |
| 1008G-A3M-MG-001 | Leche | Tanques de Leche FW 3000 / AF (E) | Módulo de Emulsión |
| 1008G-A3M-MG-002 | Agua Microfiltrada | Tanques AMF FW 3000 / AF (E) | Módulo de Emulsión |
| 1008G-A3M-MG-003 | Salmuera | Tanques de Salmuera FW 3000 / AF (E) | Módulo de Emulsión |
| 1008G-A3M-MG-004 | Grasa | Tanques de Grasa Formulada FW 3000 / AF (E) | Módulo de Emulsión |
| 1008G-A3M-MG-005 | Retomo CIP | Líneas CIP R, R1, R2 y R3 | Línea CIP Retomo (E) |
| 1008G-A3M-MG-006 | Alimentación CIP | Línea de Alimentación CIP F (E) | Manifold CIP |
| 1008G-A3M-MG-007 | Alimentación CIP | Manifold CIP F | CIP F2, F0 (Warm Water) |
| 1008G-A3M-MG-008 | Alimentación CIP | Manifold CIP F | CIP F1, F4 |
| 1008G-A3M-MG-009 | Margarina Emulsionada | Módulo de Emulsión | Pasteurizador |
| 1008G-A3M-MG-010 | Producto Pasteurizado | Pasteurizador | Nuevo Kombinator |
| 1008G-A3M-MG-018 | Producto | Batidor 80L (E) | Benhill Copparapid (E) |
| | | Línea Bomba RT3 (E) | Perfector #1 |
| 1008G-A3M-MG-019 | Producto | Línea RT2 (E) | Perfector #2 (R) |
| 1008G-A3M-MG-020 | Producto | Perfector #2 (R) | Benhill 4 (E) |
| 1008G-A3M-MG-022 | Producto | Remelter 3 (E) | Línea RT3 (E) |
| 1008G-A3M-MG-023 | Producto | Balanza 107 (E) | RT3 (E) |
| | Agua Micro filtrada | Tanques AMF FW 3000 / AF (E) | Intercambiador AMF (E) |
| 1008G-A3M-MG-029 | Panel Tanque Fundidor #1 | | |
| 1008G-A3M-MG-030 | Reubicación de líneas T 701 | | |
| 1008G-A3M-MG-031 | Reproceso | Tanque Fundidor Nuevo | Premix 701 (R) |
| | Reproceso | Intercambiador (E) | Premix 701 (R) |
| | producto | Bomba Premix 701 (R) | Intercambiador (E) |
| 1008G-A3M-MG-032 | Nitrógeno | Línea Alimentación N2 (R) | Premix 701 (R) |
| | Retomo CIP | Premix 701 (R) | Línea CIP Retomo (R) |
| 1008G-A3M-MG-033 | Recirculación | Bomba Balanza 107 (E) | Premix 701 (R) |
| | Agua Blanda | Línea Agua Blanda (R) | Calentador Premix 701 (E) |

- c) Habilitación, fabricación y montaje de tuberías enchaquetadas en acero inoxidable AISI 316L, OD grado sanitario y AISI304 Sch10 para líneas de margarina cristalizada y reproceso, según lo indicado en los siguientes planos:

Tabla 2.5 Descripción de Líneas de Tuberías de Proceso
Enchaquetadas

| TUBERIAS DE PROCESO ENCHAQUETADAS | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---|
| PLANO | PRODUCTO | DESDE | HASTA |
| 1008G-A3M-MG-011 | Isométrico | | |
| 1008G-A3M-MG-012 | Producto <i>Cristalizado</i> | <i>Panel Nuevo Kombinator</i> | Resting Tube (R) y <i>Envasado (R)</i> |
| | Producto Cristalizado | Panel Nuevo Kombinator | Envasadora de Potes (R) |
| 1008G-A3M-MG-013 | Producto Fundido | Panel Tanque Fundidor #1 | Panel Nuevo Kombinator |
| 1008G-A3M-MG-016 | Producto | Perfector #3 (E) | Resting Tube (R) y Reproceso |
| 1008G-A3M-MG-025 | Retorno CIP | Panel Tanque Fundidor #1 | CIP R4 |
| | Reproceso | | Módulo de Emulsión |

- d) Instalación de los siguientes equipos nuevos suministrados por el cliente:

- Modulo de Tanques de Preparación de Emulsión, provistos de sus respectivos calentadores.
- Cristalizador Kombinator, provisto de sus batidores y calentadores respectivos.
- Módulo calentador de agua.
- Módulo Pasteurizador de Producto.
- Bomba de Lóbulos.
- Tableros eléctricos.

e) Reubicación de los siguientes equipos ubicados dentro de Planta Margarinas:

- Tanque Premix 701 GS con bomba, calentador de agua y accesorios respectivos.
- Empaquetadora FC-60.
- Batidor 80 litros GS.
- Plasticador 20 litros.
- Cristalizador Perfector #2 (Modelo 2x105) GS.
- Batidor 40 litros GS.
- Plasticador 8 litros GS.
- Balanzas Dosificadoras de Cajas.

f) Desmontaje, inventariado y embalado de los siguientes equipos fuera de servicio:

- Cristalizador Jhonson 2 Votator (módulo pre-ensamblado).
- Envasadora de Potes Trepko (módulo pre-ensamblado).
- Tanque Premix 801 GS con bomba, calentador de agua y accesorios respectivos.
- Tuberías de conexiones fuera de servicio entre equipos.

g) Fabricación y montaje complementario de los siguientes elementos:

- Soportería en general para las tuberías y equipos que lo requieran.
- Plataforma de acceso para el módulo de Tanques de Preparación de Emulsión.
- Serpentín de calentamiento para el Tanque Fundidor #1 de 1000 litros.

2.2.2 Participantes del Proyecto

a) Integrantes del Proyecto.

- Ing. Rodolfo Díaz Polanco – Jefe de Operaciones
- Ing. Juan Carlos Mamani Chire – Jefe de Ingeniería
- Ing. Cristian Illescas Ventura – Residente de Obra
- Ing. Alexis Dávila González – Seguridad y Calidad
- Tec. James Bardales Inga – Proyectista

b) Otros Interesados.

- Ing. Carlos Hernández Blas – Gerente de Proyectos – Alicorp SAA
- Ing. Carlos Max Medina Torres – Jefe de Proyecto – Alicorp SAA

2.2.3 Restricciones del Proyecto.

a) Presupuesto.

Tabla 2.6 Detalle del Presupuesto de Partidas Mecánicas

| DETALLE | UNID | CANT | P.U. (\$) | P.T. (\$) |
|--|------|------|--------------|----------------------|
| Habilitado, Fabricación y Montaje de Tuberías en Acero Inoxidable | Glb | 1,00 | 73,226.00 | 73,226.00 |
| Habilitado, Fabricación y Montaje de Tuberías en Ac. Carbono y Galvanizado. | Glb | 1,00 | 26,162.00 | 26,162.00 |
| Montaje de Equipos Nuevos, Reubicación de Equipos Existentes, Desmontaje de Equipos fuera de servicio. | Glb | 1,00 | 16,612.00 | 16,612.00 |
| Supervisión | Glb | 1,00 | 4,500.00 | 4,500.00 |
| G.G. Y UTILIDAD | Glb | 1,00 | 24,162.00 | 24,162.00 |
| | | | TOTAL | \$ 144,662.00 |

b) Tiempo de Ejecución.

El plazo de ejecución considerado es de 90 (Noventa) días hábiles contados a partir de la conformidad del presupuesto y entrega de los materiales y del área de trabajo.

c) Forma de Pago.

- 15% Con la orden de servicio.
- 70% En valorizaciones quincenales según avances.
- 15% Con la entrega final y observaciones levantadas al 100%

d) Otras Restricciones.

- El monto consignado en el presupuesto está expresado en Dólares Americanos y no incluye el 19% del Impuesto General a las Ventas.
- Los trabajos se desarrollarán en jornadas de 8 horas diarias de lunes a sábado, excepto en periodos de parada de planta.
- Se considera tres paradas de planta:
 - ✓ Primera Parada de Planta de cuatro (04) días, que inicia el día quince (15) del Proyecto.
 - ✓ Segunda Parada de Planta de un (01) día, que inicia el día treinta y cuatro (34) del Proyecto.
 - ✓ Tercera Parada de Planta de un (01) día, que inicia el día cuarenta y dos (42) del Proyecto.

2.2.4 Suministro a Cargo del Contratista

- a) Suministro de equipos maniobra y utilaje de izaje, necesarios para el desarrollo de los trabajos.
- b) Suministro de mano de obra calificada y de ayuda en cantidad suficiente para la realización de los trabajos.
- c) Suministro de Materiales Consumibles necesarios para el desmontaje y montaje de los equipos, tuberías y soportería referenciada para el presente trabajo.
- d) Suministro de equipos y herramientas necesarios.
- e) Administración, Supervisión y Dirección Técnica.

2.2.5 Suministro a Cargo del Cliente

- a) Supervisión Técnica para la coordinación de los trabajos.
- b) Suministro oportuno de toda la Ingeniería Básica y de Detalle.
- c) Suministro de los materiales permanentes, tales como tuberías, bridas, accesorios (tees, codos, reducciones, etc.) empaques, pernos, arandelas, tuercas, niples para la instalación de instrumentos, material para fabricación e instalación de soportes, válvulas e instrumentos que se instalarán en las tuberías. Todos Puestos a pie de Obra.
- d) Suministro de todos los accesorios y válvulas de acero Inoxidable sanitaria con férulas incorporadas para unión clamp.
- e) Suministro de todos los equipos nuevos provisión del cliente puestos a pie de obra en la zona de trabajo.
- f) Suministro de un área suficiente para el emplazamiento del contratista. Proveerá de energía eléctrica necesaria, iluminación y

ventilación, así como vigilancia para los equipos del cliente y del contratista. Esta área no distará de más de 60m. de la zona de Instalación de la tubería

- g) Autorización de ingreso de nuestro equipo y personal profesional, supervisor y operario.
- h) Trabajos de limpieza de los equipos desmontados y reubicados así como de las líneas comprometidas para la realización de la maniobra.
- i) Todo tipo de Trabajos de Obra Civil, carpintería, pintura, aislamiento térmico, Instalaciones eléctricas y de Control.

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA OBRA

3.1 PLANIFICACION

El Proyecto por ser de características lineales implica que sus actividades sean optimizadas de manera de seguir un tren de trabajos correlacionados. Este concepto es el punto de partida para programar actividades diarias de construcción. Se diferencian tres actividades importantes y relevantes que se evaluarán durante la fase de planificación, como son actividades preliminares, definición del organigrama de obra y el cronograma de ejecución.

3.1.1. Actividades Preliminares

En esta primera fase del proyecto de construcción, las actividades son básicamente de gabinete, prevalece el estudio topográfico, su descripción se muestra a continuación:

- Levantamiento de información (cotas, dimensiones, alturas, etc.)
- Recopilación de datos de interferencias.
- Determinación del trazo definitivo.
- Trabajos de desarrollo de ingeniería
- Permisos en zona de producción.

3.1.2. Estructura Orgánica

Producto del tipo y ámbito del proyecto de construcción, la organización quedó determinada de la siguiente manera:

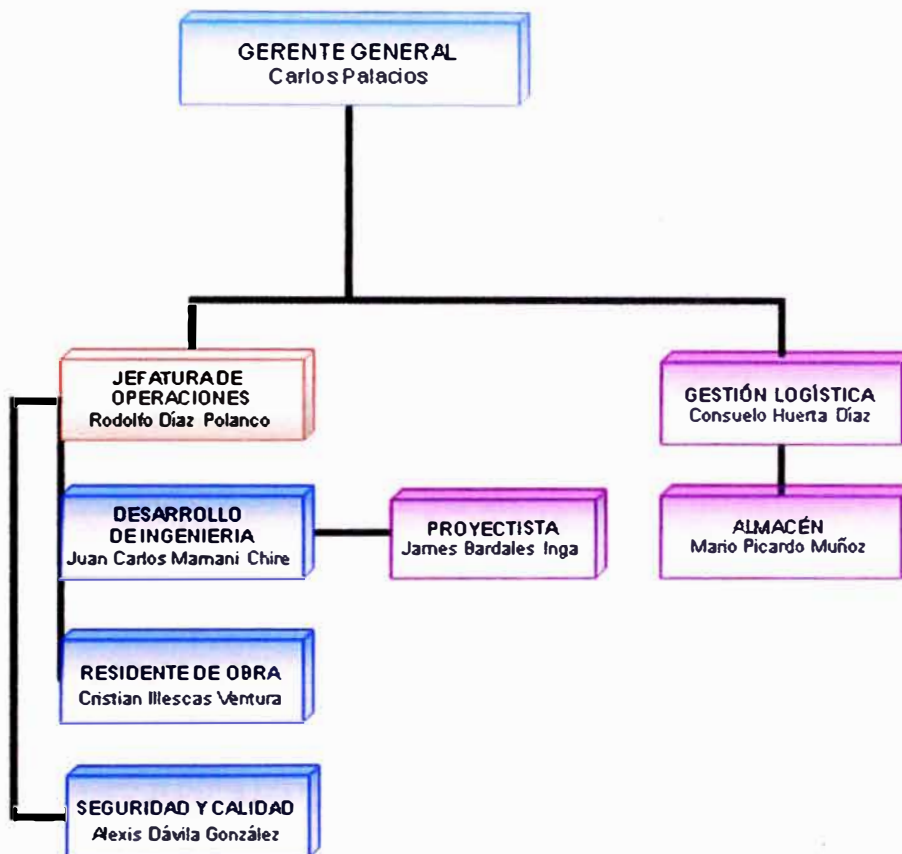


Fig. 3.1 Organigrama de la Obra de Montaje Mecánico

3.1.3. Cronograma del Ejecución

El cronograma del proyecto se elaboró tomando en cuenta la secuencia del tren de actividades diarias y estableciendo el avance conveniente para cumplir el plazo de ejecución del proyecto. Se estipuló un avance por prioridad de tareas necesarias de cara a las fechas próximas de parada de planta, por frente de trabajo. El cronograma se muestra en el Apéndice B.

3.2 PLAN DE EJECUCION

El plan de ejecución del proyecto está basado en el denominado “Proceso constructivo” o “Tren de actividades”, el cual es una secuencia de actividades de ámbito mecánico que se desarrollan sucesivamente con el objetivo de conseguir un avance esperado de tubería construida; analizando estas se podrá planificar la duración de las tareas y asignar los recursos de mano de obra y equipos necesarios para la ejecución de las líneas de tubería. El cronograma de Proyecto utiliza este concepto para su elaboración.

El proceso construido está conformado por las siguientes actividades:

3.2.1. Instalaciones Provisionales

3.2.1.1. Movilización de Contenedor y Equipos a Obra

Se movilizó a obra un contenedor de 20', para usarlo como oficina y almacén de materiales, así mismo se movilizó a obra todos los equipos y herramientas necesarias para la realización de los trabajos de este proyecto.

3.2.1.2. Delimitaciones de Áreas para Talleres y Oficinas

Una vez que el cliente nos indicara y suministrara la zona de trabajo para los trabajos de taller y fabricación, se procedió a delimitar las áreas con cinta amarilla de prevención.

3.2.1.3. Conexiones Eléctricas Provisionales

El cliente suministro un punto de energía trifásica 220 v. para poder instalar los tableros eléctricos, los cuales derivarían a cada una de las maquinas eléctricas usadas para la ejecución de las tareas.

3.2.1.4. Charlas de Inducción de Seguridad y Salud Ocupacional

El personal integrante del proyecto pasó una charla y examen de inducción practicada por el cliente, donde se dio a conocer el reglamento y las normas a seguir para poder trabajar dentro de las instalaciones del cliente, así como también se tomo una evaluación acerca del conocimiento básico de seguridad en la ejecución de trabajos de metal mecánica.

3.2.1.5. Instalaciones Provisionales Instaladas

Se verificó la idoneidad de las instalaciones provisionales por parte del cliente y se suministraron los permisos necesarios para poder empezar las labores correspondientes a la ejecución del proyecto.

3.2.2. Ingeniería de Detalle Complementaria en Obra

3.2.2.1. Trazo, Replanteo y Detección de Interferencias

El eje de tubería es trazado antes que se ocupe efectivamente el lugar de construcción, también al mismo tiempo los límites del área de trabajo. Seguidamente se identifican y marcan las zonas puntuales donde existan interferencias (canaletas, eléctricas, líneas de tuberías existentes, etc.).

3.2.2.2. Metrado Complementario de Tuberías y Accesorios

Después del trazo y replanteo se procede a actualizar el metrado de los materiales (tuberías y accesorios), adecuándolos al nuevo recorrido verificado en campo.

3.2.2.3. Modificación de Lay-out por Interferencias Reales

Con el trazo y replanteo levantado en campo se procede a modificar el lay-out del recorrido de las tuberías.

3.2.2.4. Actualización de Planos de Fabricación y Montaje

Después de modificar el lay-out, se procede a actualizar los planos de fabricación y montaje, los cuales serán entregados al residente de obra y a sus jefes de grupo.

3.2.2.5. Presentación de Planos y Metrados Actualizados

Una vez actualizados los planos y los metrados son presentados al cliente para que sean verificados y validados.

3.2.3. Trabajos de Taller y Fabricación de Spool de Tuberías

Validados los planos actualizados y determinando la prioridad según el cronograma conformado de ejecución de obra, son entregados por parte de la supervisión a los jefes de grupo de fabricación de tuberías, los cuales procedieron a armar sus spools según plano y cronograma, para luego de llegada las fechas previstas de las paradas de planta, poder entrar a la zona de

producción y montar los spool fabricados, en coordinación con los grupos de montaje de equipos y soportería.

Paralelamente se procedió a los trabajos de fabricación de soportes para las diferentes líneas de tuberías, coordinando también la prioridad de montaje según cronograma.

Así mismo una vez llegado los equipos nuevos suministro del cliente, el grupo de montaje, procedió al desembalaje, identificación y verificación de estos según planos e información entregadas. Procediendo a la verificación de los procedimientos de maniobra y montaje según lo previsto.

3.2.4. Soldadura de Tuberías

Este proceso es considerado fundamental para el desarrollo del proyecto, a través de la calidad y producción de juntas soldadas diariamente, quedará garantizado el cumplimiento de las metas propuestas en lo referente a los plazos de ejecución.

Para la realización de estos trabajos se realizaron dos tipos de soldadura:

- Soldadura por arco eléctrico (SMAW), que se utilizó para unir las juntas de las líneas de tuberías de acero al carbono.
- Soldadura de arco de tungsteno con gas TIG (GTAW), que se utilizó para unir las juntas de las tuberías de acero inoxidable, tanto como para las líneas de proceso (tuberías sanitaria OD

acero inoxidable 316L) , y para las líneas de servicio (tuberías acero inoxidable sch-10)

3.2.4.1. Ejecución de los Trabajos de Soldadura en Campo

La ejecución de las soldaduras en campo fueron mínimas, pues el sistema de empalme de tuberías fue tipo clamp. Las que hubo que hacer fueron por modificaciones de líneas que no se podían desmontar y necesariamente se tendría que intervenir en el mismo lugar de operación de estas.

Previo a la ejecución efectiva de los trabajos de soldadura, se efectuaron preliminares de preparación de biseles y alineamiento de tuberías:

- Alineamiento y biselado de tuberías.
- Inspección de soldadura.
- Limpieza de juntas.

3.2.5. Pulido de Tuberías de Proceso

Después de terminado los trabajos de soldadura de las tuberías de proceso, para guardar y respetar las normas de instalaciones sanitarias, se procede con los trabajos de pulido de las juntas soldadas, y así dejar las uniones clamp y los tubos como si fueran uno sola tubería sin evidenciar y notar la costura practicada.

Para esto se usaron técnicas especiales de pulido, compuesto de maquinas eléctricas rotativas llamadas turbinetas (esmeriles rectos) que con las motas cilíndricas especiales, con tipos de grano

utilizados de mayor a menor, para decapar la superficie de la costura soldada por el proceso TIG, tanto internamente como en la superficie del diámetro de la costura practicada.

3.2.6. Montaje de Tuberías

Esta actividad está conformada por el manipuleo, transporte y desfile de la tubería desde el lugar de fabricación hasta la zona de montaje. El transporte de estos se realizaron mediante mano de obra, los cuales movilizaban 01 tubo o spool por viaje.

El desfile es la acción de colocar los tubos preferentemente en el eje trazado sobre la soportería instalada, dejando casi alineada la tubería para la soldadura y/o sujeción con la abrazadera clamp de empalme respectiva.

3.2.7. Alineamiento y Ajuste

Después de posicionada la tubería o spool, se procede al alineamiento en conjunto utilizando los niveles mecánicos, guardando la horizontalidad y la verticalidad requeridas, posteriormente se realiza el ajuste correspondiente de las uniones de tipo clamp y de las abrazaderas de soporte instalados en cada línea.

3.2.8. Prueba Hidráulica de Resistencia y Hermeticidad

Finalizada la construcción de todas las líneas de tuberías, se procederá a efectuar la prueba final de control de calidad que verificará y garantizará que el sistema queda listo y disponible para trabajar a la presión de operación establecida. Producto de compatibilizar las “Especificaciones Técnicas Generales” y la Norma ASME B31.8 (numeral 841.3), se estableció la prueba del tipo Hidráulica de Resistencia y Hermeticidad. Se ejecutaron pruebas hidráulicas en 03 tramos. La longitud máxima posible de prueba es de 30 Km.

- Tramo I : Línea de tuberías enchaquetadas
- Tramo II: Línea de tuberías de proceso.
- Tramo III: Línea de tuberías de agua de torre.

3.2.8.1. Prueba de Resistencia

La prueba de resistencia se realiza con la finalidad de asegurar que la tubería sea lo suficientemente resistente para funcionar bajo las condiciones normales de operación. Se estipuló que la prueba de resistencia se realizaría a una presión 50% mayor a la presión de diseño de la tubería a probar. La prueba de resistencia tiene una duración de 8 horas como mínimo. Es una prueba que se realiza con la finalidad de comprobar el comportamiento mecánico del tramo liberado.

3.2.8.2. Prueba de Hermeticidad

La prueba de hermeticidad se realiza al finalizar la prueba de resistencia, se reduce la presión hasta el 90% del valor de la presión de prueba de resistencia. Esta prueba se realiza con la finalidad de comprobar la hermeticidad del tramo liberado ya sometido a la prueba de resistencia, y demostrar la inexistencia de fugas en la tubería. La presión de prueba se mantiene durante 24 horas.

3.2.9. Mano de Obra y Equipos

Definido las actividades que conforman el tren de actividades es necesario asignar recursos de mano de obra y equipos. Las categorías de mano de obra empleadas son las siguientes:

- Capataz
- Soldador
- Operario
- Oficial
- Ayudante

3.2.9.1. Trazo, Replanteo y Detección de Interferencias

Tabla 3.1 Asignación de Recursos para ésta Actividad

| Mano de Obra | Equipos |
|---------------------|--------------------|
| 01 Proyectista | 01 Wincha de 30 m. |
| 01 Operario | 01 Distanciómetro |
| 01 Oficial | 01 Escalera |

3.2.9.2. Habilitado y Fabricación de Tuberías

Tabla 3.2 Asignación de Recursos para ésta Actividad

| Mano de Obra | Equipos |
|----------------------|--|
| 01 Capataz | 03 Máquinas de Soldar GTAW (Tig) |
| 04 Operarios Tuberos | 01 Máquina de Soldar SMAW |
| 04 Oficiales | 04 Esmeriles angulares Ø7" |
| 04 Ayudantes | 04 Esmeriles angulares Ø4 ½" |
| | 01 tronzadora eléctrica Ø14" |
| | 01 Máquina Roscadora Ridgid Compac 300 |

3.2.9.3. Habilitado y Fabricación de Soportería

Tabla 3.3 Asignación de Recursos para ésta Actividad

| Mano de Obra | Equipos |
|-------------------------|----------------------------------|
| 01 Capataz | 02 Máquinas de Soldar GTAW (Tig) |
| 03 Operarios Caldereros | 01 Máquina de Soldar SMAW |
| 03 Oficiales | 03 Esmeriles angulares Ø7" |
| 03 Ayudantes | 03 Esmeriles angulares Ø4 ½" |
| | 01 tronzadora eléctrica Ø14" |
| | 01 Equipo oxicorte |

3.2.9.4. Soldadura de Tuberías

Tabla 3.4 Asignación de Recursos para ésta Actividad

| Mano de Obra | Equipos |
|-------------------------|----------------------------------|
| 01 Capataz | 02 Máquinas de Soldar GTAW (Tig) |
| 03 Operarios Soldadores | 01 Máquina de Soldar SMAW |
| 03 Oficiales | 03 Esmeriles angulares Ø4 ½" |

3.2.9.5. Pulido de Tuberías de Proceso de Acero Inoxidable

Tabla 3.5 Asignación de Recursos para ésta Actividad

| Mano de Obra | Equipos |
|------------------------|------------------------------|
| 02 Operarios Pulidores | 04 Turbinetas Ø4 1/2" |
| 02 Ayudantes | 02 Esmeriles angulares Ø4 ½" |
| | Juego de Llaves mixtas. |

3.2.9.6. Desmontaje y Montaje de Equipos

Tabla 3.6 Asignación de Recursos para ésta Actividad

| Mano de Obra | Equipos |
|--------------------------|---|
| 01 Capataz | 01 Montacargas de 12 Ton. |
| 03 Operarios Montajistas | 01 Montacargas de 4.5 Ton. |
| 03 Oficiales | 02 Carretillas Hidráulicas de 3 Ton. c/u. |
| 03 Ayudantes | 02 Tecles manuales de 5 Ton. |
| | 02 Tecles manuales de 3 ton. |
| | 04 Tortugas de 4 ton. c/u. |
| | 01 Tirfor de 3.2 Ton. |
| | 01 Equipo Oxicorte |
| | 01 Taladro Percutor |
| | 01 Aplicador de Anclaje Epóxico RE-500 |

3.2.9.7. Montaje de Soportería

Tabla 3.7 Asignación de Recursos para ésta Actividad

| Mano de Obra | Equipos |
|---------------------|--|
| 01 Capataz | Andamios y Escaleras |
| 03 Operarios | Juego de Llaves mixtas |
| 03 Oficiales | 01 Aplicador de Anclaje Epóxico RE-500 |
| 03 Ayudantes | 02 Taladro percutor Ø1/2" |

3.2.9.8. Montaje de Tuberías

Tabla 3.8 Asignación de Recursos para ésta Actividad

| Mano de Obra | Equipos |
|---------------------|------------------------|
| 01 Capataz | Andamios |
| 04 Operarios | Escaleras |
| 04 Oficiales | Juego de Llaves mixtas |
| 04 Ayudantes | |

3.3 PLAN DE CONTROL DE OBRA

Por la envergadura del proyecto de construcción fue necesario implementar un sistema de control que nos permita evaluar y controlar el avance de proyecto. Normalmente el control de avance del proyecto se realiza por medio del cronograma de actividades y el control de costos mediante una comparación entre lo planificado y lo realmente gastado.

Partiendo de estas premisas que nos interesa conocer para tomar decisiones que lleven a manejar el Proyecto como estaba planificado, se elaboró los siguientes cuadros de control. Estas herramientas son indicadores de gestión expresadas cuantitativamente y nos permiten

analizar cuán bien se está administrando los procesos constructivos del Proyecto.

3.3.1. Técnica del Valor Ganado (EVT)

La técnica del Valor Ganado, permite controlar el avance en tiempo y costo de los proyectos introduciendo el concepto del valor ganado para el proyecto, es decir valora el trabajo realmente ejecutado en función del presupuesto, con lo que se añade una tercera variable para el análisis, por lo que se tiene el costo planificado, el costo real y el valor ganado que es el costo del trabajo ejecutado.

Para la elaboración de este cuadro se decidió tomar en cuenta la partida de Mano de Obra de la Ejecución del Proyecto.

3.3.1.1. Definiciones

Coste Presupuestado: Costo teórico estimado.

Trabajo Programado: Actividades en cronograma estimado.

Curva S del Proyecto: Esta es la curva de costos acumulados del proyecto por periodo. Es la línea de base sobre la cual se miden las variaciones y corresponde al Valor Planificado.

Valor Planificado (PV): Es el costo presupuestado del trabajo programado para ser completado de una actividad o tarea hasta un momento determinado

Costo Real (AC): Es el costo total incurrido en la realización del trabajo de la actividad del cronograma durante un periodo de tiempo determinado.

Valor Ganado (EV): Es la cantidad presupuestada para el trabajo realmente completado de la actividad del cronograma durante un periodo de tiempo determinado. Es un porcentaje del presupuesto total igual al porcentaje de trabajo realmente terminado

3.3.1.2. Calculo de Variaciones

- **Variación del Costo (CV) = EV-AC**

Es una comparación entre la cantidad de trabajo realizado durante un periodo de tiempo dado y lo que se gastó para ejecutarlo. Indica si el costo ha sido mayor o menor a lo presupuestado.

- **Variación del Cronograma (SV) = EV-PV**

Es una comparación entre el avance obtenido en el trabajo del proyecto (expresado en costos) durante un periodo de tiempo dado y el avance en el trabajo que se había planeado para ser ejecutado (expresado en costos). Indica si el cronograma está adelantado o atrasado, según lo planeado para el periodo de tiempo.

3.3.1.3. Cálculo de Índices

- **Índice de Rendimiento del Costo (CPI)= EV/AC**

Representa cuantas unidades de dinero de trabajo se ganaron por cada unidad de dinero que se gastó.

- **Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI)= EV/PV**

Representa cuantas unidades de dinero de trabajo se ganaron en promedio de cada unidad de dinero de trabajo que estaba planeada hasta la fecha de análisis.

Los cuadros de cálculo se muestran en el Apéndice C.

3.4 PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD

3.4.1. Generalidades

El Plan de Gestión de Calidad (PGC) se sustentó en la Norma ISO 9001:2000, teniendo como características la mejora continua y su base conceptual es el círculo de Deming. El modelo conceptual es el siguiente:

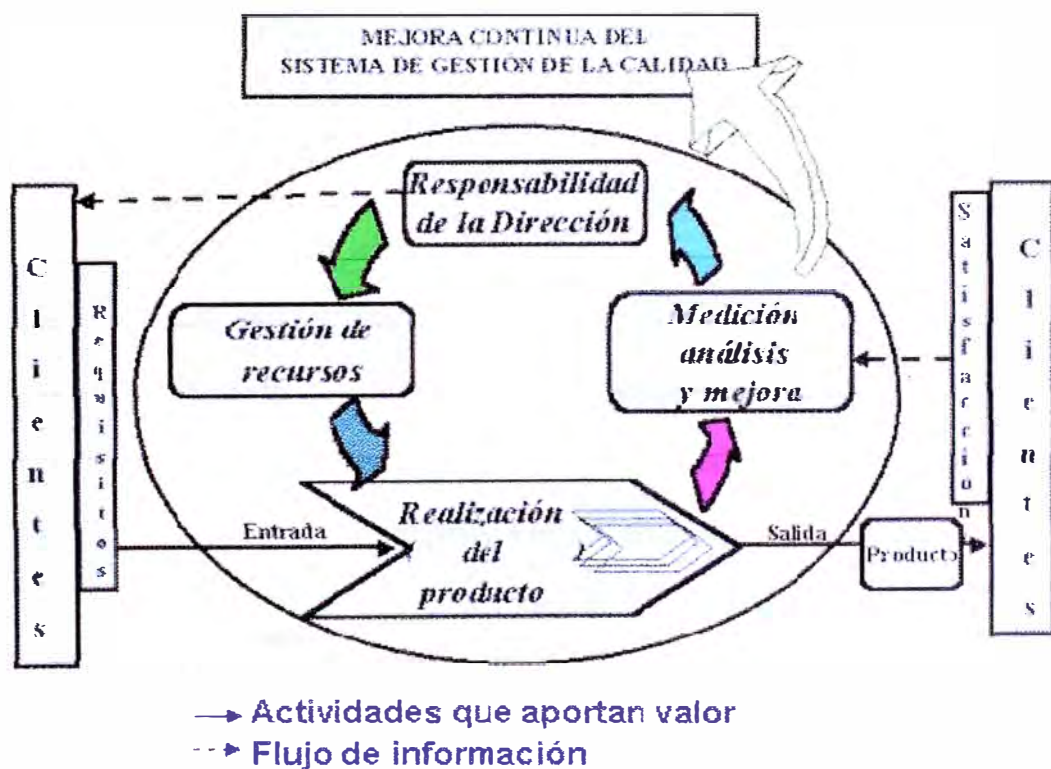


Fig. 3.2 Modelo Conceptual de La Norma ISO 9001:2000

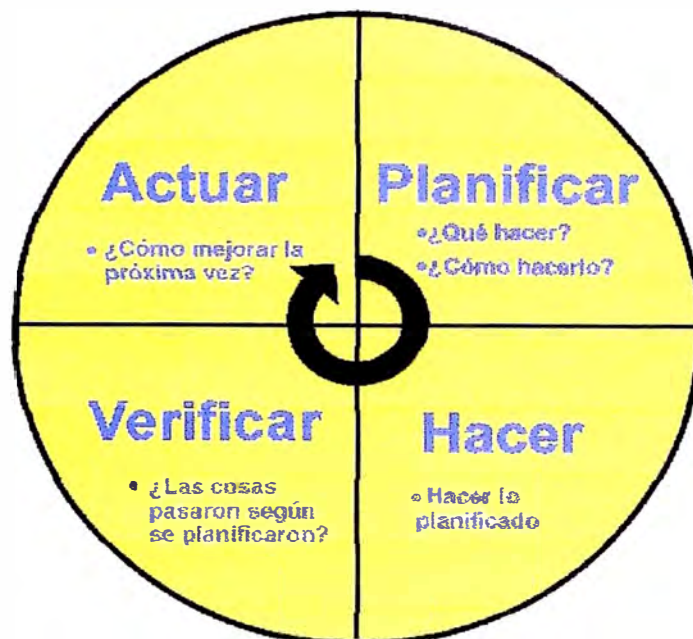


Fig. 3.3 Modelo Conceptual PHVA (Círculo de Deming)

- Planificar los objetivos de mejora para el proceso y la manera en que se van a alcanzar.
- Hacer, ejecutando las actividades planificadas para la mejora.
- Verificar la efectividad de las actividades de mejora.
- Actuar, actualizando la nueva forma de hacer ocurrir el proceso con las mejoras que hayan demostrado efectividad.

El alcance del PGC fue aplicable a todas las actividades de trabajo y se estructuró en 02 Etapas:

- Parte 1: Gestión de Calidad
- Parte 2: Obras Mecánicas

El PGC contiene los procedimientos e instrucciones técnicas complementarias requeridas para la ejecución de la obra. Estos procedimientos de trabajo fueron totalmente cumplidos en la ejecución de cada actividad del proceso constructivo, originando registros de calidad que aseguraban la calidad del producto resultante de cada proceso.

3.4.2. Conceptos

3.5.2.1. Control de Calidad

Es el conjunto de técnicas y actividades operativas utilizadas para cumplir con los requisitos relativos a la calidad. Cuando se hace referencia a un concepto más restringido del control de calidad se suele emplear “Control de Calidad de Fabricación”; pero si el alcance es a nivel de toda la organización empresarial se le asigna como “Control de Calidad”.

El control de Calidad implica la aplicación de técnicas operativas y actividades, dirigidas a controlar un proceso y eliminar las causas de un rendimiento no satisfactorio de las diferentes fases del ciclo de la calidad a fin de lograr los mejores resultados económicos.

3.5.2.2. Aseguramiento de la Calidad

El aseguramiento de la calidad se ha definido como el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar confianza que un producto (sea un bien o un servicio) satisfaga los

requerimientos relativos a la calidad. Con acciones planificadas y sistemáticas se quiere revelar que estas son debidamente previstas y responden a una frecuencia programada, ordenada, documentada, organizada y controlada en la perspectiva de asegurar que los productos alcanzarán la calidad esperada por el cliente y se cubrirá sus expectativas al momento de compararlos. Dentro de una empresa, el aseguramiento de la calidad se utiliza como una herramienta de gestión.

En situaciones contractuales (cliente-proveedor), el aseguramiento de la calidad también sirve para proporcionar confianza en el proveedor. El aseguramiento de la calidad se centra en un enfoque sistémico para desarrollar un conjunto de tareas que involucran a toda la empresa con miras a un desarrollo permanente de calidad.

El aseguramiento de la calidad consiste en tener y seguir un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implantadas dentro del Sistema de Calidad. Estas acciones deben ser demostrables para proporcionar la confianza adecuada, tanto a la propia empresa como a los clientes que se cumplen los requisitos del Sistema de Calidad.

3.5.2.3. Calidad Total

La constante evolución de las necesidades y expectativas de los clientes, junto con la evolución de la tecnología ha conducido tanto a quienes se desenvuelven en el mundo académico como a los

hombres de empresa a pensar en un concepto de calidad orientado hacia la satisfacción plena del cliente y a cubrir las aspiraciones de la propia empresa y de sus integrantes.

En base a esta premisa se desarrolla el enfoque de Calidad Total, cuya definición sería la siguiente: “La Calidad Total es la adaptación permanente de los productos a las necesidades explícitas o implícitas de los clientes externos e internos mediante el control de todas las actividades de la empresa”.

3.5.2.4. Mejora Continua

El objetivo de la mejora continua del sistema de gestión de la calidad es incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas. Las siguientes acciones son destinadas a la mejora:

- Analizar y evaluar de la situación existente para identificar áreas para la mejora.
- Establecer objetivos para la mejora.
- Busca de las posibles soluciones para lograr los objetivos.
- Evaluar y seleccionar dichas soluciones.
- Implementar la solución seleccionada.
- Medir, verificar, analizar y evaluar los resultados de la implementación para determinar que se han alcanzado los objetivos.
- Formalizar los cambios.

Los resultados se revisan, cuando es necesario, para determinar oportunidades adicionales de mejora. De esta manera, la mejora es una actividad continua. La información proveniente de los clientes y otras partes interesadas, las auditorias y la revisión del sistema de gestión de la calidad pueden, así mismo, utilizarse para identificar oportunidades para la mejora.

3.4.3. Identificación de Procesos

El modelo de gestión fue basado en procesos. Se define proceso a cualquier secuencia repetitiva de actividades que una o varias personas desarrollan para hacer llegar una salida a un destinatario a partir de unos recursos que se utilizan o bien se consumen. El modelo se muestra a continuación (esquema sacado del ISO9000:2000)

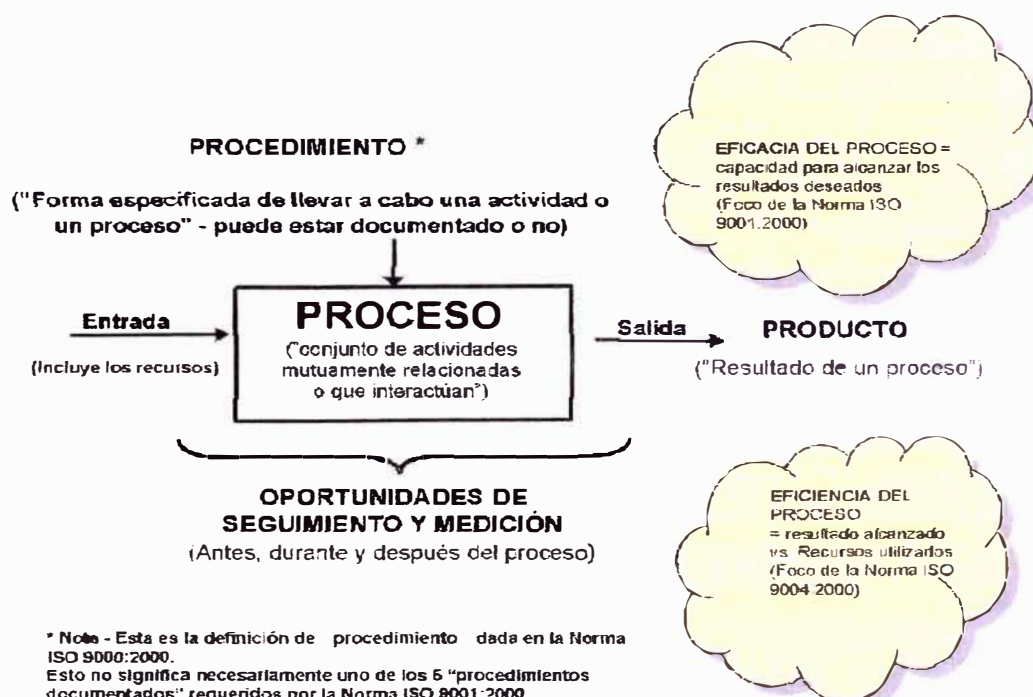


Fig. 3.4 Modelo de procesos según la norma ISO 9001:2000

3.4.4. Estructura de Documentación

Los documentos que formaron parte del PGC son los siguientes y están organizados de acuerdo a los siguientes niveles:

- NIVEL I : Manual de Calidad
- NIVEL II : Procedimientos Operativos de Calidad
- NIVEL III: Instrucciones Técnicas Complementarias
- NIVEL IV : Registros de Calidad

3.5.4.1. Manual de Calidad

El Manual de Calidad define el alcance del plan de gestión de calidad, a su vez, define los procedimientos y demás documentos mediante los cuales se desarrollo el proyecto bajo principios de gestión de calidad.

Los aspectos más importantes que menciona son las siguientes:

- Requisitos generales de documentación de plan de gestión de calidad. Estipula acciones a desarrollar como identificar procedimientos para el PGC, determinar la secuencia e interacción de procesos identificarlos, controlar documentos y registros, etc.
- Responsabilidad de la Dirección que involucran compromiso de la dirección, enfoque al cliente y política de la calidad, planificación, etc.

- Gestión de los recursos que involucra calificación de los recursos humanos que trabajarán en procesos que afectan la calidad del producto.
- Proceso de compras, información de compras y verificación de los productos comprados.
- Medición, Análisis y Mejora mediante seguimiento y medición de procesos y obra, auditorías internas, control de producto no conforme, procedimientos de mejora continua y acciones correctivas.

El manual de calidad define los procedimientos operativos de calidad, los cuales se aplican de manera general, a toda ejecución del proyecto, se enumeran a continuación:

1. Control de Documentos
2. Control de Registros
3. Coordinación del Proyecto
4. Gestión de Recursos Humanos
5. Consultas y cambios de Ingeniería
6. Control y Equipos de Medición
7. Tratamiento de No Conformidades
8. Inspección y Ensayos
9. Gestión de Mejora Continua
10. Recepción de Materiales
11. Uso y Distribución de Planos
12. Auditorías Internas de Calidad

13. Compras

14. Acciones Correctivas

3.5.4.2. Procedimientos de Ejecución de Actividades

Denominados también como “Instrucciones Técnicas Complementarias” (ITC), son procedimientos de ejecución de actividades del proceso constructivo y del control de calidad. Estos describen los pasos de construcción a seguir para llevar a cabo un trabajo que cumpla los requisitos de calidad, anexan además registros de controles de calidad que se aplican posteriormente a una actividad. Son documentos específicos trascendentes para que el tren de actividades diarias sea ejecutado con calidad y seguridad.

Los ITC Mecánicos aplicados son:

1. Calificación de Procedimiento de Soldadura.
2. Calificación de Soldadores.
3. Análisis END.
4. Trabajos de Soldadura en Campo.
5. Recepción de Tubos y Materiales.
6. Planificación de Obras Mecánicas.
7. Manipuleo, Transporte de Materiales y Montaje de Tubos.
8. Trazabilidad.
9. Reparación de Soldadura.
10. Corte y Biselado de Tubería.
11. Sistema de Codificación de Juntas de Soldadura.

12. Procedimiento para la Prueba de Resistencia y Hermeticidad.

13. Limpieza de Tuberías.

3.5.4.3. Dossier de Calidad

Es un documento en el cual están recopilada la información como procedimientos y registros de calidad de los diferentes procesos constructivos. El objetivo es sustentar al Cliente y entes supervisores que los trabajos que se realizaron estrictamente respetando las “Instrucciones Técnicas Complementarias” y los registros de calidad que son las pruebas que reconocen que los requisitos de calidad fueron alcanzados.

3.4.5. Recursos Humanos

El Área de Calidad está conformado por el siguiente personal:

- Jefe de Calidad; por la envergadura del proyecto, el cargo de jefe de calidad fue asumido por el Ing. Residente.
- Supervisor de Control de Calidad (QA/QC); en campo trabajó un ingeniero encargado del control de calidad y de Seguridad a la vez, que para este caso se encargó de inspeccionar los trabajos de soldadura, desde el alineamiento de los tubos, corte, biselado, así como programar las pruebas END y coordinar las reparaciones de haberlas.

También estaba encargado del trabajo de gabinete, entre sus funciones realizadas tenemos:

Elaboración el Plan de Gestión de Calidad

Elaboración de Manual de Calidad

Elaboración de los Procedimientos operativos de Calidad

Elaboración de las Instrucciones Técnicas Complementarias

Elaboración de los Registros de Calidad

Recopilación y Organización de los Registros de Calidad en su Dossier Correspondiente.

Elaboración del Welding Book

Revisión de los Dossier de Calidad

Apoyo al personal de campo

Levantamiento de No Conformidades de Obra.

En conjunto se logró cumplir con lo estipulado que fue asegurar y controlar la calidad del proceso constructivo de las líneas de tubería, finalizando con la entrega del Dossier de Obra al Cliente.

3.5 PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE

El Plan de Prevención de Riesgos y Plan Ambiental están basados fundamentalmente en la Política propia de cada empresa, en el caso del proyecto se aplicaron principios de la empresa contratista encargada de la construcción de las líneas de tuberías.

3.5.1. Política de Prevención de Riesgos

De acuerdo a esta Política se tienen los siguientes alcances:

- El Gerente del Proyecto fue el responsable de implementar el Programa de Prevención de Riesgos, también de apoyar y establecer mecanismos de supervisión y control para garantizar que el programa sea cumplido en su totalidad en todas las etapas del proyecto.

- Se aseguró que el personal a todo nivel, conozca los estándares, normas procedimientos de prevención de riesgos incluido en el programa.
- La prevención de accidentes no solo involucra la seguridad personal, sino muchos otros factores que afectan el progreso y eficiencia del trabajo, tales como la condición mecánica de los equipos, el almacenamiento de los materiales, la higiene ocupacional y la prevención de incendios.
- El lugar de trabajo debe ser seguro y saludable como condición laboral básica y es responsabilidad de cada uno de los trabajadores el lograrlo acatando las disposiciones contenidas en el Programa de Prevención de Riesgos.

En base a estas premisas en el Proyecto se estableció lo siguiente:

3.6.1.1. Charlas de Seguridad

Son charlas diarias de 5 minutos referidas al tema de seguridad, ambiental o de salud e higiene ocupacional, se realizan minutos previos al inicio de los trabajos diarios. En algunos casos se retroalimenta comentando observaciones e incidentes ocurridos durante la obra. LA ASISTENCIA ES OBLIGATORIA.

3.6.1.2. Elaboración de ATS (Análisis de Trabajo Seguro)

El ATS, es un formato que se elabora por cada cuadrilla de trabajo y consiste en identificar condiciones y actos inseguros que se pueden presentar en un tipo de actividad de trabajo diario, se realiza un listado de peligros y posteriormente se identifican sus

medidas preventivas a tomar en cuenta. Este se realiza diariamente minutos previos al inicio de las labores, cada personal involucrado en la actividad deberá firmar este documento.

3.6.1.3. Charlas de Inducción de Personal

Es una charla de inducción dictada a cada nuevo personal que se integraba a la Obra, en esta se dan las pautas de la Política de Calidad, del programa implementado, normas y obligaciones de seguridad a cumplir durante la ejecución de los trabajos y las generalidades del Proyecto.

3.5.2. Personal de Prevención de Riesgos

Denominado “Prevencionista de Obra” es la persona encargada de supervisar y conducir las labores de seguridad que se implementaron según lo que estipula el Programa. Para el presente proyecto y por su envergadura, el cargo de Prevencionista de Obra y el de Supervisor de seguridad y Calidad fue asumido por un solo Ingeniero de Campo. Entre sus actividades a realizar tenemos:

- Programa de Charlas Diarias de Seguridad
- Dictar la Charla de inducción
- Revisar los ATS
- Supervisar el cumplimiento de los Procedimientos de Trabajo Seguro para Tareas Críticas (trabajos en caliente, altura, espacios confinados, etc.)
- Supervisar el cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente en las actividades diarias de trabajo.

- Programar inspecciones de seguridad que realizaran mensualmente los ingenieros de campo.

3.5.3. Comité de Prevención de Riesgos

Este comité conformado por el prevencionista de obra, ingenieros de campo, supervisores y el ingeniero residente de obra tenían el objeto de analizar, comunicar y resolver problemas presentados en campo durante la ejecución de cualquier actividad del proceso constructivo como pueden ser accidentes y/o incidentes. La frecuencia de reuniones es de quince días. La reunión es dirigida por el Prevencionista de Obra.

3.5.4. Política Ambiental y Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

El respeto por el medio ambiente y su conservación, así como el cumplimiento de las normas ambientales, fueron compromisos fundamentales durante el desarrollo de todas las actividades del proceso constructivo, a través de una gestión ambiental compatibles con los principios de Desarrollo Sostenible. De acuerdo a esta Política se tienen los siguientes alcances:

- Realizar un esfuerzo continuado en identificar, prevenir y minimizar impactos ambientales negativos. Procurar una utilización eficiente de los recursos energéticos y de las materias primas.
- Utilizar criterios razonables para la evaluación y selección de los subcontratistas y proveedores, exigiéndoles un desempeño ambiental acorde con lo establecido internamente.

- Reducir residuos, emisiones y vertimientos y controlar los factores generadores de impactos.

3.6.4.1. Estudio de Impacto Ambiental.

El EIA tuvo como objetivo, identificar y evaluar los impactos generados por actividades del Proyecto, además de adecuar el Plan de Manejo Ambiental para prever y mitigar los potenciales impactos negativos que pudieran presentarse en las modificaciones, el cual permitirá la ejecución del proyecto dentro de un marco de desarrollo sustentable.

En el presente proyecto, no hubo mayores problemas con el EIA, pues la ejecución de los trabajos fue realizado dentro de las instalaciones del cliente, que ya manejaba un Plan de Manejo Ambiental, y al cual nos tuvimos que adecuar.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 CONCEPTOS BASICOS

Para dar una introducción general al tema de costos, se explicaran algunos conceptos básicos que se aplican para el cálculo de los costos unitarios y control de costos de los procesos constructivos.

4.1.1. Materiales

- Materiales Directos; son bienes e insumos que quedarán incorporados como parte del Proyecto contratado. El valor de éstos se especifican en las órdenes de compra, rendición de gastos, etc.
- Materiales Indirectos; son bienes e insumos correspondientes a procesos de dirección, administrativos, etc. El valor de estos se especifican en las órdenes de compra, rendición de gastos, etc.

4.1.2. Mano de Obra

- Mano de Obra Directa; corresponde al costo de Horas-Hombre (H-H), empleadas para ejecutar el proceso constructivo, se trata de recursos humanos empleados en las actividades de construcción en campo. Estas H-H están relacionadas directamente con la producción y los rendimientos establecidos. Para completar este costo se debe incluir

además de los jornales, también los beneficios sociales como la prestación de salud, impuestos, seguros de riesgo y vida, indemnizaciones, movilidad, vacaciones, gratificaciones, bonificaciones por especialización, etc.

- Mano de Obra Indirecta; corresponde al costo de H-H, que participan en los procesos de respaldo, como dirección del proyecto, administración y logística, mantenimiento de equipos, etc.

4.1.3. Supervisión

Esta fase corresponde al costo de los empleados del Proyecto como el Ingeniero Residente, Administrador, Ingenieros de Campo, Supervisores, Jefes de Campo, Asistentes, etc. Supervisarán y gestionarán el desarrollo de la Obra. Se considera los sueldos, beneficios sociales, porcentaje de participación, viáticos, alojamiento y pasajes dependiendo de las características del Proyecto.

4.1.4. Equipos

Corresponde al costo de equipos como, maquinaria pesada de construcción, equipos mecánicos, eléctricos, camionetas, etc. Estos pueden ser propiedad de la empresa constructora o de terceros. Se incluye la depreciación, gastos de mantenimiento, seguros, inflación e interés de capital.

4.1.5. Sub-Contratos

Es la contratación de una empresa legalmente constituida para ejecutar parte de la Obra.

4.1.6. Gastos Generales

Lo componen aquellos costos incurridos necesariamente para llevar a cabo la dirección y administración de la Obra. Estos pueden ser seguros, cartas de fianza, útiles de oficina, comunicaciones, movilidad, servicios de agua, electricidad teléfono, gastos de representación, gastos financieros, entre otros.

4.2 COSTO DE LA OBRA

| DESGLOSE DE GASTOS | |
|---------------------------|------------------------|
| Mano de Obra | 45,029.97 |
| Supervisión | 10,624.27 |
| Terceros | 1,079.23 |
| Herramientas | 23,062.50 |
| Materiales (Consumibles) | 13,617.72 |
| G.G. y Utilidades | 21,699.30 |
| | US\$ 115,113.07 |

4.3 RESULTADOS DE LO PRESUPUESTADO VS. LO EJECUTADO

| DESGLOSE DE GASTOS | PPTO GP-007- 2009 | Ejecutado Costo Reales |
|--------------------------|------------------------|---------------------------|
| Mano de Obra | 48,055.00 | 45,029.97 |
| Supervisión | 16,180.00 | 10,624.35 |
| Terceros | 10,503.75 | 1,079.23 |
| Herramientas | 23,062.50 | 23,062.50 |
| Materiales (Consumibles) | 17,928.35 | 13,617.72 |
| G.G. y Utilidad | 28,932.40 | 21,699.30 |
| | US\$ 144,622.00 | US\$ 115,113.07 |

TOTAL GASTOS DE OBRA = **US\$ 115,113.07** **79.57%**

GANANCIA = **US\$ 29,899.30** **25.96%**

4.4 RESULTADOS EN LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Capacidad antes del Proyecto de Ampliación:

| Flujo (Kg / h) | Jornada de Trabajo (h/día) | Eficiencia (%) | Capacidad Real (Ton/día) |
|-----------------|----------------------------|----------------|--------------------------|
| 1500 | 24 | 80 | 28,80 |

Capacidad después del Proyecto de Ampliación:

| Flujo (Kg / h) | Jornada de Trabajo (h/día) | Eficiencia (%) | Capacidad Real (Ton/día) |
|-----------------|----------------------------|----------------|--------------------------|
| 3500 | 24 | 80 | 67,20 |

CONCLUSIONES

1. Para efectuar una buena instalación de los equipos y tuberías, de acuerdo a los estándares de operación de la planta no solo se recurrió a la información entregada; sino que se tomo gran enfoque en la coordinación con los líderes de línea y los operadores de la planta, de los cuales se recogieron sus inquietudes para poder adecuar la instalación de las tuberías y equipos a su comodidad para una mejor operación de producción.
2. Debido al poco tiempo de las paradas de planta para hacer los trabajos de montaje de mayor envergadura, y cumplir con las tareas encomendadas, se tuvo que implementar dos turnos de trabajo, jornadas intensivas, horas extras y hasta domingos, para cumplir los plazos de entrega dentro de los días de parada de planta. Además de concientizar e incentivar al personal para la realización de los trabajos en equipo, con una buena coordinación para la secuencia de trabajos ejecutándose con eficacia y eficiencia.
3. Comparando las herramientas de control de obra mencionadas en el informe, El valor ganado proporciona una medida objetiva y universal del progreso de un proyecto, ya que ni el tiempo transcurrido, ni el dinero gastado, son indicadores confiables del avance de un proyecto. También permite un análisis en la dimensión de costos y tiempos, en cualquier fase o

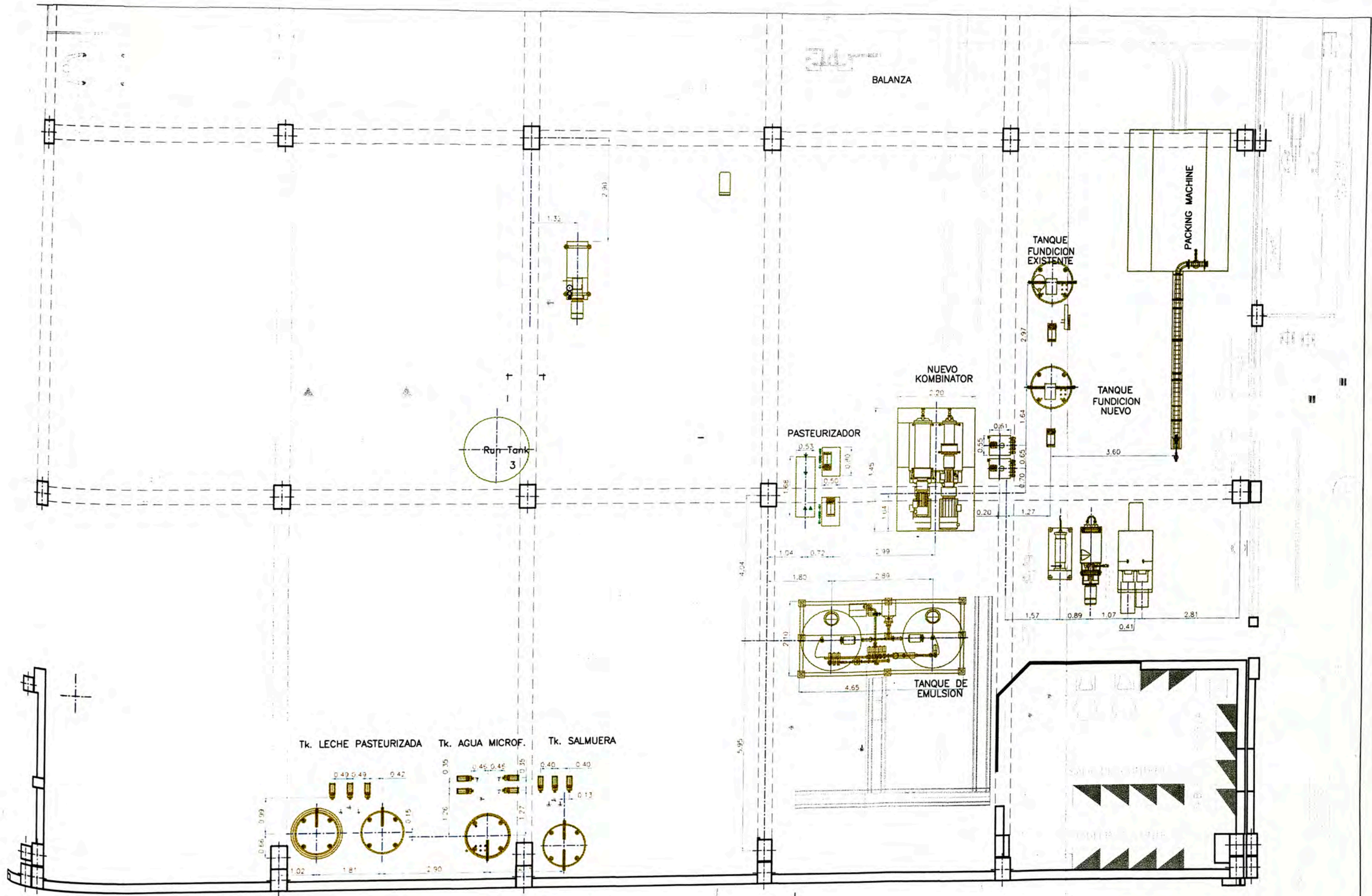
periodo de evaluación del proyecto, mediante el cálculo de variaciones, índices de rendimiento y proyecciones. Esto da la posibilidad de que el gerente del proyecto identifique problemas lo más pronto posible y tome medidas correctivas rápidas y efectivas desde etapas tempranas del proyecto (administración de riesgos).


4. Los resultados de capacidad producción de la Planta, después del proyecto de ampliación, fue de un aumento de capacidad en un 133% traducido en el valor de 67.20 Ton/día considerando una eficiencia de producción del 80% y con jornadas de producción de 24 horas.
5. Mantener la continuidad de la obra era la premisa día a día, el principal obstáculo fue, la entrega de los permisos de trabajo diarios, que generalmente se entregaban tarde y la programación de fecha no exacta para los días de parada de planta, las soluciones fueron una reunión con el cliente, quienes habilitaron a un supervisor de turno para que pueda entregar los permisos a la hora esperada. Así mismo se coordinó con el cliente las reuniones con los ingenieros de producción para poder tener fechas más exactas de las paradas de planta programadas.
6. El papel del Supervisor de Calidad y Seguridad fue determinante para la trazabilidad de las líneas de tuberías y la elaboración del dossier correspondiente que se entregó al cliente. Así como también el de implementar el plan de seguridad para los trabajos en horas vespertinas. Fue primordial la comunicación y coordinación con el personal de respaldo de oficina incluyendo al Gerente.

BIBLIOGRAFÍA

- Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)
Tercera Edición 2004 Project Manamegent Institute, Four campus
Boulevard, Newtownm Square, PA 19073-3299 EE.UU.
- Dossier de Obra: Proyecto Ampliación de Planta Mantecas y Margarinas
Geproin S.A.C. - 2009.
- Datos Estadísticos: Pacific Credit Rating
Alicorp S.A.A. : Informe con estados financieros al 30 de junio de 2009
www.ratingpcr.com
- Manual de Soldadura EXSA-OERLIKON Edición 2000
- Structural Welding Code - Steel (ANSI-AWS D1.1,D1.1M-2002)
American Welding Society
- Información de Equipos - Data Sheets
Copyright 2006 Gerstenberg Schröder A/S.
www.gs-as.com

PLANOS



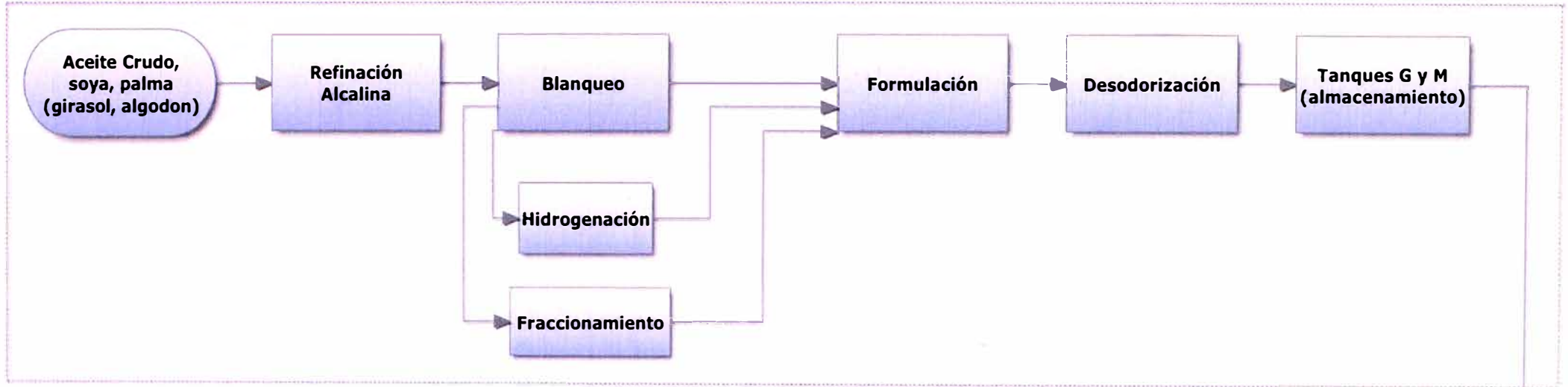
| | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|------------------|--|--|---|------------------|---|--|-------------|---------|-----------------------------------|--------|
| FECHA: 20-OCT-08 DESCRIPCION REVISADA: EMPSON PRELIMINAR | REVISADO: J.C.M. | APROBADO: C.P.O. | PLANO REFERENCIAL N°: JO-07-6492-358-1 | DESCRIPCION: WIPED FILM EVAPORATOR SYSTEM - TRAIN-01 | DISEÑADO POR: GEPROIN FECHA: 20-OCT-08 | FECHA: 20-OCT-08 |  <p>GEPROIN Proyectos Industriales</p> <p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS</p> | CLIENTE: ALICORP S.A.A. PROYECTO: MARGARINAS TITULO: LAY OUT GENERAL | ESCALA: S/E | OT: --- | NUMERO DE PLANO: 1008G-A3M-MG-029 | REV: 0 |
| | | | | | DIBUJADO POR: J. BARDALES FECHA: 20-OCT-08 | FECHA: 20-OCT-08 | | | | | | |
| | | | | | REVISADO POR: J. MAMANI FECHA: 20-OCT-08 | FECHA: 20-OCT-08 | | | | | | |
| | | | | | APROBADO POR: C. PALACIOS FECHA: 20-OCT-08 | FECHA: 20-OCT-08 | | | | | | |

APÉNDICE A

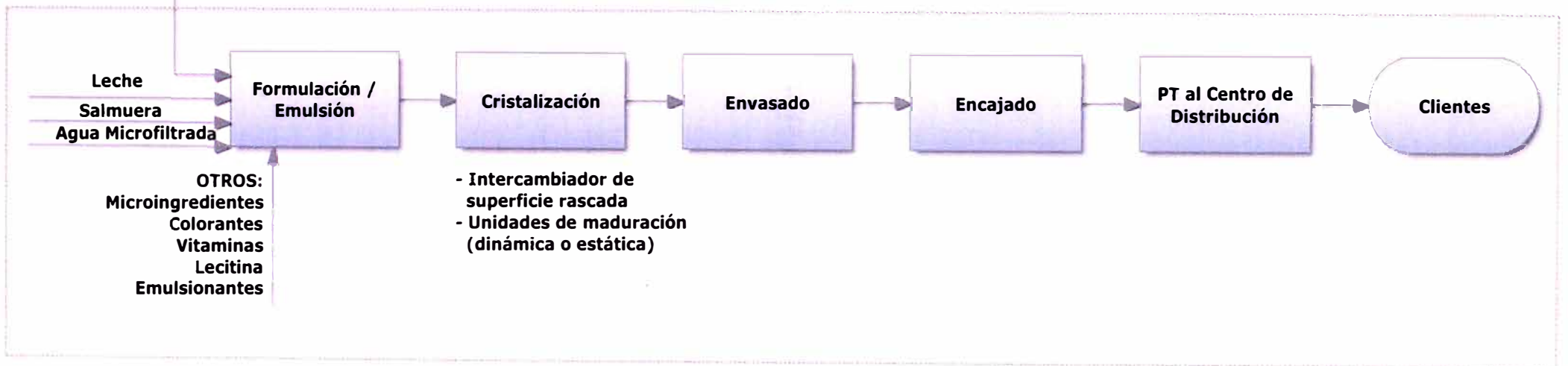
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LAS GRASAS COMESTIBLES

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LAS GRASAS COMESTIBLES

REFINERIA

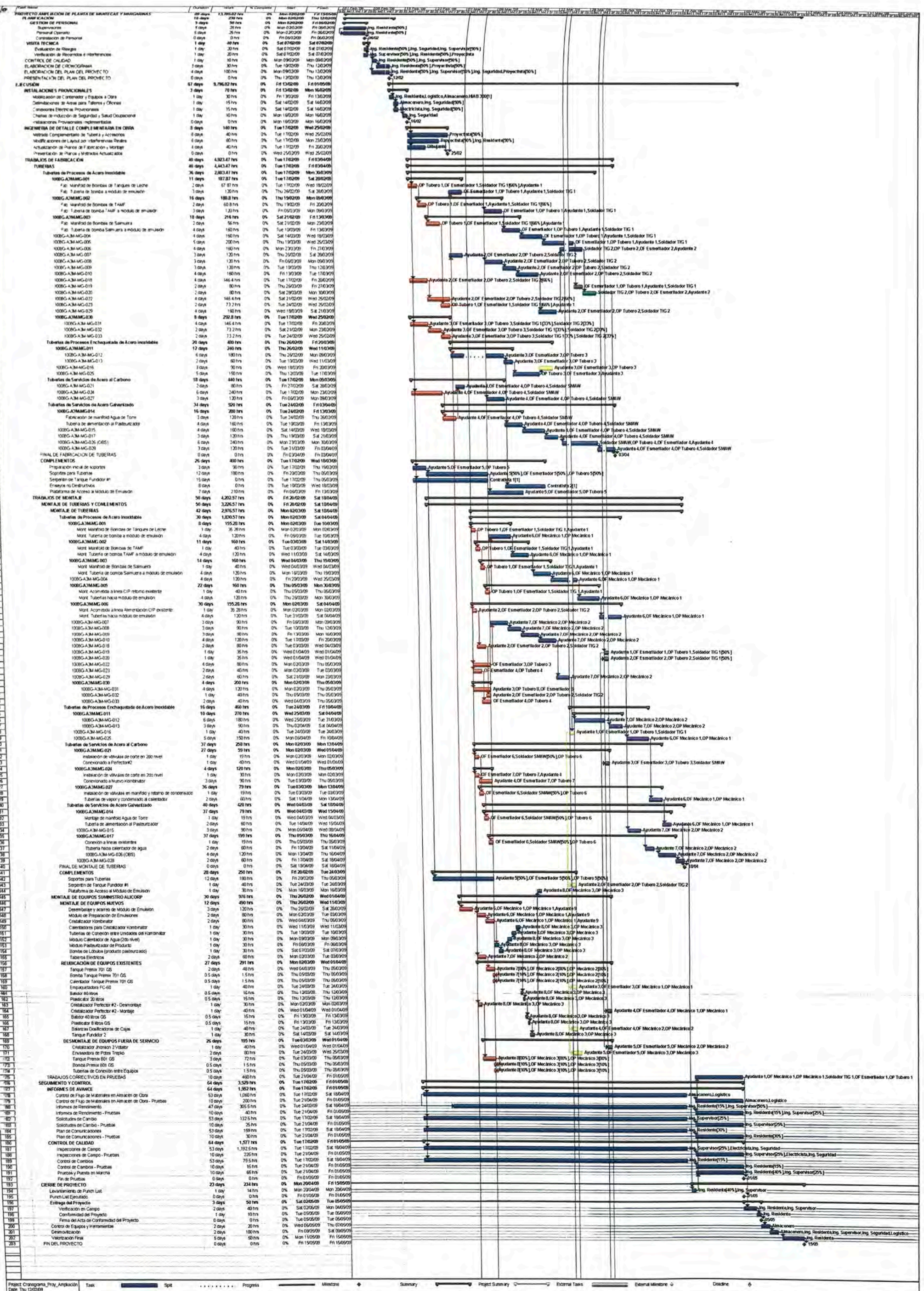


MANTECAS Y MARGARINAS



APÉNDICE B

CRONOGRAMA DE OBRA



APÉNDICE C

CUADROS DE CONTROL DE OBRA TECNICA DEL VALOR GANADO (EVT) CURVAS “S”

ANALISIS DE MEDICION DEL RENDIMIENTO: TECNICA DEL VALOR GANADO (EVT)

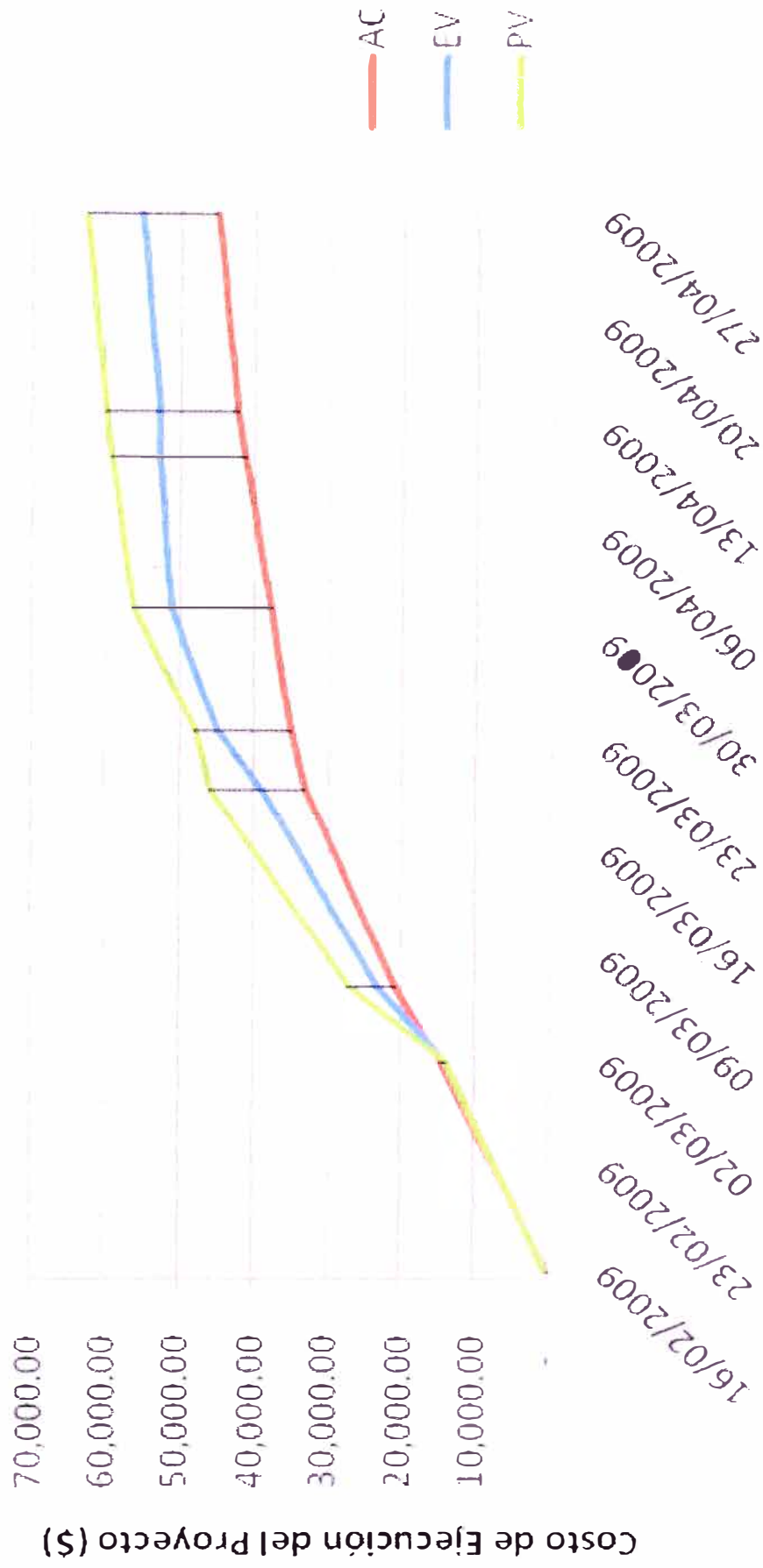
| | | 16/02/2009 | 02/03/2009 | 07/03/2009 | 20/03/2009 | 24/03/2009 | 01/04/2009 | 11/04/2009 | 14/04/2009 | 27/04/2009 |
|----------------|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Valor Planeado | PV | 286.00 | 14,007.90 | 27,164.66 | 45,819.66 | 48,039.66 | 56,194.66 | 59,194.66 | 59,969.66 | 62,589.66 |
| Valor Ganado | EV | 286.00 | 13,849.78 | 23,295.43 | 38,787.68 | 45,062.13 | 51,151.51 | 52,756.51 | 52,751.01 | 55,223.76 |
| Costo Actual | AC | - | 14,638.44 | 20,883.28 | 32,962.20 | 35,002.96 | 37,723.91 | 41,210.99 | 42,234.97 | 45,063.72 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----|--|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Variación del Costo | CV | | -788.66 | 2,412.15 | 5,825.48 | 10,059.18 | 13,427.60 | 11,545.52 | 10,516.04 | 10,160.04 |
| Índice de Rendimiento del Costo | CPI | | 0.95 | 1.12 | 1.18 | 1.29 | 1.36 | 1.28 | 1.25 | 1.23 |
| Variación del Cronograma | SV | | -158.12 | -3,869.23 | -7,031.98 | -2,977.53 | -5,043.15 | -6,438.15 | -7,218.65 | -7,365.90 |
| Índice de Rendimiento del Cronograma | SPI | | 0.99 | 0.86 | 0.85 | 0.94 | 0.91 | 0.89 | 0.88 | 0.88 |

| | | | | |
|---|------------|------------------|-----------|---|
| Variación del Costo | CV | 10,160.04 | \$ | Diferencia del costo presupuestado para Mano de Obra versus lo realmente gastado en la ejecución del proyecto. |
| Índice de Rendimiento del Costo | CPI | 122.55 | % | Ahorro del costo presupuestado para Mano de Obra versus lo realmente gastado en la ejecución del proyecto. |
| Variación del Cronograma | SV | -7,365.90 | \$ | Costo del retraso en la ejecución de los trabajos según el cronograma proyectado al inicio del proyecto (por reducción de alcance). |
| Índice de Rendimiento del Cronograma | SPI | 88.23 | % | Trabajo ejecutado al final del proyecto versus lo inicialmente planeado, resultando un 12% no ejecutado por reducción del alcance. |

Curvas de Rendimientos "S"

MANO DE OBRA



Periodo de Ejecución del Proyecto

APÉNDICE D

PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA USADOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA USADOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

1. SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO (SMAW)

El proceso SMAW o mejor conocido como soldadura por electrodo revestido emplea el paso de un arco eléctrico a través de un electrodo metálico y el material a soldar. Este arco eléctrico produce el calor necesario para fundir el material base y al aporte originándose la mezcla de ambos en estado líquido que al solidificarse formarán el cordón de soldadura. Como todos los metales al calentarse es más fácil que se oxiden por lo cual a este electrodo se le coloca un revestimiento químico el cual dará propiedades específicas a la soldadura y formará una nube protectora contra el medio ambiente. Al solidificarse el fundente este protegerá al metal sólido de enfriamientos bruscos, así como contaminaciones por absorción de gases.

El circuito básico para soldadura con arco.

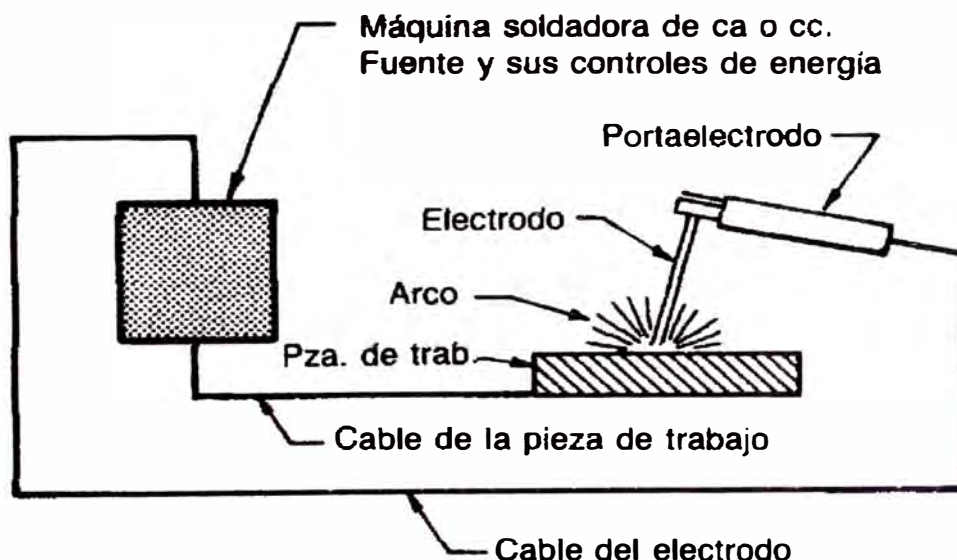


Fig. C-1

1.1 Factores para Manejar Propiamente el Proceso

- Diámetro correcto del electrodo.
- Tipo de corriente apropiada
- Correcta selección de cantidad de corriente (amperaje y voltaje).
- Correcta longitud de arco.
- Correcta velocidad de soldeo.
- Ángulos correctos de aplicación.

2. SOLDADURA DE ARCO DE TUNGSTENO CON GAS (TIG)

Principios del proceso con gas y arco de tungsteno (GTAW). Si se requiere metal de aporte, se alimenta al depósito desde una barra de aporte separada.

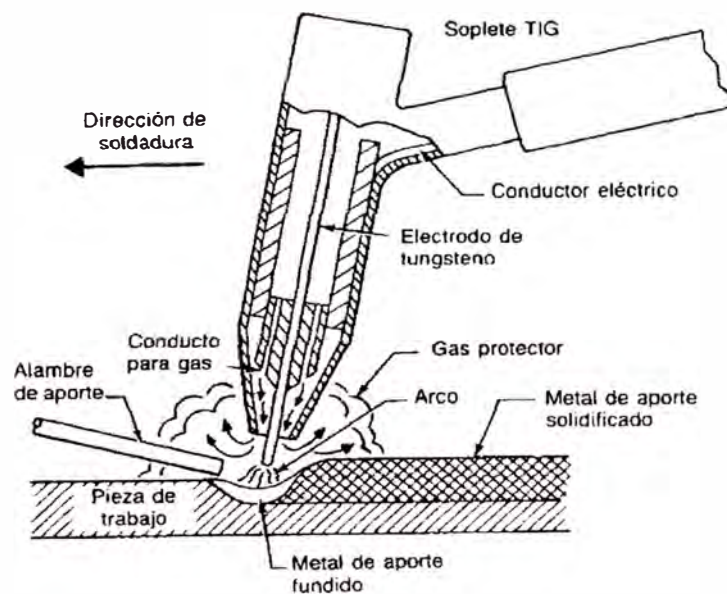


Fig. C-2

La definición de la A W S para la soldadura de gas y arco de tungsteno llamada TIG, es un proceso de soldadura con arco que produce la unión mediante el calentamiento con un arco entre un electrodo de tungsteno y la pieza de trabajo. Puede emplearse o no metal de aporte. La protección se logra con gas o una mezcla de gases.

En esencia, el electrodo de tungsteno no consumible es un soplete, un dispositivo de calentamiento. Debajo de la cubierta de gas protector, los metales que van a unirse pueden calentarse arriba de sus puntos de fusión para que el material de una pieza se una con el de la otra pieza; cuando se solidifica la zona *fundida se produce la unificación*. Además, puede utilizarse presión cuando los cantos que se van a unir estén cerca de su estado de fusión con objeto de ayudar a que se unan. Esta soldadura no requiere metal de aporte.

Si la pieza de trabajo es demasiado gruesa para la simple fusión de los cantos colindantes y si se requiere de uniones de ranura o refuerzos tales como filetes, debe agregarse metal de aporte por medio de una barra de aporte alimentada dentro del depósito fundido en forma manual o mecánica. Tanto la punta del electrodo de tungsteno no consumible como la punta de la barra de aporte se mantienen debajo de la cubierta de gas protector conforme avanza la soldadura.

En la soldadura automática el alambre de aporte es alimentado a lo largo de una guía dentro del depósito fundido. Cuando van a colocarse uniones gruesas a *mano, una variante en el modo de alimentación es colocar o presionar la barra de aporte dentro o a lo largo de la unión y fundirla junto con los bordes de ésta*. Con el proceso TIG y metal de aporte pueden soldarse todos los tipos estándar de uniones.

Los materiales que pueden soldarse con el proceso TIG son casi todos los grados de aceros al carbono, aleación e inoxidables; aluminio y magnesio y la mayor parte de sus aleaciones; cobre y diversos latones y bronce; aleaciones de diversos tipos para altas temperaturas; numerosas aleaciones de *revestimiento duro, y metales como titanio, zirconio, oro y plata*. Este proceso está adaptado en especial para soldar materiales delgados cuando hay requisitos estrictos de calidad y acabado. Es uno de los pocos procesos adecuado para soldar objetos diminutos y de pared delgada, como cajas de transistores, diafragmas de instrumentos y fuelles de expansión delicados.

El proceso TIG (Tungsten Inert Gas) se usa ampliamente y es muy adecuado para soldar acero inoxidable. Un gas inerte (normalmente argón) se usa para

proteger del aire al metal fundido de la soldadura. Si se necesita, se agrega metal de aporte en forma de alambre dentro del arco, bien manual o automáticamente. El proceso se ilustra en la Figura 6. Mediante el proceso TIG se puede soldar materiales tan finos como algunas centésimas hasta espesores grandes, pero normalmente se usa hasta 1/4" (6.4 mm)

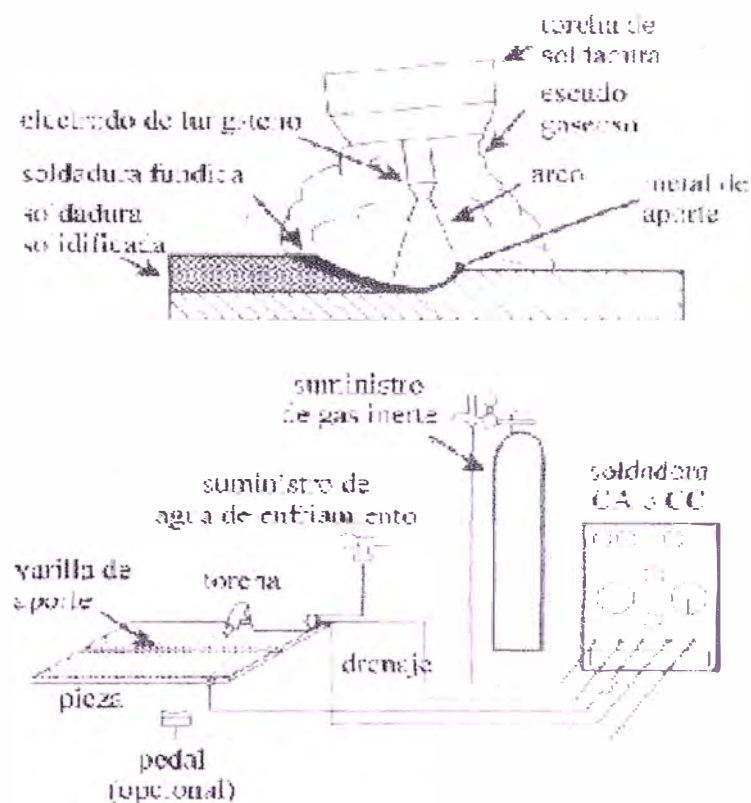


Fig. C-3 - Soldadura TIG

Algunas ventajas de este proceso de soldadura incluyen:

- no hay escoria que eliminar, lo cual minimiza las tareas de limpieza posterior.
- es un proceso de soldadura que se puede utilizar en todas posiciones, lo cual lo hace especialmente apto para la soldadura de cañerías.
- no hay salpicaduras de soldadura que limpiar.
- prácticamente no hay una variación en la composición química de la aleación del metal de base durante la soldadura.

2.1 Equipamiento para soldadura TIG

Lo estándar es utilizar corriente continua, con electrodo negativo. Una opción es utilizar corriente pulsante, que es adecuada para soldar materiales finos y para juntas que no están bien alineadas. La corriente *pulsante es también útil para realizar la pasada de raíz en soldadura de cañerías*. Las fuentes de potencia normalmente cuentan con un dispositivo de encendido de alta frecuencia. Esto permite que el arco se encienda sin tener que tocar la superficie, lo cual puede resultar en una contaminación del electrodo de tungsteno. Algunas fuentes tienen un dispositivo que permite que el electrodo sea posicionado sobre el trabajo, pero el arco no se enciende hasta que la torcha sea levantada. Una ventaja sobre el encendido por alta frecuencia es que elimina la posible interferencia sobre componentes cercanos, tales como computadoras y componentes electrónicos. Además de los controles para la intensidad de corriente en el tablero de la fuente, a menudo es útil tener un dispositivo de control de intensidad por medio de un pedal. Este dispositivo permite al operario aumentar o disminuir la corriente durante el transcurso de la soldadura, para ajustarse a las condiciones, como puede ser una junta desalineada. Una ventaja adicional es que permite el apagado del arco reduciendo la intensidad de corriente. Las torchas son enfriadas por aire o por agua. Las enfriadas por aire están limitadas a un rango de corrientes más bajo que las enfriadas por agua. Los electrodos más comunes son los de tungsteno con un 2% de torio, debido a sus excelentes propiedades de emisividad, aunque se utilizan electrodos de tungsteno con otros agregados. Las opiniones difieren en cuanto al tamaño de los electrodos para diferentes amperajes. Algunos están a favor de utilizar diferentes diámetros para *rangos de corriente diferentes, mientras otros usan un diámetro de 2.4 mm para un rango de corriente mucho más amplio*. También varían las preferencias en cuanto a la terminación de la punta del electrodo, pero una de las usadas más comúnmente es un afilado entre 20 y 25° con el extremo despuntado a 0.25 mm de diámetro. Las toberas o copas gaseosas vienen en una amplia variedad de tamaños y formas, y es mejor adaptar la tobera a la aplicación. Los diámetros de copa más grandes proveen mejor protección gaseosa, mientras las más pequeñas ayudan a

mantener un arco más estable y permiten una mejor visibilidad. Una alternativa es el lente gaseoso, el cual crea un flujo laminar mediante pantallas especiales dentro de la tobera. El flujo de gas inerte se proyecta a una distancia considerable de la punta de la tobera, dando una mejor protección gaseosa y buena visibilidad. Con cualquier proceso de soldadura que utilice gas inerte, es importante revisar todas las conexiones para asegurar que no existan pérdidas en el sistema. Si existiera una pérdida, por ejemplo en la línea de gas, el aire será aspirado dentro de ésta, a pesar que se crea lo contrario.

2.2 Consumibles

Para soldar aceros inoxidable, en el escudo gaseoso se utiliza argón puro, helio o mezclas de los dos. Las mezclas de argón con oxígeno que se utilizan en la soldadura MIG no deben ser usados en la TIG, debido al rápido deterioro de los electrodos de tungsteno. La adiciones de nitrógeno no se recomiendan por la misma razón. En la soldadura manual y realización de juntas por debajo de un espesor de 1.6 mm se prefiere al argón como escudo gaseoso. Da una buena penetración con una velocidad de flujo menor que la del helio, y hay menos oportunidad de fundir la soldadura. El helio produce un mayor flujo calorífico y una penetración más profunda, lo cual puede ser una ventaja en algunas operaciones de soldadura automática. Las mezclas de argón-helio pueden mejorar el contorno de la soldadura y la mojabilidad. Los metales de aporte adecuados para la soldadura TIG de aceros inoxidable se muestran en la Tabla IV. Los trozos rectos se utilizan normalmente en la soldadura manual, mientras que los alambres en rollos o bobinas se usan en la soldadura automática. Son esenciales prácticas convencionales de control de calidad para asegurar la limpieza de los alambres y evitar la mezcla de las distintas calidades. El alambre desnudo debe ser limpiado antes de ser usado y almacenado en un lugar cubierto.

Tabla IV
Materiales de aporte sugeridos para la soldadura del acero inoxidable

| Metal de base | Electrodo recubierto AWS o nombre común | Electrodo desnudo y varilla - AWS o nombre común | Metal de base | Electrodo recubierto AWS o nombre común | Electrodo desnudo y varilla - AWS o nombre común |
|--|---|--|--|---|--|
| AIISI (UNS) | AWS A5.4 (UNS) | AWS A 5.9 (UNS) | AIISI (UNS) | AWS A5.4 (UNS) | AWS A 5.9 (UNS) |
| 304 (S30400) | E 308 ⁽¹⁾ (W30810) | ER 308 ⁽¹⁾ (S30830) | 10 MO-6 ⁽²⁾ (N088026) | (3) | (3) |
| 304L (S30403) | E 308L (W30813) | ER 308L (S30833) | 20Cb-3 ⁽²⁾ (N088010) | E 300LR (W38022) | ER 300LR (N088022) |
| 309 (S30900) | E 309 ⁽¹⁾ (W30910) | ER 309 ⁽¹⁾ (S30930) | FUNDICIONES | | |
| 310 (S31000) | E 310 (W31010) | ER 310 (S31030) | TIPO ACI (UNS) | AWS A 5.4 (UNS) | AWS A5.9 (UNS) |
| 316 (S31600) | E 316 ⁽¹⁾ (W31610) | ER 316 ⁽¹⁾ (S31630) | CF-8 (J92600) | E 308 ⁽¹⁾ (W30810) | ER 308 ⁽¹⁾ (S30830) |
| 316L (S31603) | E 316L (W31613) | ER 316L (S31633) | CF-3 (J92500) | E 308L (W30813) | ER 308L (S30833) |
| 317 (S31700) | E 317 ⁽¹⁾ (S31730) | ER 317 ⁽¹⁾ (S31730) | CF-3M (J92900) | E 316 ⁽¹⁾ (W31610) | ER 316 ⁽¹⁾ (S31630) |
| 317L (S31703) | E 317L (W31713) | ER 317L (S31733) | CF-3M (J92300) | E 316L (W31613) | ER 316L (S31633) |
| 317 LM (S31725) | (3) | (3) | CN-7M (J95150) | E 300 LR (W38022) | ER 300 LR (N088022) |
| 321 (S32100) | E 347 (W34710) | ER 321 (S32130) | CK-3Mcu (S32154) | (3) | (3) |
| 347 (S34700) | E 347 (W34710) | ER 347 (S34730) | CA-6TM (J91540) | E 410 NiMo (W41016) | ER 410 NiMo (S41036) |
| Aleación 904L (N08904) | (3) | (3) | Nota: (1) La "L" o grado bajo en carbono o un grado estabilizado se usa siempre para una construcción soldada, excepto en algunas pocas instancias donde se sea importante una dureza un poco mayor que una mejor resistencia a la corrosión. (2) Nombre comercial. (3) Para soldar estos aceros inoxidables se usa normalmente un metal de aporte con 5% o más de molibdeno, tales como los del listado abajo. | | |
| Aleación 254 6MO ⁽²⁾ (S31264) AL-6XN ⁽²⁾ (N08367) | (3) | (3) | Electrodo recubierto AWS A5.11 (UNS) | Electrodo desnudo y varilla AWS 5.14 (UNS) | |
| 1925 LM ⁽²⁾ (N08926) | (3) | (3) | E 309-36 E | ER 309-36 E | |
| 25-6 Ni ⁽²⁾ (N08926) | (3) | (3) | | | |

Tabla C-1

2.3 Guías técnicas para el operador

La iniciación del arco se hace más fácil mediante dispositivos tales como un arranque por alta frecuencia o un arco piloto. En ausencia de estos dispositivos, se inicia el arco frotando la superficie con el electrodo, con lo cual se corre el riesgo de contaminar al electrodo y al metal a ser soldado. Cuando sea práctico, es útil utilizar pequeños trozos de planchuela de acero inoxidable adyacentes a la soldadura, para eliminar el posible daño en el metal de base. El soldador también debe ser cuidadoso cuando apaga el arco. El tamaño de la parte fundida de la soldadura debe ser disminuido, de otra manera, cuando la soldadura solidifique quedará un cráter y se producirá una grieta. En ausencia de un pedal de control de corriente, se debe aumentar la velocidad de soldadura antes de levantar el electrodo. Una buena práctica de apagado del arco es particularmente importante en la pasada de raíz de soldaduras que se realizan sólo desde un lado, de otra manera las grietas serán difíciles de reparar. Después de que se rompa el arco, el soldador deberá mantener la antorcha sobre el cráter por varios segundos para permitir que la soldadura se enfríe bajo la protección de la atmósfera de argón. Los aceros inoxidables son fáciles de soldar con el proceso TIG. Las aleaciones son relativamente insensibles a una pobre protección gaseosa, comparadas con metales reactivos, tales como titanio o zirconio. Sin embargo, es una buena práctica proveer de una buena protección gaseosa, tanto a la soldadura como al respaldo, lo mismo que mantener al metal de aporte dentro del escudo gaseoso durante la soldadura. Si el proceso tiene una potencial limitación, es que la soldadura pueda parecer buena, pero tener un metal de aporte inadecuado. En algunas soldaduras, esta práctica puede resultar en una forma cóncava, que tiene una tendencia a rajarse en el centro. La utilización de un metal de aporte adecuado, produce una soldadura ligeramente convexa y en algunas aleaciones mejora el nivel de ferrita, lo cual aumenta la resistencia al agrietamiento. En las soldaduras sujetas a ambientes corrosivos severos, a menudo es necesario que la aleación de las soldaduras sea de un grado más alto que la del material de base a ser unido, para dar una resistencia a la corrosión similar. Las soldaduras de aleación enriquecida son sólo posibles con una generosa adición de metal

de aporte. Es difícil definir qué cantidad de metal de aporte se debe utilizar, pero se estima que al menos de un 50% del metal de la soldadura debiera provenir del metal de aporte. Sin embargo, es importante que la mezcla con el metal de aporte adecuado se produzca antes de que la soldadura se solidifique, de otra manera existirían zonas segregadas de alta y baja aleación. Una causa de este tipo de segregación se debe a una desigual fusión del metal de aporte, junto con una alta velocidad de solidificación. Un ejemplo de dónde este tipo de segregación en la soldadura puede afectar en forma adversa el comportamiento en servicio, es en la soldadura de raíz de los caños utilizados en ambientes corrosivos.

2.4 Montaje de juntas de tuberías para soldadura TIG

Los puntos de soldadura son importantes porque normalmente quedan incluidos en la soldadura final. La purga con gas inerte antes de este proceso es necesaria como protección contra la oxidación. En las juntas por puntos con insertos consumibles, o soldaduras de raíz abiertas, como se las suele llamar, hay una fuerte tendencia de las fuerzas de *deformación a cerrar la junta*. Para mantener la separación deseada, puede ser necesario utilizar espaciadores e incrementar el tamaño y la cantidad de puntos de soldadura. Los espaciadores normalmente son pequeños pedazos de alambre limpio de acero inoxidable de diámetro adecuado. Cualquier punto de soldadura defectuoso o fisurado debe ser eliminado mediante esmerilado. Ambos extremos de los puntos de soldadura en raíz abierta deberán ser biselados para ayudar a que se fundan dentro de la soldadura de raíz. La necesidad de mantener una separación adecuada durante la pasada de soldadura de raíz se debe a dos razones. La primera es que un *espaciamiento uniforme ayuda al soldador a producir un contorno óptimo en el diámetro interno del tubo*. Cuando la junta es muy cerrada, hay una tendencia a raíces cóncavas en lugar de la deseable, que es levemente convexa. La segunda es que se necesita mantener una composición química uniforme en la pasada de raíz. Para muchas aplicaciones en corrosión, la adición de metal de aporte es esencial para que la soldadura tenga una resistencia a la corrosión similar a la del metal de base. Si la junta es muy chica, será imposible

fundir una cantidad adecuada de metal de aporte dentro de la soldadura de raíz. Por ejemplo, los aceros inoxidables con el 6% de molibdeno requieren una adecuada separación de la raíz y el agregado de un metal de aporte adecuado.

2.5 La purga durante la soldadura de raíz en cañerías

El interior del caño debe ser purgado con un gas inerte adecuado antes de la pasada de raíz con TIG. La falta de purga puede resultar en una superficie muy oxidada en la parte interior del caño, con una resistencia a la corrosión menor. *La purga se realiza normalmente con argón puro, pero también se suele utilizar el nitrógeno, debido a su bajo costo.* Con los aceros inoxidables dúplex, el respaldo gaseoso con nitrógeno compensa la pérdida del mismo en el metal soldado, y devuelve a la soldadura su resistencia a la corrosión por picado. En Europa se utiliza ampliamente una mezcla de nitrógeno con 10% de hidrógeno para purgar los caños de aceros austeníticos, lo cual no se recomienda para aceros dúplex. La purga es una operación en dos pasos. La primera se realiza antes de la soldadura para desplazar el aire que contiene el caño. Para ahorrar tiempo y gas, se usan baffles a ambos lados de la junta, con el fin de reducir el área de purga.

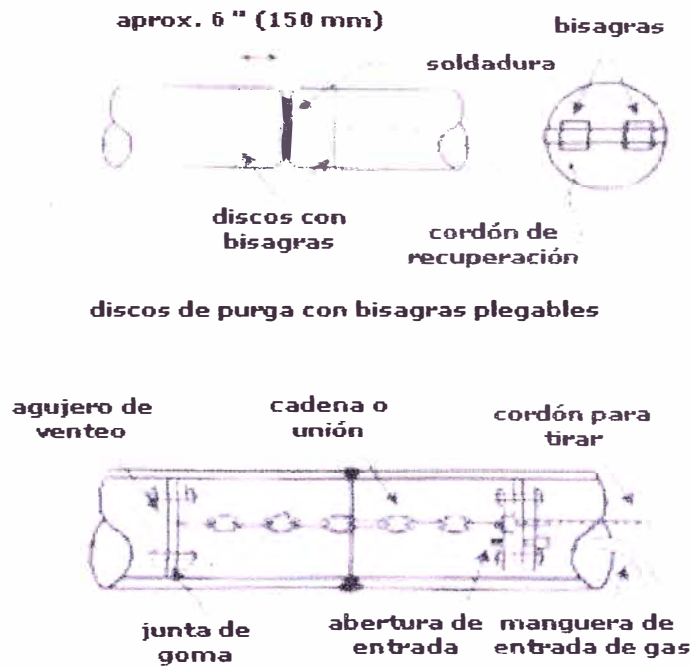


Fig. C-4 *Instalación típica para purga de caños*

Las juntas de la soldadura de raíz abierta deberán ser encintadas y los espacios muertos venteados antes de la purga. El contenido interno de oxígeno deberá bajarse a menos del 1% antes de la soldadura. Una instalación típica de purga se muestra en la Figura 4. Antes de comenzar la soldadura, el flujo de la purga deberá reducirse hasta un punto donde sólo haya una ligera presión positiva. La cinta que cubre la junta deberá ser quitada sólo momentos antes de realizar la soldadura. Después de la primera pasada, la purga deberá mantenerse durante las próximas dos pasadas con metal de aporte, con el fin de minimizar el desarrollo de color en la zona afectada por el calor (oxidación) en el interior de la cañería. Esto es especialmente importante cuando no sea práctico el decapado después de la soldadura.

APÉNDICE E

PREVENCIÓN DE RIESGOS: PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SEGURO PARA TAREAS CRÍTICAS

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SEGURO

1. TRABAJOS EN CALIENTE.

Es aquel que puede generar flama, chispas o calor en un ambiente con condiciones de riesgo de incendio y/o explosión.

Es el uso de equipo eléctrico en lugares donde pueda encontrarse presencia de gases o vapores inflamables.

Todo trabajo en caliente requiere de un permiso de trabajo en caliente es necesario esforzarse en encontrar alternativas “en frío” antes de decidirse por un trabajo de soldadura o corte con fuego en lugares donde exista riesgo de explosión o incendio.

Estos son Trabajos en Caliente y deben cumplir Obligatoriamente los requisitos de seguridad para proceder a su ejecución:

1. Trabajos de OXICORTE
2. Trabajos de SOLDADURA
3. Trabajos con Equipos Eléctricos Rotativos Manuales

1.1 Trabajos de Oxicorte

Contar con personal capacitado para este tipo de trabajos, se sugiere al operario del equipo mas una persona que lo asistirá como bombero en caso se presente algún siniestro.

1.1.1 Chequeo del **Equipo Oxiacetilénico** que debe comprender lo siguiente:

- a) *Manómetro de baja Presión*
- b) manómetro de alta presión
- c) Reguladores de Oxigeno y acetileno
- d) Válvulas Antiretroceso (check)

- e) Soplete o caña
- f) Válvula Antiretroceso de llama
- g) Mangueras
- h) Carrito Portacilindros (según la zona de trabajo)
- i) Extintor.

1.1.2 Chequeo de los Equipos de Protección Personal que debe comprender lo siguiente:

- a) Casco
- b) Lentes de Protección
- c) Uniforme
- d) Mandil de Cuero
- e) Guantes largos
- f) Escarpines
- g) Calzado de seguridad

1.1.3 Procedimiento

- a) Verificar el buen estado de las mangueras, manómetros, válvula *arrestallamas caña y boquilla*.
- b) Verificar el buen estado de las botellas contenedoras de gases.
- c) Conectar los manómetros a las botellas de gases correspondientes y verificar su ajuste.
- d) Verificar la presión de los gases mediante los respectivos manómetros, esta presión debe ser como mínimo 50PSI, en caso contrario la botella debe ser reemplazada por otra.
- e) Asegurar el elemento a cortar sobre una mesa cuando se trabaje con planchas, platinas y ángulos.
- f) *Cuando se trabaje con tubos asegurarlos sobre apoyos regulables con mordazas.*
- g) Para elementos pesados tales como vigas estructurales de acero, colocar estas sobre apoyos en el piso para realizar el corte.
- h) Abrir ligeramente la válvula de acetileno y encender la llama con el chispero, luego abrir ligeramente la válvula de oxígeno y

regular la llama de manera adecuada para realizar el trabajo de corte.

- i) Antes de iniciar el corte, el operario debe colocarse lentes de seguridad oscuros para corte oxiacetilénico con lunas de grado de protección 5 y sus respectivos guantes de seguridad de cuero.
- j) Iniciar el corte colocando la boquilla de manera perpendicular sobre las marcas en elemento a cortar manteniendo una separación entre 1 y 2 milímetros, seguir el recorrido de la marca en el elemento suavemente hasta finalizar el corte.
- k) Finalizado el corte, el operador debe limpiar la boquilla del equipo de oxicorte con la correspondiente limpia boquillas.
- l) Enrollar las mangueras, cerrar las válvulas de las botellas y desconectar las mangueras y guardar en un almacén.

1.2 Trabajos de Soldadura.

Contar con personal capacitado para este tipo de trabajos, se sugiere al operario soldador más una persona que lo asistirá como bombero en caso se presente algún siniestro.

1.2.1 Equipo para Soldar por Proceso SMAW.

- a) Chequeo del buen estado del **Equipo de Soldeo** que debe comprender lo siguiente:
 - Máquina de Soldar
 - Cables de alimentación eléctrica
 - Cable y Pinza a Tierra
 - Porta electrodo
 - Extintor.

- b) Chequeo de los **Equipos de Protección Personal** que debe comprender lo siguiente:
 - Careta de Soldar
 - Lentes de Protección
 - Uniforme
 - Mandil de Cuero

Guantes largos de soldador
Escarpines
Calzado de seguridad

c) Procedimiento

- Para iniciar los trabajos el operario soldador debe contar con toda la indumentaria de seguridad correspondiente, tales como: careta de soldar con lunas oscuras grado 11, guantes largos de cuero, mandil de cuero y escarpines.
- El electricista de turno debe conectar la máquina de soldar al tablero de distribución eléctrica y verificar su funcionamiento.
- El soldador debe ser calificado según el tipo y dificultad de soldeo a realizar.
- Regular el amperaje de la máquina de soldar según el espesor del acero a soldar.
- Limpiar la zona de soldeo de óxidos y pinturas.
- Biselar los perfiles de los elementos a soldar según sea el *procedimiento de soldeo a utilizar*.
- Conectar la tenaza de línea a tierra al elemento a ser soldado
- Ejecutar el proceso de soldeo en un ambiente controlado, libre de corrientes de aire y polvo.
- Practicar pruebas de ensayos no destructivos según el requerimiento del elemento fabricado.
- De ser detectadas fallas o defectos en la soldadura, esta debe corregirse de inmediato.
- Concluido el proceso de soldeo, apagar la máquina de soldar y *enrollar los cables para tenazas a tierra y porta electrodo*.

1.2.2 Equipo para Soldar por Proceso GTAW

- a) Chequeo del buen estado del Equipo de Soldeo que debe comprender lo siguiente:
- Máquina de Soldar TIG
 - Antorcha
 - Cables de alimentación eléctrica

Cable y Pinza a Tierra

Botella de Argón (Nitrógeno según Trabajo para cámara)

Extintor.

b) **Chequeo de los Equipos de Protección Personal que debe comprender lo siguiente:**

Careta de Soldar

Lentes de Protección

Uniforme

Mandil de Cuero

Guantes largos de soldador

Escarpines

Calzado de seguridad

c) Procedimiento.

- Para iniciar los trabajos el operario soldador debe contar con toda la indumentaria de seguridad correspondiente, tales como: careta de soldar con lunas oscuras grado 10, guantes largos de cuero tipo banana, mandil de cuero y escaarpines.
- El electricista de turno debe conectar la máquina de soldar al tablero de distribución eléctrica y verificar su funcionamiento.
- El soldador debe ser calificado según el tipo y dificultad de soldeo a realizar.
- Regular el amperaje de la máquina de soldar según el espesor del acero a soldar.
- Verificar y conectar correctamente la antorcha, manguera de gas y línea a tierra.
- Verificar el estado de la botella de Argón y conectar el flujómetro correctamente a la botella y verificar el flujo.
- Limpiar la zona de soldeo de óxidos y pinturas.
- Biselar los perfiles de los elementos a soldar según sea el procedimiento de soldeo a utilizar.
- Conectar la tenaza de línea a tierra al elemento a ser soldado

- Ejecutar el proceso de soldeo en un ambiente controlado, libre de corrientes de aire y polvo.
- Practicar pruebas de ensayos no destructivos según el requerimiento del elemento fabricado.
- De ser detectadas fallas o defectos en la soldadura, esta debe corregirse de inmediato.
- concluido el proceso de soldeo, apagar la máquina de soldar y enrollar los cables para tenazas a tierra y porta electrodo.

1.3 Trabajos con Equipos Eléctricos Rotativos Manuales.

1.3.1 Chequeo del buen estado de los Esmeriles que debe comprender lo siguiente:

- a) Cables de alimentación eléctrica, vulcanizados, sin empalmes
- b) Tuerca de ajuste y Guarda
- c) Carbones.
- d) Switch on/off.
- e) Empleo de discos correctos.
- f) Extintor.

1.3.2 Chequeo de los Equipos de Protección Personal que debe comprender lo siguiente:

- a) Casco de seguridad
- b) Lentes de Protección
- c) Protección de oído
- d) Uniforme
- e) Mandil de Cuero
- f) Guantes
- g) Careta de Esmerilar
- h) Calzado de seguridad

1.3.3 Procedimiento.

- a) Tener bien demarcado el corte o bisel a realizar.
- b) Sujetar el esmeril con ambas manos no importa la dimensión que tenga.
- c) *Selección y colocación del disco de esmeril correcto, dando el ajuste correcto y con la llave adecuada.*
- d) Realizar el proceso de corte con movimiento de esmeril en forma descendente de arriba hacia abajo repetidamente hasta lograr el corte.
- e) Realizar el proceso de esmerilado siempre verificando hacia donde esta dirigidas chispas y esquirlas.
- f) Una vez terminado el trabajo dejar desconectado el equipo.

2. TRABAJOS EN LUGARES CONFINADOS.

Espacios que no han sido diseñados para ser ocupados permanentemente por trabajadores y desde los cuales puede haber dificultad para retirar a un trabajador que debido a un accidente o enfermedad súbita no puede salir por sus propios medios.

En estos espacios el riesgo se puede incrementar por:

- Presencia o emisión de contaminantes gaseosos.
- Deficiencia o enriquecimiento del nivel de oxígeno (rango permisible de 18 a 21%)
- Existencia o presencia de vapores o gases inflamables.
- Existencia o ingreso de líquidos corrosivos o tóxicos.

Se considera ingreso a un lugar confinado desde el momento en que la cabeza del trabajador atraviesa el plano de abertura de acceso.

El ingreso a un lugar confinado por parte del personal, debe ser con uso obligatorio de una mascarilla antigases, dependiendo del riesgo a que se expone.

3. TRABAJOS EN ALTURA

Es aquel trabajo que se realiza a una altura mayor a 2 m., medidos desde la base (piso) donde se realiza el trabajo hasta los pies del trabajador.

Para realizar este tipo de trabajos se requiere contar con el permiso respectivo (tarjeta color amarillo)

Dentro de este tipo de trabajos es común el Trabajo en Andamios.

3.1 Trabajo en Andamios.

3.1.1 Chequeo del buen estado de los **Equipos para Trabajos en Altura** que debe comprender lo siguiente:

- a) *Señalización*
- b) Cerco Perimétrico
- c) Vientos (más de 03 cuerpos)
- d) Tablones (60 cm. mínimo de ancho en zona de trabajo)
- e) Marco de Andamio
- f) Corral

3.1.2 Chequeo de los Equipos de Protección Personal que debe comprender lo siguiente:

- a. *Casco de seguridad + Sujetador*
- b. Lentes de Protección
- c. Uniforme
- d. Arnés
- e. Guantes
- f. Línea de Vida
- g. Calzado de seguridad

3.1.3 Procedimiento:

- a) Chequeo del buen estado de los andamios, tablonos, marcos metálicos, de los frenos si el andamio viene con garruchas.
- b) La secuencia de armado es con la ayuda de 2 o 3 personas, y con la ayuda de una soga para poder subir los marcos metálicos cuando los armados sean más altos.
- c) Una vez subido los tablonos, amarrarlos con una soga para evitar que se deslicen.
- d) Verificar y establecer el tendido de la línea de vida que debe estar sujeta a construcciones fijas.
- e) Los operarios deben permanecer en todo momento enganchados a la línea de vida establecida.