

**SISTEMA DE LUBRICACION Y REFRIGERACION PARA LA CAJA DEL  
SOLDADOR DE LA FORMADORA ETNA – TENARIS TUBOCARIBE**

**WILMER YAILSON HERNÁNDEZ CONDE**

**EDWIN FRANCISCO LÓPEZ FLOREZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLÍVAR**

**FACULTADA DE INGENIERIA**

**CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**2012**

**SISTEMA DE LUBRICACION Y REFRIGERACION PARA LA CAJA DEL  
SOLDADOR DE LA FORMADORA ETNA – TENARIS TUBOCARIBE**

**WILMER YAILSON HERNANDEZ CONDE**

**EDWIN FRNACISCO LÓPEZ FLÓREZ**

**Trabajo integrador presentado como requisito para optar al título de  
Especialista en Automatización y Control de Procesos Industriales**

**M.Sc. JOSE LUIS VILLA RAMIREZ**

**Director**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLÍVAR**

**FACULTADA DE INGENIERIA**

**CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**2012**

**CARTAGENA D .T. y C, Julio de 2012**

Señores

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**COMITE DE EVALUACION DE PROYECTO DE GRADO**

Ref: Entrega de trabajo integrador como requisito para optar el título de especialista.

Cordial Saludo

De la manera más atenta me dirijo a ustedes con el fin de realizar la entrega formal del trabajo integrador titulado “**SISTEMA DE LUBRICACION Y REFRIGERACION PARA LA CAJA DEL SOLDADOR DE LA FORMADORA ETNA – TENARIS TUBOCARIBE**” como requisito para optar al título de especialista en automatización y control de procesos industriales, el cual fue realizado por los estudiantes WILMER YAILSON HERNÁNDEZ CONDE Y EDWIN FRANCISCO LÓPEZ FLÓREZ a quienes asesoré en su ejecución.

Agradezco de antemano la atención prestada

Atentamente

---

**JOSE LUIS VILLA RAMIREZ**

Ing. Electrónico

Ph.D, Ing. Electrónica

**CARTAGENA D .T. y C, Julio de 2012**

Señores

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**COMITE DE EVALUACION DE PROYECTO DE GRADO**

Ref: Entrega de monografía como requisito para optar el título profesional

Cordial Saludo

De la manera más atenta me dirijo a ustedes con el fin de realizar la entrega formal del trabajo integrador titulado “**SISTEMA DE LUBRICACION Y REFRIGERACION PARA LA CAJA DEL SOLDADOR DE LA FORMADORA ETNA – TENARIS TUBOCARIBE**” como requisito para optar al título de especialista en automatización y control de procesos industriales.

Agradezco de antemano la atención prestada

Atentamente

---

**Wilmer Hernández Conde**

---

**Edwin López Flórez**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Cartagena de Indias, Agosto de 2012**

## DEDICATORIA

---

*Dedico esta investigación a Dios por darme la vida, salud y las capacidades para luchar y alcanzar mis metas propuestas hasta ahora.*

---

*A mi Madre, por su apoyo incondicional, en esos momentos de mi vida que más lo necesité. A mi Padre por el amor que me profesó y siempre brindarme lo mejor de sí.*

---

*A mi hija, que es el motor que me impulsa cada día para alcanzar mis objetivos. A mi esposa por su amor y constante comprensión.*

---

*A las directivas de Tenaris Tubocaribe, empresa en la que laboro, y que me ayudó firmemente a cumplir con este objetivo.*

---

**Edwin Francisco López Flórez**

---

---

*Este logro es dedicado principalmente a Dios nuestro creador, quien me dio las facultades y fortalezas para afrontar y superar los retos propuestos en esta etapa de mi vida.*

---

*A mi padre Wilmer Hernández, por su apoyo y enseñanzas que me orientaron a tomar las mejores decisiones de mi vida. A mi madre Rutis Conde por brindarme lo mejor de sí, por entregarme su amor incondicional y estar a mi lado en todo momento.*

---

*A mis hermanos, quienes siempre han estado conmigo apoyándome y enseñándome lo mejor de sí, sirviéndome como ejemplos de vida.*

---

*A mis grandes amigos con los que he compartido los mejores momentos de mi vida, a Octavio, Lenín, Ana, Weimar, Omer, Marco, Oscar, Orlando, Dayan, Wilmer, Kleirol y a los demás que no puedo mencionar para no extenderme demasiado.*

---

**Wilmer Hernández Conde**

## AGRADECIMIENTO

Estamos inmensamente agradecidos con todas aquellas personas que fueron parte fundamental de este proyecto, particularmente al Ingeniero Eric Barbosa Coordinador de proyectos de Tenaris Tubocaribe, al equipo de profesores de la Universidad Tecnológica de Bolívar por hacer posible este sueño.

Al **Ing. Jose Luis Villa**, nuestro director de proyecto, quien nos guió y nos apoyó en el transcurso de la investigación.

Al **Ing. Jorge Duque**, por sus conocimientos a lo largo de nuestra formación como especialistas.

A la **empresa Tenaris Tubocaribe**, por facilitarnos las instalaciones, recursos y conocimientos necesitados a lo largo de nuestro proyecto.

A la **Universidad Tecnológica de Bolívar**, por acogernos y dotarnos de un sin número de conocimientos que serán de mucha importancia en nuestra vida profesional.



## CONTENIDO

INTRODUCCION .....	17
1. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO .....	19
1.1 RESUMEN DEL PROCESO .....	19
1.1.1 Corte .....	19
1.1.2 Formado .....	20
1.1.3 Recalcado .....	20
1.1.4 Tratamientos térmicos .....	21
1.1.5 Biselado .....	21
1.1.6 Prueba Hidrostática .....	21
1.1.7 Roscado .....	21
1.1.8 Marcado .....	21
1.2 PROCESO DE LUBRICACIÓN Y FILTRACIÓN .....	22
1.3 COSTO DEL PROYECTO .....	24
1.4 BENEFICIOS .....	26
2. INGENIERÍA DETALLADA .....	28
2.1 CACULO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR .....	28
2.2 CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE BOMBA CENTRIFUGA .....	31
2.3 SELECCIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN .....	38
2.3.1 Filtro .....	38
2.3.2 Temperatura .....	38
2.3.3 Nivel .....	40
2.3.4 Presión .....	41
2.3.5 Sensor de proximidad .....	43
2.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SENSORES Y EQUIPOS. ....	44

3.	SISTEMA SUPERVISORIO.....	48
3.1	MANUAL DE MANEJO DEL“ <i>PANEL VIEW FORMADORA ETNA</i> ” .....	48
3.1.1	Encabezado.....	48
3.1.2	Menú de Navegación.....	50
3.1.3	Control Principal .....	51
3.1.4	Sistema de Refrigeración.....	52
3.1.5	Control de bombas de succión .....	53
3.1.6	Indicadores de Temperatura y presión .....	55
3.1.7	Animaciones .....	56
3.1.8	Periféricos.....	60
3.1.9	Diagnóstica .....	60
3.1.10	Tendencias .....	63
3.1.11	Horómetros .....	65
3.1.12	Alarmas.....	66
3.1.13	Parada de Emergencia .....	69
4.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES.....	70
4.1	TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA TIPO IMC.....	70
4.2	SOPORTES PARA TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA .....	71
4.3	ACCESORIOS CONDUIT .....	71
4.4	CABLES DE BAJA TENSION.....	72
4.5	CABLE ENCAUCHETADO PARA ACOMETIDA.....	72
4.6	CABLE PARA INSTRUMENTACION .....	72
4.7	CABLE PARA COMUNICACION.....	73
4.7.1	CABLE ENCAUCHETADO PARA ACOMETIDA .....	74
4.7.2	CABLE PARA INSTRUMENTACION.....	74

4.7.3 CABLES PARA COMUNICACION .....	74
4.8 GABINETE CONTROL .....	74
4.9 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE.....	76
4.9.1 Tubería conduit galvanizada.....	76
4.9.2 Roscado y doblado de tubería en campo .....	77
4.9.3 Uniones de tubería .....	77
4.9.4 Terminales o Conectores.....	77
4.9.5 Puesta a tierra tubería conduit galvanizada.....	78
4.9.6 Tendido de cables de fuerza.....	78
4.9.7 Empalmes de conductores en motores.....	79
4.10 CONDICIONES DE SERVICIO .....	79
4.10.1 Condiciones ambientales.....	79
4.10.2 Requerimientos funcionales y de servicio.....	80
4.10.3 Procedimiento de ejecución.....	80
4.10.4 Equipos y herramientas recomendadas.....	81
4.10.5 Salud ocupacional y seguridad industrial obligatorias .....	81
4.10.6 Elementos de protección personal.....	81
5. PROCEDIMIENTOS GENERALES DE PUESTA EN MARCHA.....	82
5.1 PRUEBAS PUESTA EN MARCHA.....	83
5.2 PRUEBAS DIELECTRICAS .....	84
5.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	85
5.4 CABLES .....	85
5.5 MODULOS DEL TABLERO .....	86
5.6 GUIA PARA PROTOCOLO DE PRUEBA.....	86
5.6.1 Objeto de la Prueba:.....	86

5.6.2 Descripción: .....	86
5.6.3 Parámetros a Medir: .....	86
5.6.4 Instrumentación: .....	87
5.6.5 Preparativos:.....	87
5.6.6 Precauciones: .....	87
5.6.7 Procedimientos: .....	87
5.6.8 Actividades después de la prueba: .....	87
5.6.9 Formatos de Prueba y Análisis de Resultados: .....	87
5.6.10 Anexos:.....	87
5.7 PRUEBAS DE SERVICIO PARA PUESTA EN MARCHA .....	88
6. MANTENIMIENTO.....	89
6.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	89
6.1.1 Inspección pre-operacional:.....	89
6.1.2 Mantenimiento periódico.....	90
6.1.3 Mantenimiento trimestral.....	90
6.2 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO BÁSICO DE LA BOMBA.....	92
6.2.1 Al desarmar la bomba.....	92
6.2.2 Después de desarmar la bomba.....	92
6.2.3 Reensamblaje.....	92
6.2.4 Alienación .....	93
6.3 PLAN DE MANTENIMIENTO .....	94
CONCLUSIONES .....	95
BIBLIOGRAFIA.....	96
ANEXOS.....	97

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Bobinas Cortadas para preformado</i> .....	19
<i>Figura 2. Formado de láminas en tubos</i> .....	20
<i>Figura 3. Formado y calibrado de tubos</i> .....	20
<i>Figura 4. Caja Soldadora Etna vista general</i> .....	22
<i>Figura 5 Caja de soldadura ETNA</i> .....	23
<i>Figura 6 Análisis GAP 2011/2012</i> .....	27
<i>Figura 7 Intercambiador Aire - Agua</i> .....	28
<i>Figura 8 Curva de rendimiento- Thermal Transfer</i> .....	30
<i>Figura 9 PI&amp;D Sistema de lubricación y refrigeración</i> .....	31
<i>Figura 10 Curva de requerimiento de carga para la bomba centrífuga</i> .....	37
<i>Figura 12 Floatswitch</i> .....	44
<i>Figura 11 LimitSwitch</i> .....	44
<i>Figura 13. Transmisor de temperatura</i> .....	45
<i>Figura 14. Transmisor de presión</i> .....	45
<i>Figura 15 Bomba hidráulica</i> .....	46
<i>Figura 16 Filtro autolimpiante</i> .....	46
<i>Figura 17 Intercambiador de calor Thermal Transfer AOVH-40</i> .....	47
<i>Figura 18: Encabezado Panel View Formadora Etna</i> .....	48
<i>Figura 19: Cuadro de Dialogo Para Login</i> .....	48
<i>Figura 20: Menú de Navegación Principal</i> .....	50
<i>Figura 21: Extensión de Menú de Navegación</i> .....	50
<i>Figura 22: Control Principal</i> .....	51
<i>Figura 23: Pantalla Principal Sistema de refrigeración</i> .....	52
<i>Figura 24: Selector Local/Remoto en tablero Flex I/O Refrigeración</i> .....	53
<i>Figura 25: Indicadores de control de sistema de refrigeración</i> .....	53
<i>Figura 26: Pulsadores táctiles para control de equipos de refrigeración</i> .....	54
<i>Figura 27: Control de bombas de succión</i> .....	54

<i>Figura 28: Pulsadores de bombas de succión inhabilitados</i> .....	55
<i>Figura 29: Indicadores numéricos de temperatura y presión</i> .....	55
<i>Figura 30: Periféricos sistema de refrigeración</i> .....	60
<i>Figura 31: Diagnostica de sistema de refrigeración</i> .....	60
<i>Figura 32: Tendencia de sistema de refrigeración</i> .....	64
<i>Figura 33: Horómetros sistema de lubricación</i> .....	65
<i>Figura 34: Histórico de Alarmas</i> .....	66
<i>Figura 35: Sistema en Emergencia</i> .....	69
<i>Figura 36 Soporte para tubería</i> .....	71
<i>Figura 37 Accesorios conduit</i> .....	71
<i>Figura 38 Cable encauchetado</i> .....	74
<i>Figura 39 Cable para instrumentación</i> .....	74
<i>Figura 40 Cable coaxial</i> .....	74
<i>Figura 41 Tubería galvanizada</i> .....	76
<i>Figura 42 Conector a tierra</i> .....	78
<i>Figura 43 Conectores de resorte</i> .....	79

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Costos del proyecto</i> .....	24
<i>Tabla 2 Diámetros de tuberías recomendados</i> .....	33
<i>Tabla 3 Factores de pérdidas en accesorios</i> .....	34
<i>Tabla 4 Variación de la cabeza de la bomba [Ft] en función del caudal</i> .....	36
<i>Tabla 5: Descripción Botones Login.</i> .....	49
<i>Tabla 6: Usuarios Disponibles.</i> .....	49
<i>Tabla 7: Animaciones de diagrama de flujo de sistema de refrigeración</i> .....	56
<i>Tabla 8: Mensajes de diagnóstica de sistema de refrigeración</i> .....	61
<i>Tabla 9: Alarmas Mostradas en la Panel</i> .....	67
<i>Tabla 10 Dimensiones y pesos de tubos galvanizados</i> .....	70
<i>Tabla 11 Puesta en marcha</i> .....	88
<i>Tabla 12 Plan de mantenimiento</i> .....	94

## LISTA DE ANEXOS

- **Anexo A. Diseño del tablero de control.**
- **Anexo B. P&ID Sistema de lubricación y refrigeración de la caja soldadora ETNA.**
- **Anexo C. ISOMÉTRICO Sistema de lubricación y refrigeración de la caja soldadora ETNA.**
- **Anexo D. Diagrama de Moody**



## INTRODUCCION

En la industria toda empresa quiere ser cada día más competente y capaz de ofrecer un mejor producto, y haciendo uso de un conjunto de técnicas basadas en métodos capaces de tomar información del proceso sobre el cual actúan, para realizar acciones de análisis, organizarlas y controlarlas apropiadamente pueden lograr su objetivo. Además de todo esto logran optimizar los recursos de producción, como los materiales, humanos, económicos, financieros, etc.

En el 2008 la empresa Tenaris-Tubocaribe realizó en la formadora ETNA un análisis del límite de tolerancia del corte de tubo sobre los requisitos mínimos de control de proceso con el fin de evaluar el estado actual de las líneas de acuerdo al nivel mínimo requerido. Este análisis fue denominado Análisis GAP.

Se analizó el GAP en automatización, variables del proceso, herramientas e instalaciones, procedimientos e instrucciones de trabajo. El resultado mostró que todas las variables fueron evaluadas por debajo del nivel mínimo requerido.

Dado lo anterior se elaboró un plan de acciones que permitiría llevar a la formadora al estándar básico de Tenaris con el fin de tener un mejor control de las variables de proceso.

Durante la elaboración del presupuesto del 2011/2012, se realizó también un benchmark comparando las distintas formadoras del sistema; las deficiencias más grandes para TuboCaribe se observan en falta de consistencia, repetitividad en condiciones de proceso, poca información de proceso y falta de información de estandarización. Estas deficiencias afectan principalmente el nivel de producto rechazado por la línea.

Una correcta refrigeración y lubricación del sistema de la formadora Etna logrará que en la caja de soldadura llegue fluido con una adecuada temperatura, caudal, conductividad, etc. Lo anterior garantizará un mejor desempeño de la misma, mejorando así la calidad y disponibilidad del servicio.

Los beneficios se darán principalmente por consistencia en las condiciones de operación de la línea, reducción del rechazo, menos desperdicio de material y mejora en la utilización de los recursos.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, el objetivo principal de este trabajo integrador es diseñar la automatización del sistema de refrigeración y lubricación para el soldador de la formadora ETNA en la empresa Tubocaribe con el fin de que la formadora Etna pase de una disponibilidad del 66% al 71%, reducir en 0.9% el rechazo de productos, que además pasé de una CAM en formado de 38 a 34 % y pasar de 37 a 25 % en tubos fuera de especificación, siguiendo las mejores prácticas y estándares de ISA.

Con el fin de dar cumplimiento a este objetivo genera, se determinaron las posibles estrategias de automatización y se evaluó la factibilidad de un pre-diseño para el sistema. A partir de la estrategia escogida, se definieron los detalles conceptuales y se desarrolló la base del diseño. Finalmente se realizó el diseño detallado y el plan de evaluación del sistema.

La principal razón para automatizar es el incremento de la productividad, esto se logra optimizando los recursos e insumos, reduciendo los costos operativos, reduciendo el consumo energético, incrementando la seguridad de los procesos, optimizando el recurso humano de la empresa y mejorando el diagnóstico, supervisión y control de calidad de la producción.

Este trabajo está organizado de la siguiente manera: primero se presenta el análisis de factibilidad del proyecto, una vez se logra mostrar que el proyecto es factible, se presenta la ingeniería detallada, luego se presenta el sistema supervisorio, las especificaciones técnicas de los materiales, se describen los procedimientos generales de puesta en marcha, y finalmente se discuten los principales aspectos de mantenimiento.

# 1. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

## 1.1 RESUMEN DEL PROCESO

El corte y formado de tubos de la empresa TuboCaribe es un proceso central en el propósito de mantener la operatividad de la planta y así asegurarse como los líderes globales en la producción de tubos de acero y servicios para perforación, terminación y producción de pozos petroleros y gas. Esto implica tener una serie de sistemas interactuando entre sí para el cumplimiento de sus funciones y en conjunto formar una planta capaz de satisfacer las necesidades globales de la industria.

El proceso está conformado por varias etapas; el proceso inicia con la obtención de las bobinas maestras, que son láminas de acero enrolladas que luego se convierten en bobinas cortadas las cuales se convertirán en tubos según las especificaciones necesitadas por los clientes.

A continuación se describen y se ilustran los subprocesos de corte y formado.

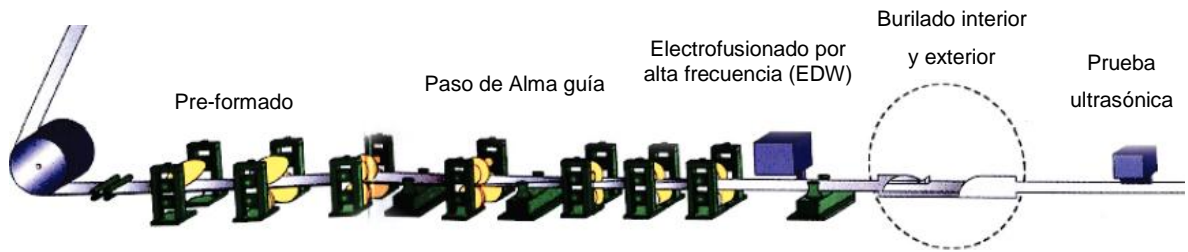
### 1.1.1 Corte



*Figura 1. Bobinas Cortadas para preformado*

Durante el proceso de corte (ver figura 1) se toman las bobinas cortadas para hacer pasar las láminas por las cuchillas circulares alternadas yuxtapuestas, las cuales cortan la lámina de las bobinas en bandas de ancho exacto que se necesita para formar el diámetro del tubo requerido. Después del corte se mide el cancho de las bandas, y se colocan en la secuencia en la que van a ser introducidas a las líneas de formado.

### 1.1.2 Formado



*Figura 2. Formado de láminas en tubos*

Las bobinas cortadas y desenrolladas son aplanadas y formadas (ver figura 2) como un tubo a través de una serie de rodillos cóncavos y convexos, hasta enfrentar los bordes de la lámina mediante presión mecánica. Los bordes enfrentados se electrofusionan longitudinalmente mediante temperatura introducida por una corriente de alta frecuencia. La zona afectada por el calor se normaliza y los tubos son sometidos a enfrentamiento y posteriormente son calibrados, cortados, enderezados, inspeccionados visualmente para luego pasar a las operaciones de terminado dependiendo de las especificaciones respectivas de cada lote de tubos.

Estas operaciones de terminado varían de acuerdo al producto que se está fabricando. Estas operaciones pueden ser tratamientos térmicos, recalado, pruebas hidrostáticas, biselado, roscado y marcado.

### 1.1.3 Recalado



*Figura 3. Formado y calibrado de tubos*

Con el fin de aumentar el espesor de la pared en la sección roscada del tubo donde se tallará posteriormente la rosca, el extremo del tubo se calienta en un horno de gas u horno de inducción electromagnética para luego alimentarlo al posicionador de entrada de una prensa forjadora o recaladora (ver figura 3) que

sujeta el extremo caliente del tubo. Mediante una acción de vaivén del punzón, se forja en un molde la forma exterior deseada. Los tubos recalcado de desalojan y se ubican sobren una mesa de enfriamiento hasta llegar a temperatura ambiente.

#### **1.1.4 Tratamientos térmicos**

La tubería que requiera tratamiento térmico es calentada en hornos a gas a temperaturas de operación cuidadosamente controlada. Una vez que se alcanza la temperatura requerida, los tubos pueden ser enfriados por aire o templados por agua a gran caudal, para luego ser recalentados y expuestos a por un tiempo a cierta temperatura que le confiere al acero sus nuevas propiedades mecánicas.

#### **1.1.5 Biselado**

Dependiendo del uso final, se pueden cortar diferentes tipos de bisel, de tal manera que el tubo pueda ser soldado o roscado.

#### **1.1.6 Prueba Hidrostática**

La totalidad de la tubería es sometida a una prueba hidrostática a presión API o a las acordadas con el cliente.

#### **1.1.7 Roscado**

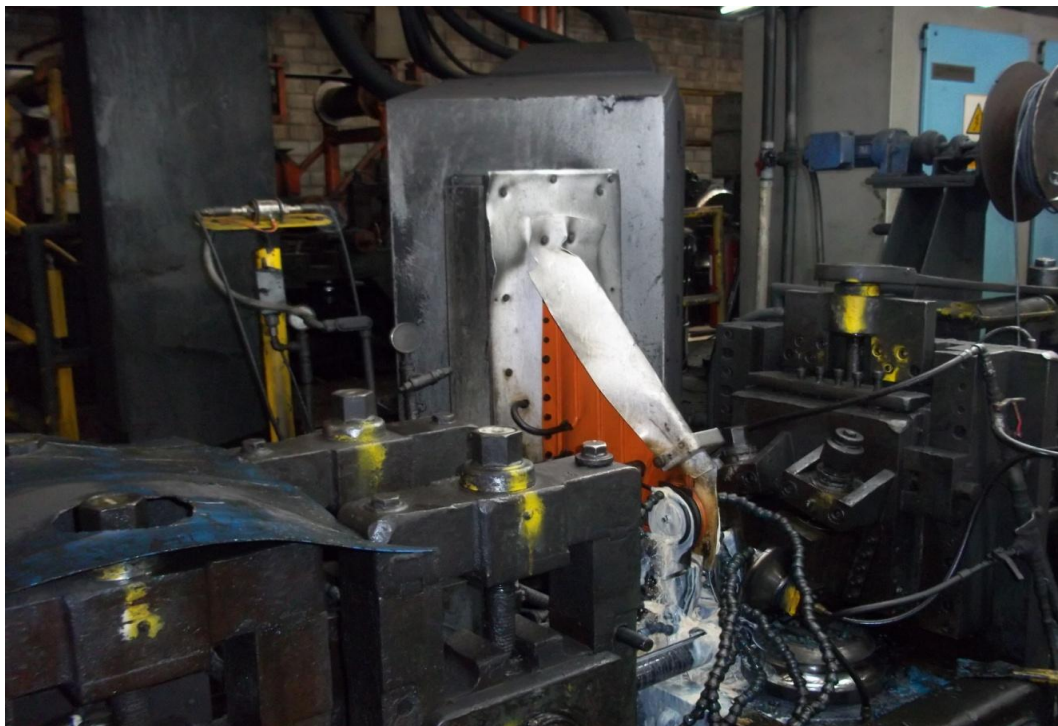
Tubocaribe emplea roscadoras de alta velocidad con insertos de carburo de tungsteno para el tubing, garantizando una adecuada productividad y calidad de la rosca. Para el casing se utilizan tornos de control numérico computarizado de alto desempeño y precisión dimensional al final del proceso las roscas son inspeccionadas en su totalidad para la colocación del acople al toque especificado.

#### **1.1.8 Marcado**

Posterior a la inspección visual final los tubos son pesados medidos y marcados en forma automática con el nombre de la compañía, el número del monograma API la información del producto y el código de identificación luego son barnizados y depositados sobre las mesas de secado, desde donde son transportados a los patios de almacenamiento de Tubocaribe.

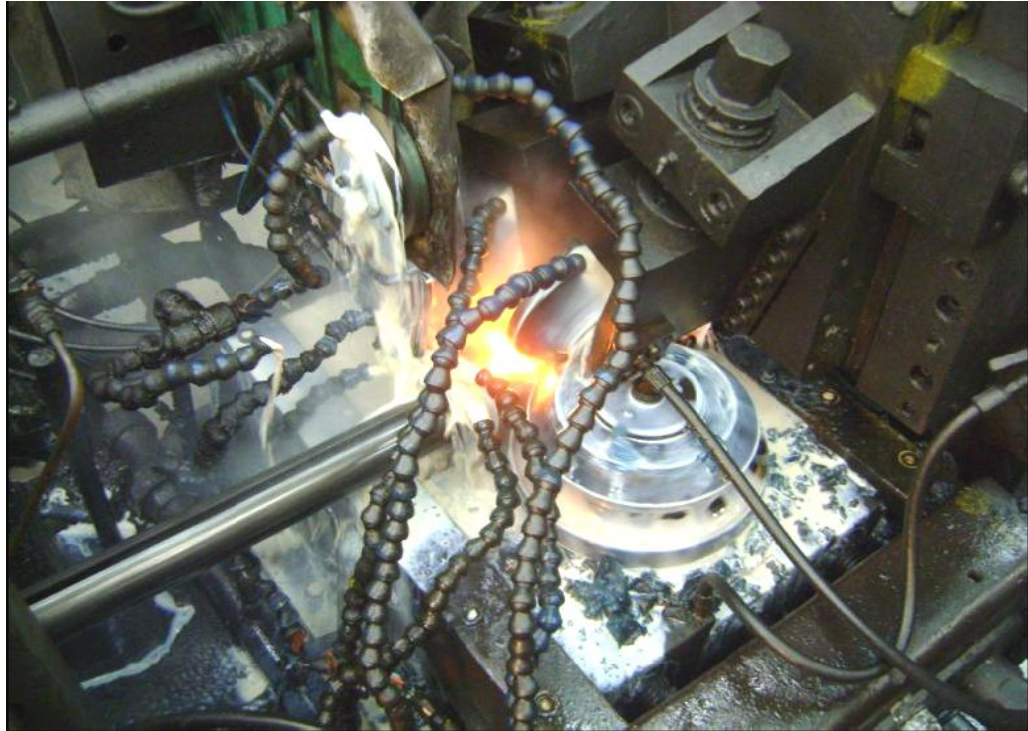
## 1.2 PROCESO DE LUBRICACIÓN Y FILTRACIÓN

En el proceso de formado de tubos está en funcionamiento la caja soldadora ETNA, la cual es la encargada de formar la costura de la tubería, esta recibe las laminas dobladas en forma de cilindro y las suelda para salir conformadas como un tubo (Ver Figura 4). En este proceso se manejan altas temperaturas que si no son controladas y mantenidas en límites permisibles podrían deformar el tubo, desgastar la formadora y acortar la vida útil de los componentes del proceso. La caja soldadora cuenta con un sistema de lubricación y filtrado de partículas en suspensión que utiliza un líquido soluble que es compartido con otros procesos de la planta para la lubricación de otros componentes, pero la deficiente filtración, el bajo e inestable caudal y la llegada del líquido soluble a temperaturas no lo suficientemente bajas está ocasionando que se incremente la temperatura en la caja soldadora, trayendo consigo daños al sistema.



*Figura 4. Caja Soldadora Etna vista general*

Este líquido soluble está compuesto mayormente de agua con un aditivo que retarda la corrosión, debido a que este líquido es vertido no solo sobre los tubos en formación, sino que también es vertido sobre rodillos, soldadura y la mesa de soporte (ver figura 5).



*Figura 5 Caja de soldadura ETNA*

Debido a toda esta criticidad que representa este elemento sobre el proceso se hace importante tener un control de su limpieza (sólidos en suspensión) y de su temperatura implementando los mecanismos que permitan que estos parámetros se encuentren siempre dentro de los límites permitidos.



### 1.3 COSTO DEL PROYECTO

Los costos asociados al proyecto son tenidos en cuenta para poder evaluar la inversión necesaria para cumplir los objetivos propuestos por la compañía, estos costos pueden tener pequeñas variaciones al momento de su compra pero nos dan un buen estimado de la rentabilidad que se puede tener al hacer dicha inversión. Los costos son relacionados de forma ordenada en la siguiente tabla:

**Tabla 1 Costos del proyecto**

ITEM	DESCRIPCION	U. M.	CANT.	COSTO UNITARIO USD	COSTO TOTAL USD
<b>1</b>	<b>INGENIERIA</b>				<b>33.700</b>
>	<b>SEGUIMIENTO DE COSTURA</b>				
	<i>Coordinación de automatización &amp; control Te</i>	hh	300	\$ 24,00	\$ 7.200,00
	<i>Desarrollo y programación de software de Niv</i>	hh	100	\$ 20,00	\$ 2.000,00
>	<b>SISTEMA DE LUBRICACION</b>				
	<i>Ingeniería civil</i>	hh	200	\$ 35,00	\$ 7.000,00
	<i>Ingeniería eléctrica (armado de gabinetes, ser</i>	hh	200	\$ 35,00	\$ 7.000,00
	<i>Ingeniería mecánica</i>	hh	300	\$ 35,00	\$ 10.500,00
<b>2</b>	<b>OBRA CIVIL E INFRAESTRUCTURA</b>				<b>5.000</b>
>	<b>SISTEMA DE LUBRICACION</b>				
	<i>Pozo para soluble sistema de lubricacion weld</i>	lote	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
<b>3</b>	<b>ADQUISICIONES LOCALES</b>				<b>33.000</b>
>	<b>ELECTRICOS</b>				
	+ SISTEMA DE LUBRICACION				
	<i>Bombas tipo Booster</i>	pza	2	\$ 4.000,00	\$ 8.000,00
	<i>Cable para señales electricas</i>	pza	200	\$ 10,00	\$ 2.000,00
	<i>Cajas para señales electricas</i>	pza	20	\$ 150,00	\$ 3.000,00
	<i>Elementos electricos tales como contactores, r</i>	lote	3	\$ 1.000,00	\$ 3.000,00
	<i>Enfriador de soluble</i>	pza	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
	<i>Filtro de particulas solidas</i>	pza	2	\$ 3.000,00	\$ 6.000,00
	<i>Tubería conduit, cables, cajas de conexiones y</i>	lote	3	\$ 2.000,00	\$ 6.000,00
>	<b>LICENCIAS</b>				
	+ SISTEMA DE LUBRICACION				
	<i>SQL Server</i>	pza	1	\$ 1.700,00	\$ 1.700,00



	> <b>SERVIDORES</b>				
	+ SISTEMA DE LUBRICACION				
	Adquisidor HP	pza	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
	Tarjeta de red adicional para adquisidor	pza	1	\$ 300,00	\$ 300,00
	+ SEGUIMIENTO DE COSTURA				
	Adquisidor HP	pza	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
<b>4</b>	<b>ADQUISICIONES DE IMPORTACION</b>				-
<b>5</b>	<b>MONTAJE E INSTALACION</b>				<b>11.400</b>
	> SISTEMA DE LUBRICACION				
	Elaboración de ruta conduit y cableado	hh	400	\$ 12,00	\$ 4.800,00
	Instalación, montaje, cableado y conexiones	hh	550	\$ 12,00	\$ 6.600,00
<b>6</b>	<b>DIRECCION DE OBRA</b>				<b>1.000</b>
	> SISTEMA DE LUBRICACION				
	Supervisión de Montajes	hh	40	\$ 25,00	\$ 1.000,00
<b>7</b>	<b>GASTOS DE IMPORTACION Y TRANSPORTES</b>				<b>6.000</b>
	> SISTEMA DE LUBRICACION				
	Gastos de importación y transportes	%	-	\$ -	\$ -
	Impuesto de Valor Agregado (IVA)	%	16%	\$ 37.000,00	\$ 6.000,00
<b>8</b>	<b>GASTOS DE PUESTA EN MARCHA</b>				<b>3.000</b>
	> SISTEMA DE LUBRICACION				
	Personal Electrico y Mecanico para seguimiento	hh	83	\$ 12,00	\$ 1.000,00
	Supervisión, puesta en marcha y seguimiento	hh	87	\$ 23,00	\$ 2.000,00
<b>9</b>	<b>IMPREVISTOS</b>				<b>2.600</b>
	> SISTEMA DE LUBRICACION				
	IMPREVISTOS	%	3%	\$ 97.000,00	\$ 2.600,00

**TOTAL US\$ 197.400**

## 1.4 BENEFICIOS

Según el análisis GAP (Ver figura 6) realizado por la empresa el cual mostró resultados por debajo del nivel mínimo requerido. Se decidió tomar un plan de acción dentro del cual se busca restablecer la buena lubricación y filtración del líquido soluble que llega a la caja de soldadura ETNA.

Con el fin de limitar la cantidad de impurezas que llegan a la zona de soldadura, es indispensable que el fluido usado para refrigeración reciba un tratamiento especial en cuanto a filtración y temperatura, para disminuir los sólidos en suspensión y mejorar la conductividad eléctrica de modo que no afecte el proceso. La temperatura deberá estar entre 33°C y 35°C de modo que mantenga los rodillos y nariz soldadora a una temperatura de operación por debajo de la establecida para la falla de estos elementos

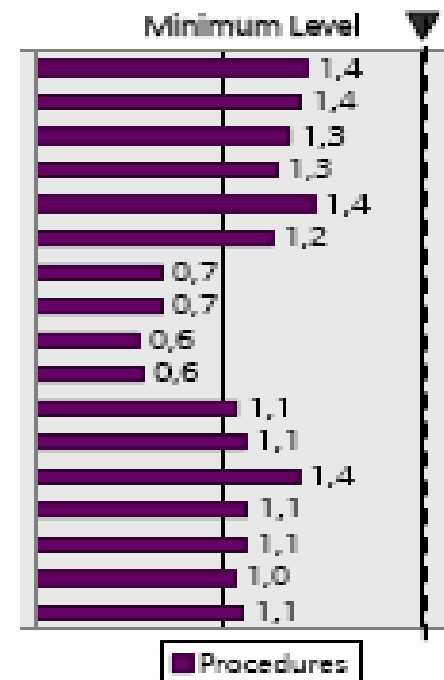
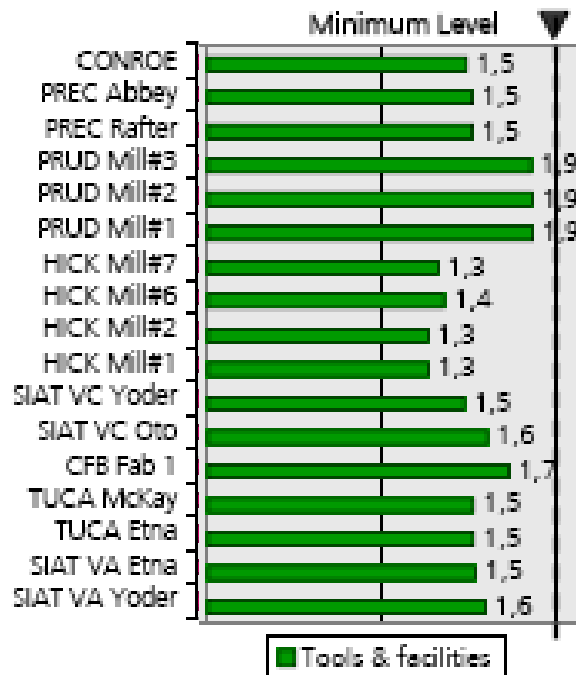
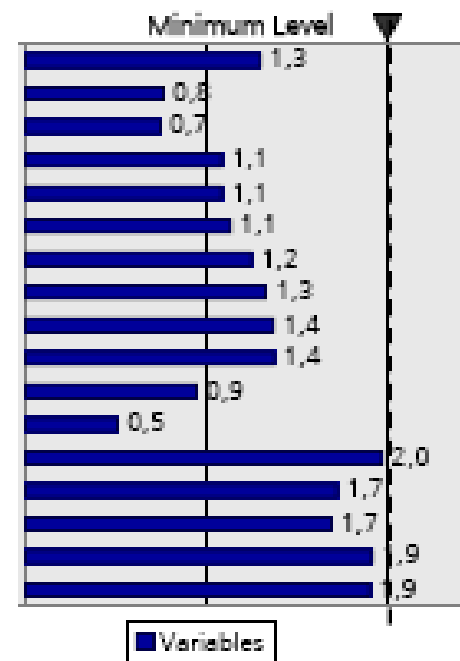
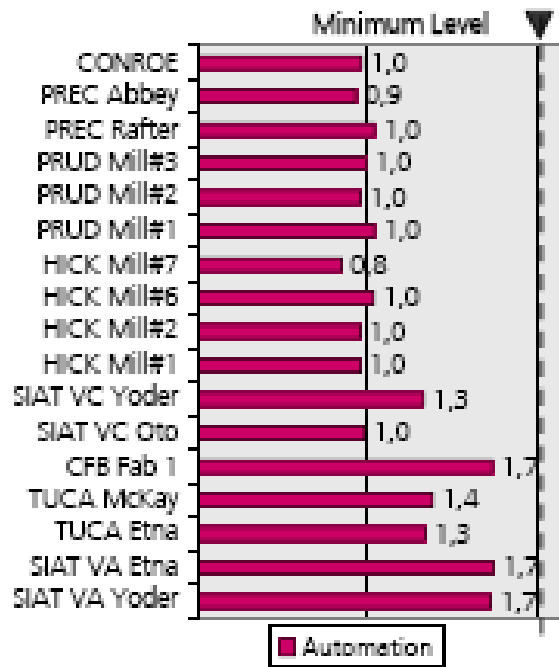
Los beneficios esperados para este proyecto con estas mejoras se dan principalmente por la consistencia en las condiciones de operación de la línea, reducción de rechazo del producto, optimización de las materias primas y mejoras en la utilización.

Los objetivos de la formadora para el presupuesto estimado del 11/12 son:

Pasar de una utilización s/disponible del 66% al 71% anual, lo cual significaría 12.370 toneladas más de tubos de acero o US\$ 28 mil adicionales, además de un reducción de 0.9% en los rechazos del producto lo cual sería US\$5 mil, pasar en la reducción de desperdicios en formado de 38% a 34% o US\$24 mil y por tubo fuera de especificaciones de 37% a 25%, es decir la recuperación de otros US\$14,2 mil, lo cual daría una recuperación aproximada de **US\$ 71,2 mil anuales**.

Este ahorro que tendrá la planta la convertirá en 11.5% más eficiente en el formado de tubos, lo cual haría que la inversión se pague en menos de 3 años.

Figura 6 Análisis GAP 2011/2012



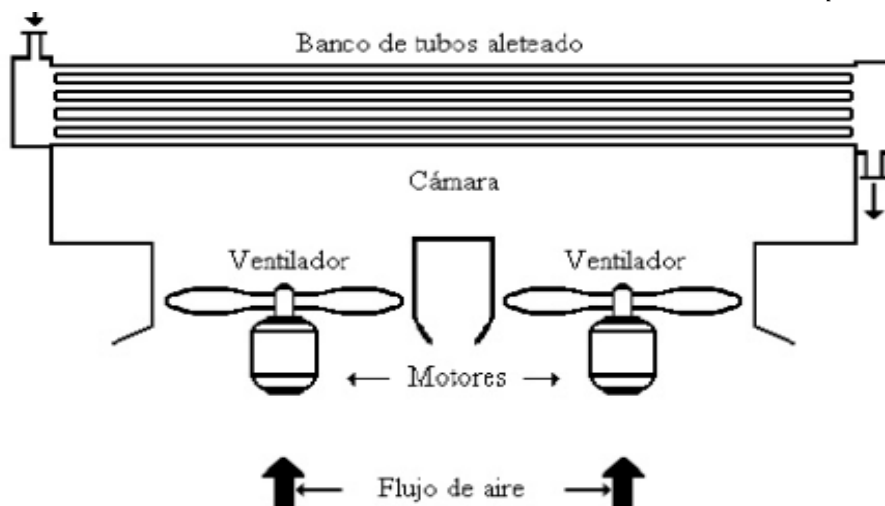
## 2. INGENIERÍA DETALLADA

### 2.1 CACULO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

El **Intercambiador de Calor** necesario es un equipo para enfriar el fluido soluble que está más caliente de lo deseado, este fluido no necesita estar por debajo de la temperatura ambiente por lo que optamos por utilizar como medio refrigerante el aire ambiente y así disminuir costos e impactos ambientales, utilizando ventiladores para transferir el calor al aire por medio de convección forzada. Ya que el aire es un mal conductor del calor, el área de contacto térmico entre el metal del radiador a seleccionar y el aire se debe maximizar. Esto se hace usando aletas en el exterior de los tubos. Las aletas mejoran la eficacia de un intercambiador de calor por lo que todo esto es tenido en cuenta.

El intercambiador enfriado por aire (ver figura 7), presenta un bajo costo de operación, en este caso es muy importante por estar pensado para trabajo continuo, además que el gradiente de temperatura a trabajar puede ser manejado por este intercambiador y la empresa cuenta con la facilidad de la obtención de estos equipos.

La cantidad de calor a extraer se puede calcular como:  $Q = C_p \times \dot{m} \times (T_E - T_S)$



*Figura 7 Intercambiador Aire - Agua*

$C_p =$  Capacidad calorífica

$\dot{m} =$  Flujo de agua dentro del intercambiador

$T_E =$  Temperatura del agua a la entrada

$T_S =$  Temperatura del agua a la salida

$$Q = 4,182 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \times \left( 10 \text{ gpm} \frac{1 \text{ m}^3/\text{s}}{15850 \text{ gpm}} \times 1000 \text{ Kg/m}^3 \right) \times (65^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C})$$

$$Q = 79,13 \text{ KJ/s}$$

$$Q = 79 \text{ KW}$$

Con la energía calórica calculada utilizamos la guía de selección de intercambiadores de Thermal Transfer, esta resume la selección en cuatro pasos.

1. Determinar la carga de calor a extraer en HP. [107 HP]
2. Determinar gradiente de °T. (°T de entrada soluble - °T entrada de aire).

$$[\Delta T = 140^\circ\text{F} - 95^\circ\text{F} = \Delta T = 45^\circ\text{F}]$$

3. Determina la curva de la carga en HP con:

$$\text{Curva } Q = Q \times \frac{40 \times C_p}{\Delta T} \qquad \text{Curva } Q = 95$$

4. Entrar en la curva de flujo vs calor a extraer e interceptar el punto de trabajo<sup>1</sup>.

Al interceptar este valor de 95 con 10 GPM, veremos que el punto de operación está por encima de la capacidad de 1 solo intercambiador, por lo cual en este sistema optamos por colocar 2 intercambiadores AOVH – 40 trabajando en serie. Ver Figura 8.

---

<sup>1</sup> [www.thermasys.com/thermal-transfer-products-site/thermal-trnasfer-products-home/products/industrial-hydraulic-oil-coolers/](http://www.thermasys.com/thermal-transfer-products-site/thermal-trnasfer-products-home/products/industrial-hydraulic-oil-coolers/)

# Performance Curves

## One Pass Oil (AOVH)

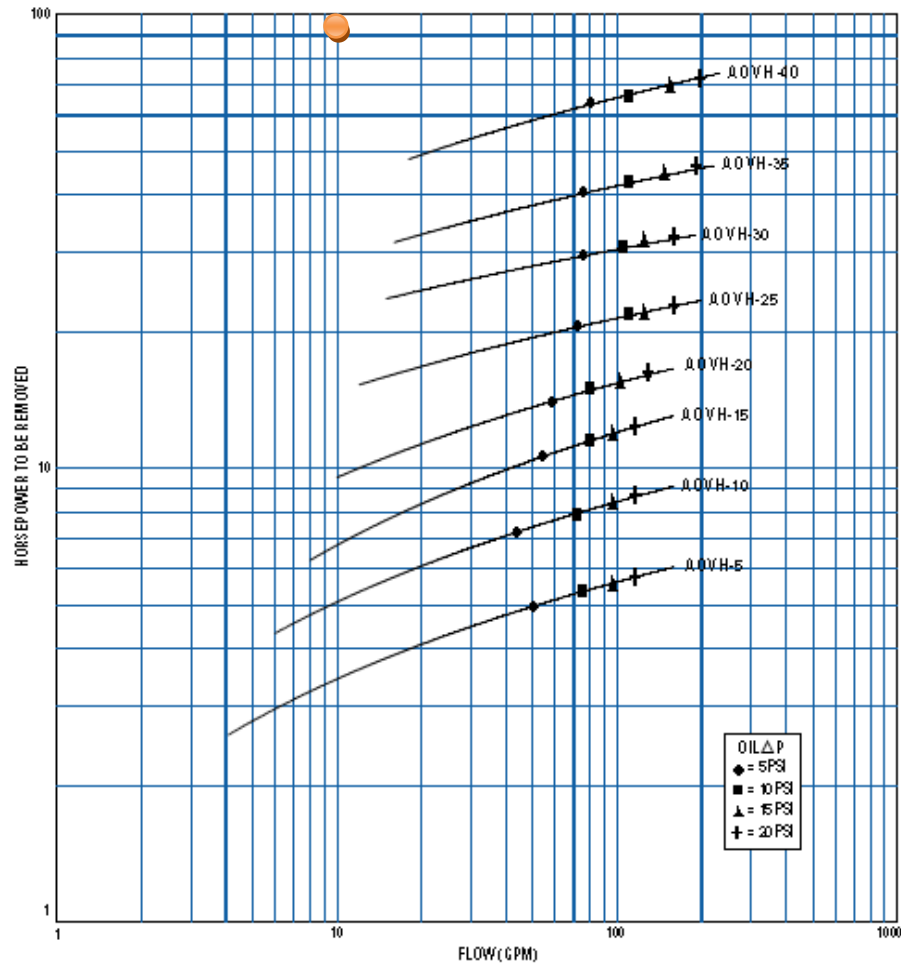


Figura 8 Curva de rendimiento- Thermal Transfer

La capacidad del sistema no puede ser manejada por un solo intercambiador por lo que optamos por utilizar dos en serie y así actuar dos veces sobre la  $^{\circ}T$  del soluble.

Resultado:

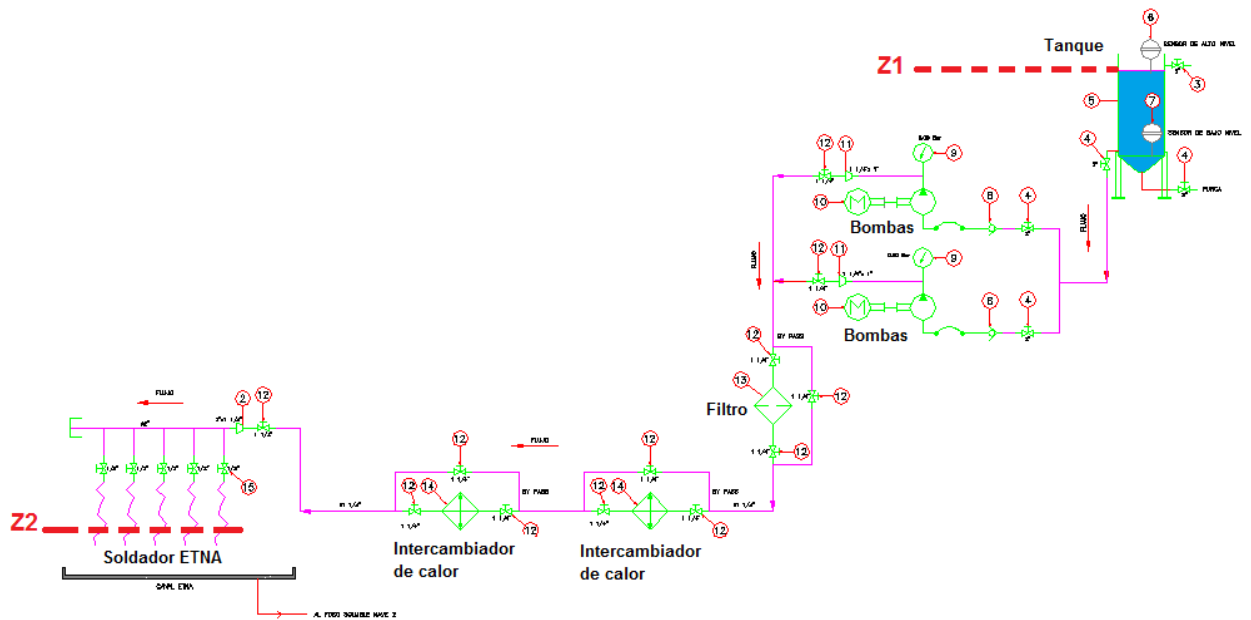
**Intercambiador AOVH - 40**

## 2.2 CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE BOMBA CENTRIFUGA

Las especificaciones de la unidad de bombeo se deben justificar para el proyecto, se determina la curva del sistema para luego determinar la bomba del sistema de refrigeración y lubricación.

En la Figura 9 se muestra la ubicación de la bomba para el sistema de alimentación del agua de enfriamiento en la línea de templado 2. Con base en esta distribución se aplica el teorema de Bernoulli entre los puntos (Z1) y (Z2).

**Figura 9 PI&D Sistema de lubricación y refrigeración**



Ecuación de Bernoulli.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 - H_{1-2} + W = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 \quad (1)$$

Donde:

$P$ : Presion(psi)  $\gamma$ : Peso especifico del fluido (lb/in<sup>3</sup>)

$v$ : velocidad del fluido  $\left(\frac{\text{in}}{\text{s}}\right)$

$W$ : Potencia entregada por la bomba

$Z$ : Altura(in)  $H_{1-2}$ : Las perdidas entre el punto 1 y 2

Las consideraciones que se tienen en este sistema son:

- La presión en el recipiente de succión y en la zona descarga es la presión atmosférica.  $P_1 = P_2 = P_{\text{atm}}$ .
- La velocidad de descenso del fluido en el punto de succión es considerablemente menor a la velocidad en la descarga, por lo que se considera  $V_1 = 0$ .
- El nivel de descarga se tomará como el nivel de referencia.  $Z_2 = 0$ .
- El fluido a bombear comparte sus propiedades y se comporta como agua.
- El caudal necesario para lubricar y refrigerar, por experiencia es de 10 gpm
- La longitud tubería que recorre el circuito es de 91m (3600pulg).

Con esto planteamos la Ecuación (1) y nos queda que:

$$W_b = \frac{V^2}{2g} - Z_1 + H_{1-2} + H_{\text{equipos}} \quad (2)$$

Las pérdidas comprendidas entre los tramos 1 y 2 son:

$H_{1-2} = \text{Perdidas por long de tubería} + \text{Perdidas por accesorios}$

$$H_{1-2} = f \frac{L}{D} \left(\frac{V^2}{2g}\right) + \sum_{i=1}^n K_i \left(\frac{V^2}{2g}\right) \quad (3)$$



Tabla 2 Diámetros de tuberías recomendados

Suction Lines Flowing to the Inlet to a Pump Recommended Range of Velocity: 3 to 20 ft/s						
Pipe size Sch 40	Flow area (ft <sup>2</sup> )	Volume flow rate (gal/min) for given velocity				
		Velocity (ft/s)				
		3	7.5	10	15	20
1/2	0.00211	2.84	7.11	9.47	14.2	18.9
3/4	0.00370	4.98	12.5	16.6	24.9	33.2
1	0.00600	8.08	20.2	26.9	40.4	53.9
1 1/4	0.01039	14.0	35.0	46.7	70.0	93.3
1 1/2	0.01414	19.0	47.6	63.5	95.2	127
2	0.02333	31.4	78.6	105	157	210
2 1/2	0.03326	44.8	112	149	224	299
3	0.05132	69.1	173	230	346	461
3 1/2	0.06868	92.5	231	308	463	617
4	0.08840	119	298	397	595	794
5	0.1390	187	468	624	936	1248
6	0.2006	270	676	901	1351	1801
8	0.3472	468	1,169	1,559	2,338	3,118
10	0.5479	738	1,845	2,460	3,690	4,920

Para determinar el diámetro de la tubería usamos la tabla 2.

Partiendo del caudal recomendado de mínimo 10 gpm, en la columna de velocidad de 3ft/s vemos que el diámetro de tubería recomendado es de 1 ¼”.

Se procede a calcular el factor de fricción, el cual depende del tipo de flujo que se está presentando a la velocidad dada, por lo que procedemos a verificar en que zona se encuentra, según el número de Reynolds:

*V: Velocidad del fluido*

*D: Diametro interior de la tubería*

*ϑ: Viscodidad cinemática del fluido a 40°C*

$$Re = \frac{V \times D}{\vartheta} \tag{4}$$

$$Re = \frac{3ft/s \times \left(1.38 in \times \frac{1ft}{12in}\right)}{0.926 \times 10^{-5} ft^2/s} = 37\ 257$$

Con este resultado se concluye que el flujo es de tipo turbulento, por lo que se utiliza el diagrama de Moody Anexo D para encontrar la rugosidad absoluta de la tubería, y luego calcular la rugosidad relativa por lo que:

$$K_r = \frac{\varepsilon}{d} \quad (5)$$

$$K_r = \frac{0.05mm \times \left(\frac{1 \text{ in}}{25.4mm}\right)}{1.38 \text{ in}} = 1.43 \times 10^{-3}$$

Para obtener las pérdidas por accesorios hacemos uso de la siguiente tabla.

**Tabla 3 Factores de pérdidas en accesorios**

Accesorio	Cantidad	Ki	Ki total
Codo 90	20	0,16	3,2
Valvula compuerta	10	0,4	4
Valvula cheque	6	1,2	7,2
Tee	10	0,1	1
Salida del tanque	1	0,5	0,5
			15,9

Con base en los datos registrados en la Tabla 3 se calculan las pérdidas totales en el sistema, por tanto.

$$H_{1-2} = \left[ f \frac{L}{D} + \sum_{i=1}^n K_i \right] \left( \frac{V^2}{2g} \right) \quad (6)$$

$$H_{1-2} = \left[ 0.05 \frac{3600in}{1,38in} + 16,5 \right] \left( \frac{(36 \text{ in/s})^2}{2 \times (386,4in/s^2)} \right)$$

$$H_{1-2} = 246,5in$$

Procedemos a determinar la cabeza hidráulica requerida de la bomba haciendo uso de la ecuación (2).

$$W_b = \frac{(36in/s)^2}{2 \times (386,4in/s^2)} - 276in + 246in + \frac{2 \times 10psi}{0,03611 lb/in^3}$$

$$W_b = 524in = 43,7 ft$$

Se procede a determinar la ecuación del sistema partiendo y resolviendo para el caudal la ecuación (6).

$$H_{1-2} = \left[ f \frac{L}{D} + \sum_{i=1}^n K_i \right] \left( \frac{Q^2}{2gA^2} \right)$$

$$W_b = \frac{V^2}{2g} - Z_1 + H_{1-2} + W_{equipos}$$

$$W_b = [W_{equipos} - Z_1] + \left[ 1 + f \frac{L}{D} + \sum_{i=1}^n K_i \right] \left( \frac{Q^2}{2gA^2} \right) \quad (7)$$

$$W_b = [278.2 \text{ in}] + [1 + 130.43] \left( \frac{Q^2}{2(386.4 \text{ in} / \text{s}^2)(1.5 \text{ in}^2)^2} \right)$$

$$W_b = 278.2 [\text{pu lg}] + (0.0756) Q^2 \frac{[\text{gpm}]}{\text{pu lg}^5 / \text{s}^2}$$

$$W_b = [278.2 + (1.13) Q^2] [\text{pu lg}] \quad (8)$$

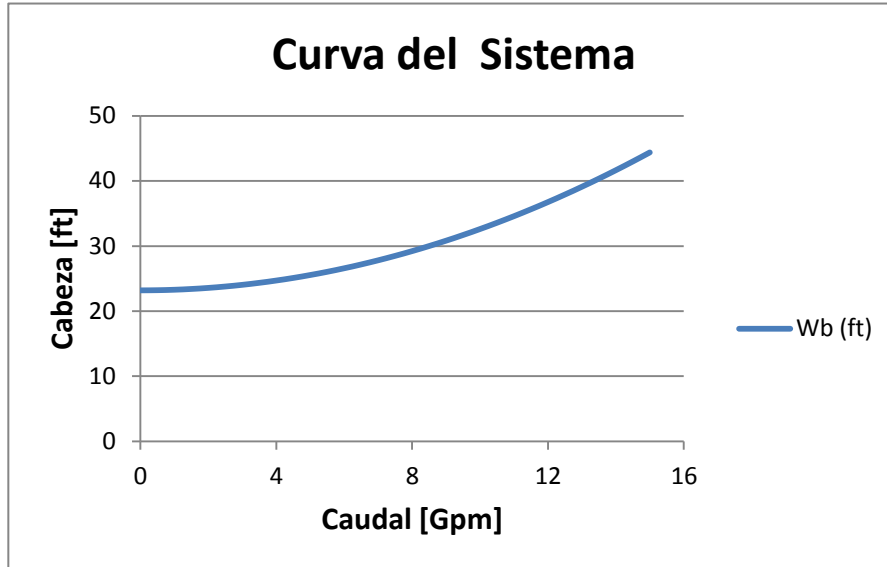
Con la ecuación de la variación de la cabeza de la bomba con respecto al caudal, se tabula para notar el comportamiento del sistema.

**Tabla 4 Variación de la cabeza de la bomba [Ft] en función del caudal**

<b>Q (Gpm)</b>	<b>Wb (in)</b>	<b>Wb (ft)</b>	<b>Wb (psi)</b>
0,00	278,20	23,18	10,08
0,50	278,48	23,21	10,09
1,00	279,33	23,28	10,12
1,50	280,74	23,40	10,17
2,00	282,72	23,56	10,24
2,50	285,26	23,77	10,34
3,00	288,37	24,03	10,45
3,50	292,04	24,34	10,58
4,00	296,28	24,69	10,73
4,50	301,08	25,09	10,91
5,00	306,45	25,54	11,10
5,50	312,38	26,03	11,32
6,00	318,88	26,57	11,55
6,50	325,94	27,16	11,81
7,00	333,57	27,80	12,09
7,50	341,76	28,48	12,38
8,00	350,52	29,21	12,70
8,50	359,84	29,99	13,04
9,00	369,73	30,81	13,40
9,50	380,18	31,68	13,77
10,00	391,20	32,60	14,17
10,50	402,78	33,57	14,59
11,00	414,93	34,58	15,03
11,50	427,64	35,64	15,49
12,00	440,92	36,74	15,98
12,50	454,76	37,90	16,48
13,00	469,17	39,10	17,00
13,50	484,14	40,35	17,54
14,00	499,68	41,64	18,10
14,50	515,78	42,98	18,69
15,00	532,45	44,37	19,29

Con base en los resultados obtenidos se construye la gráfica mostrada en la Figura 10, esta grafica representa la curva del sistema, es decir la cabeza o altura que entregara la bomba en la medida que se hace variar el flujo o caudal de agua.

*Figura 10 Curva de requerimiento de carga para la bomba centrífuga.*



Se recomienda el uso de una bomba centrífuga que entregue una cabeza mínima de 40Ft (12m) a 10 gpm y una presión mínima de 20psi.

Por consulta realizada con el departamento de mantenimiento se estableció que no es necesario que los componentes de la bomba sean de acero inoxidable debido a que el fluido a transportar no es corrosivo. Por tanto se recomienda usar impeler en bronce y carcasa en fundición de hierro.

## 2.3 SELECCIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN

### 2.3.1 Filtro

El instrumento de filtración a escoger debe poder trabajar con el soluble utilizado en el proceso, el cual tiene propiedades muy similares al agua con un aditivo que evita la corrosión de los componentes en contacto. Además de esto debe tener la capacidad de filtrar partículas entre 180 µm y 355 µm (requerido por el sistema). El sistema trabaja con altas posibilidades de grandes cantidades de suciedades, por lo que se optó por elegir un filtro auto-limpiante que cumple con los criterios antes mencionados. Adicionalmente esto permite disminuir los cambios del elemento filtrante con regularidad y disminuir las labores de mantenimiento sobre este elemento. De igual manera se cuenta con este tipo de filtros en Stock por su regular uso en otros sub-sistemas de la planta.

### 2.3.2 Temperatura

El instrumento de medición de temperatura a seleccionar para la aplicación que exige la PLANTA y teniendo presente el tipo de ambiente, debe cumplir con ciertos estándares que aseguren su robustez, confiabilidad, costo y permitan a la gente saber hasta dónde pueden llegar en su utilización. Para seleccionar el medidor de temperatura más adecuado para una aplicación se debe tener presente lo siguiente:

- Capaz de transmitir información remota a un centro de Mando, señal de salida análogo 4-20mA.
  - Mecánicos ( )
  - Eléctricos (X)
  
- Clase de aislamiento del medidor de Temperatura.
  - IP 54 ( )
  - IP 65 ( )
  - IP66 ( )
  - IP67 (X).
  
- Clasificación de área de trabajo donde estará instalado el medidor de temperatura
  - NEMA 1 ( )
  - NEMA 6 (X)
  - NEMA 7 ( )
  - NEMA 9 ( ).



la más usada en aplicaciones industriales y fáciles de encontrar en el mercado. Según las condiciones de trabajo al que será expuesto este medidor de temperatura cumpliría con las propiedades de operación que requiere el proceso. De acuerdo a lo anterior se escoge un medidor tipo PT100 con transmisor con salida de 4 -20 mA más termopozo. IP 67, marca baumer-bourdon con rango de temperatura de 0 - 100°C.

### 2.3.3 Nivel

El instrumento de medición a seleccionar exige tener en cuenta el tipo de ambiente. Se debe cumplir con ciertos estándares que aseguren su robustez, confiabilidad, costo y le permita al operador saber hasta dónde puede llegar en su utilización. Para seleccionar el medidor de Nivel más adecuado para una aplicación se debe tener presente lo siguiente:

- Contenido del tanque
  - Agua Industrial ( )                      -Agua Potable ( )                      - Aceite Soluble (X)
  
- Tipo de medición en tanque.
  - Liquido (X)                                      - Solido ( )
  
- Medición de Líquidos.
  - Limite (x)                                      -Continuo ( )                                      -N.A. ( )
  
- Medición de Sólidos.
  - Limite ( )                                      -Continuo ( )                                      -N.A. (X)
  
- Clasificación de área de trabajo donde estará instalado el medidor de Nivel.
  - NEMA 1 ( )                      -NEMA 6 (X)                      -NEMA 7()                      -NEMA 9 ( ).
  
- Medición Nivel límite de Líquidos
  - Flotador (X)                      - Capacitivo ( )                                      -Conductivo ( )                                      -Ultrasónico ( )



- Tipo de medición de líquidos
  - Medición Interna (X)                      -Medición externa ( )
  
- Tipo de mantenimiento
  - Libre de mantenimiento(X)              - Periódico ( )                      - Frecuente ( ).
  
- Tipo de conexión del Instrumento.
  - Señal 4-20mA ( )                      - Contacto ON-OFF (X)
  
- Tipo de material del Sensor
  - Acero inoxidable ( )                      -Plástico ( )

Bajo estos criterios se tendría la opción para seleccionar el instrumento medidor de Nivel tipo límite teniendo en cuenta la durabilidad, economía, operación simple, gran variedad de formas y tamaños y libre de mantenimiento. Actualmente este sensor muy usado en la planta en varios tipos de proceso donde ha funcionado correctamente.

#### **2.3.4 Presión**

El instrumento de medición de presión a seleccionar para la aplicación que exige la planta y teniendo presente el ambiente de trabajo debe cumplir con ciertos estándares que aseguren su robustez, confiabilidad, costo y permita al operario saber hasta dónde puede llegar en su utilización. Para seleccionar el medidor de Presión más adecuado para la aplicación se debe tener presente lo siguiente:

- Tipo indicador de Presión:
  - Líquido ( )                      -Mecánico ( )                      -N.A. (X)
  
- Tipo transmisores de Presión
  - Neumático ( )                      -Electrónicos (X)
  
- Tipo transmisores de Presión Electrónicos
  - Análogo 4-20 mA (X)              - Inteligentes ( )                      -Multivariable ( )

- Tipo de Presión
  - Relativa (X)    - Atmosférica ()                    - Diferencial ()                    - Absoluta ()
  
- Rango de Presión
  - 10Bar (X)                    - 20 Bar ()                    - 100 Bar ()                    - 600 Bar ()
  
- Clasificación de área de trabajo donde estará instalado el medidor de Nivel.
  - NEMA 1 ()                    -NEMA 6 (X)                    -NEMA 7()                    -NEMA 9 ().
  
- Tipo de material del Sensor
  - Acero inoxidable (X)                    -Plástico ()
  
- Rango de Temperatura
  - 20 a 60°C (X)                    -40 a 100°C ()                    -20 a 85°C ()
  
- Clase de Precisión
  - Accuracy 0.5% FS (X)                    - Accuracy 0.7% FS ()
  
- Transmisión de remota de presión inalámbrica.
  - Wireless ()                    -N.A. (X)

Bajo estos criterios se tendría la opción de seleccionar el instrumento medidor de presión o de flujo, pero se debe tener en cuenta la tecnología actual en el mercado como también el uso de estos instrumentos en la empresa. Según las condiciones de trabajo al que será expuesto este medidor se escoge un sensor de presión que cumpliría con los requerimientos del proceso. De acuerdo a lo anterior se escoge un transmisor de presión de 0-100 psi con salida de 4 -20 mA, housing ANSI 304, presión relativa, rango de presión 1-10bar, precisión 0,5 %.

### 2.3.5 Sensor de proximidad

Para seleccionar este sensor se debe tener en cuenta el alcance y la selectividad en la detección de posición de la manija de la Válvula, por lo tanto se debe considerar la accesibilidad para su calibración, el tipo de soporte adecuado para la fijación del sensor. Se debe tener especial cuidado al seleccionar el tipo de aislamiento según el tipo de ambiente del lugar.

➤ Elemento a Detectar

-Manija Válvula (X)      -Paletas en Conveyor ()      -Movimiento de Vástago ()

➤ Tipo de Alcance a detectar.

-Por contacto (X)      -Hasta 30cm ()      - Hasta 10m ()

➤ Tipo de Sensor.

-Fin de Carrera (X)      - Inductivo ()      -Capacitivo ()      -Barrera de Luz ()

➤ Limitaciones de los sensores

-Exige contacto(X)      -Solo metálicos ()      -Entorno Limpio ()

-Detectan en una línea ()      -Sensibles a vibraciones ()

➤ Grado de Protección

- IP 54 ()      -IP 65 ()      -IP 66 (X)

Bajo estos criterios se tendría la opción para seleccionar el sensor de proximidad tipo final de carrera teniendo en cuenta la robustez, el grado de protección, durabilidad, económico, operación simple, gran variedad de formas y tamaños. Actualmente este sensor es muy usado en la planta en varios tipos de proceso donde ha funcionado correctamente.

## 2.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SENSORES Y EQUIPOS.

A continuación se muestran las características técnicas de los elementos y los proveedores escogidos según los criterios antes analizados.

### LIMIT SWITCH



*Figura 11 LimitSwitch*

#### **Temperatura ambiente:**

En funcionamiento: - 25...+ 70 °C.

**Grado de protección:** IP 66

#### **Características asignadas de uso:**

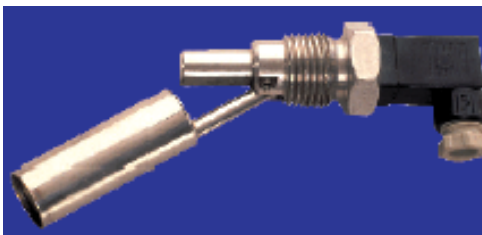
AC-15; A300 ( $U_e = 240 \text{ V}$ ,  $I_e = 3 \text{ A}$ );  $I_{the} = 10 \text{ A}$

DC-13; Q300 ( $U_e = 250 \text{ V}$ ,  $I_e = 0,27 \text{ A}$ )

Marca: Telemecanique, Allen Bradley

Proveedores: Melexa, Felix Torres, Eléctricas S.A.  
MEGATRONIC LTDA

### FLOAT SWITCH



*Figura 12 Floatswitch*

Tensión nominal: 300 VAC

Máxima temperatura 107°C.

Presión hasta 72 PSI.

Conexión 1/2" NPT. Montaje Lateral.

Material Vástago: Acero inoxidable 304

Montaje Externo

Marca: Profi Mess, Allen Bradley

Proveedores: Melexa, Felix Torres, Eléctricas  
S.A, Grainger, MEGATRONIC LTDA

## TRANSMISOR DE TEMPERATURA



TIPO PT100 CON TRANSMISOR

Rango de temperatura: 0- 100°C

Salida: 4-20mA + Termopozo

Marca: Baumer-Bourdon **Modelo Te2x**

Proveedores: Megatronic Ltda., Melexa

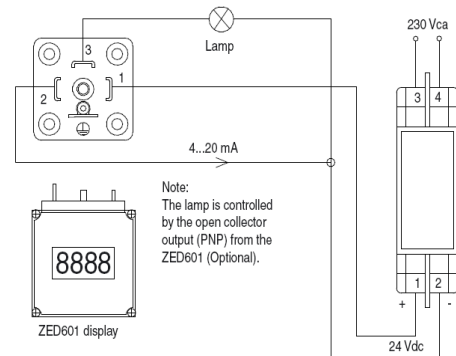


Figura 13. Transmisor de temperatura

## TRANSMISOR DE PRESION



Transmisor de presión 0-100 psi  
conexión 1/2"

Marca: Baumer-Bourdon **Modelo: Pbsn**

Robust stainless housing ANSI 304

Precisión 0.5% FS

Rango presión 1-10 Bar

Tipo de presión: Relativa

Tipo de señal: 4-20mA

Proveedores: Megatronic Ltda

Figura 14. Transmisor de presión

## BOMBA

**Figura 15 Bomba hidráulica**



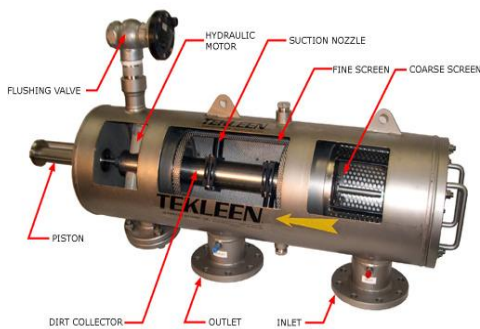
### SPECIFICATIONS:

Suction and Discharge	1-1/4" x 1" NPT
Materials of Construction	Bronze Cast iron
Flow	Up to 65 GPM
Head Feet	Up to 112'
Impeller	5.5" enclosed, cast iron
Max Solid Size	.11"
Motor	Up to 3 HP
Drive Options	Close coupled 56C Hydraulic motor .37 cu. in. Hydraulic motor .45 cu. in. Hydraulic motor .58 cu. in. PumPAK® (without motor)
Seal	Special seal material combinations available (consult factory). Standard - carbon / ceramic / Viton

Proveedores: Keystone Industrial Technologies

## FILTRO

**Figura 16 Filtro autolimpiante**

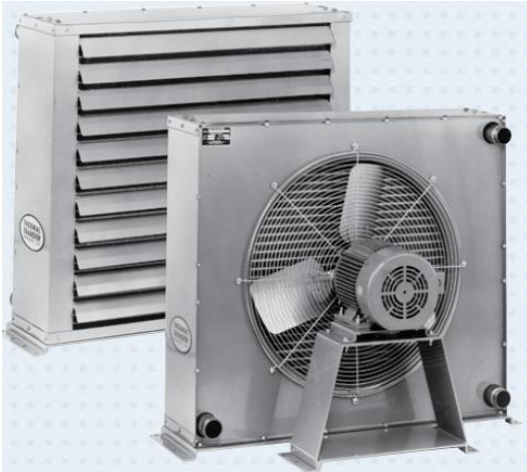


- No requiere Mantenimiento.
- El mismo se auto limpia.
- Reduciendo costos de mantenimiento para su compañía.
- Fácil de Instalar en posición Paralelo, horizontal. No interrumpe el Flujo de agua cuando el filtro está limpiando.
- Uso: calderas, intercambiadores de calor, vapor, AA, chillers.

Proveedores: Keystone Industrial Technologies

## INTERCAMBIADOR DE CALOR

*Figura 17 Intercambiador de calor  
Thermal Transfer AOVH-40*



Tubos de aluminio.

Carcasa en acero.

Presión de operación: hasta 300 psi

Temperatura de trabajo: hasta 400 °F

Rango de flujo: 8 – 80 Gpm

CFM: 9.609

Potencia del ventilador: 3 HP a 1725 rpm

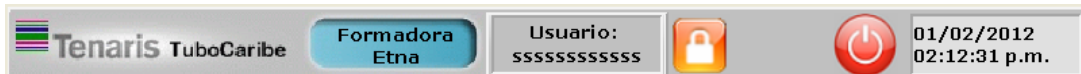
Proveedores: Keystone Industrial Technologies, Equiney, Ricardo Monrroy

### 3. SISTEMA SUPERVISORIO

#### 3.1 MANUAL DE MANEJO DEL “PANEL VIEW FORMADORA ETNA”


##### 3.1.1 Encabezado

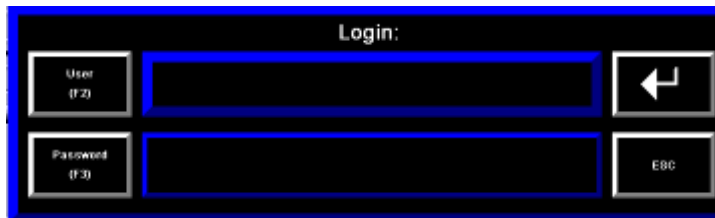
El encabezado de la Aplicación es el que se muestra en la figura 18.



*Figura 18: Encabezado Panel View Formadora Etna*

Se compone por el Logotipo de la Unidad Productiva de Tenaris: Hace referencia a la imagen corporativa y representa la planta en la que está instalada la aplicación y también lleva el nombre de la aplicación desarrollada, que hace referencia a la planta en la que está instalada la aplicación.

**Login:** en el recuadro aparecerá el nombre del usuario actual; para acceder a estos presione  y aparecerá un cuadro de dialogo como el que aparece en la Figura 19.




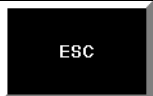


*Figura 19: Cuadro de Dialogo Para Login*

Éste se compone por los botones que se muestran en la tabla 5:



**Tabla 5: Descripción Botones Login.**

Tecla	Descripción
	Presione el botón para ingresar usuario.
	Presione el botón para registrar su contraseña.
	Presione el botón enter cuando haya digitado usuario y contraseña para validar datos.
	Presione ESC para salir.

Usuarios Creados:

**Tabla 6: Usuarios Disponibles.**

Usuarios	Contraseña
operador	0
manto	manto
inge	inge

**Hora y Fecha:** Este panel muestra la fecha actual en el formato dd/mm/aaaa y la hora en hh:mm:ss am/pm. Con base a este reloj se guardaran los datos de las alarmas.

### 3.1.2 Menú de Navegación

Espacio reservado para el control de navegación a través de las distintas pantallas de la Panel, como se puede observar en la Figura 20.



*Figura 20: Menú de Navegación Principal*

Se cuenta con un botón de extensión hacia la derecha para permitir visualizar los iconos que no alcanzan a aparecer en el menú de navegación principal.



*Figura 21: Extensión de Menú de Navegación*

### 3.1.3 Control Principal

Es la pantalla inicial cuando se ejecuta el programa de la Panel, en ella se agrupan los comandos principales de control y monitoreo de la Formadora (ver figura 22). Está compuesta por las secciones: Control Etna, Modos de Comando General, Dirección Línea Formadora, Velocidad de la Formadora, Pasos de Formado y Calibrado, Rearme.



Figura 22: Control Principal

### 3.1.4 Sistema de Refrigeración

En esta pantalla se muestra el diagrama de flujo del sistema de refrigeración de la caja soluble del soldador. Este diagrama de flujo lo conforman un torre de enfriamiento donde inicialmente se enfría el soluble, luego este acumula en un tanque donde se monitorea su nivel (Nivel Muy Bajo, Nivel Ok, y Nivel Alto); luego se pasa a una de las dos bombas de succión quedando la otra en stand by; antes de que el recorrido de la tubería finalice en la caja de soluble del soldador, se hace circular a través de dos intercambiadores de calor para garantizar una temperatura reducida apta para ser vertida sobre el tubo en formación en la caja del soldador.

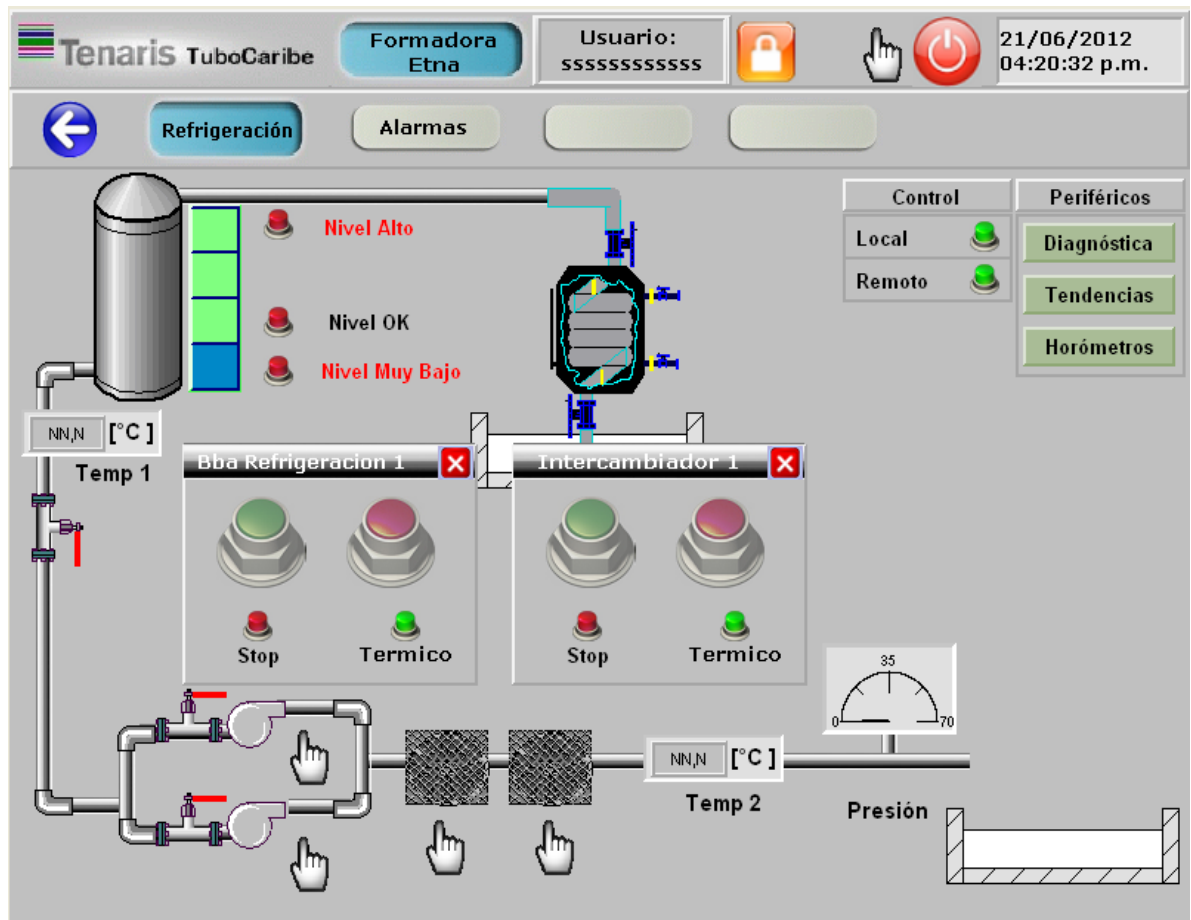
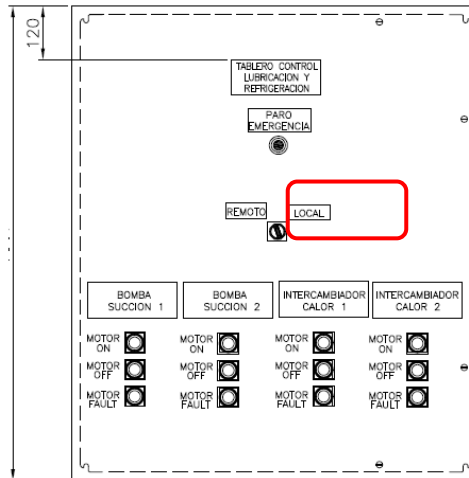


Figura 23: Pantalla Principal Sistema de refrigeración

### 3.1.5 Control de bombas de succión

El control de las bombas de succión puede ser local o remoto refiriéndose al control elegido mediante el selector ubicado en el tablero de Flex I/O de la Formadora ETNA dedicado al sistema de refrigeración que se observa en la figura 23; Si la posición es local, el encendido o apagado de las bombas se realiza mediante los pulsadores que se encuentran ubicados en este mismo tablero, mientras que si la posición es remota el encendido o apagado se lleva a cabo a través de los botones táctiles de la Panel.




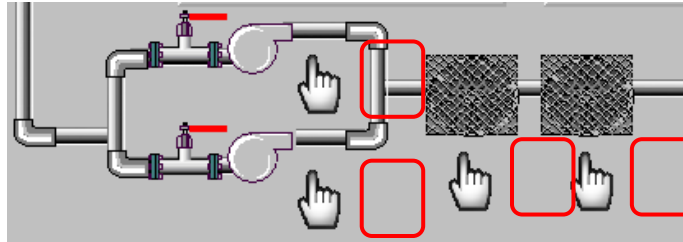
**Figura 24: Selector Local/Remoto en tablero Flex I/O Refrigeración**

La posición del selector del Flex I/O se observa en el Panel mediante los indicadores en la pantalla principal del sistema de refrigeración que se muestran en la figura 25.



**Figura 25: Indicadores de control de sistema de refrigeración**

Si el control se encuentra en remoto (control desde Panel View), al oprimir el pulsador táctil  que se encuentra en el encabezado de la pantalla de refrigeración (figura 23); aparecen estos pulsadores debajo de las imágenes de las bombas e intercambiadores como se observa en la figura 26.



**Figura 26: Pulsadores táctiles para control de equipos de refrigeración**

Oprimir estos pulsadores táctiles permite acceder a la ventana de encendido, apagado y estado de cada equipo mediante ventanas emergentes como la que se muestra en la figura 27.



**Figura 27: Control de bombas de succión**

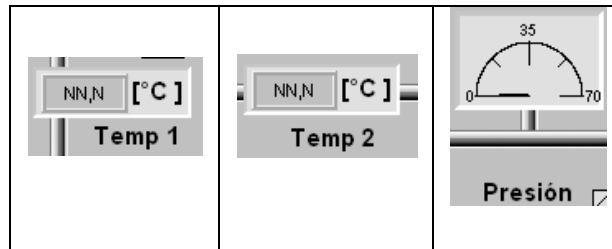
Las ventanas muestran un encabezado con el nombre del equipo: "Bba Refrigeración 1", "Bba Refrigeración 2", "Intercambiador 1" o "Intercambiador 2". Los pulsadores verde y rojo ejecutan el encendido y apagado respectivamente, el indicador "Térmico" de la parte inferior derecha se muestra de color verde mientras el relé de sobre-carga no se encuentre disparado, de lo contrario se muestra en rojo. El indicador de la parte inferior izquierda se muestra en rojo y con el texto "Stop" para el estado detenido del equipo o bien de color verde y con el texto "Start" indicando que se encuentra encendido.

En caso de que el control se encuentre en local y se acceda a las ventanas de control de los equipos, éstas seguirán mostrando los estados de los indicadores, pero los botones se encontrarán bloqueados y de tono opaco inhabilitando que sean pulsados, como se puede ver en la figura 28.



**Figura 28: Pulsadores de bombas de succión inhabilitados**

### 3.1.6 Indicadores de Temperatura y presión



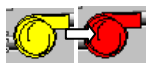



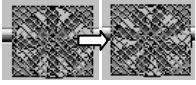
**Figura 29: Indicadores numéricos de temperatura y presión**

Los indicadores numéricos insertados en el diagrama de flujo, muestran las temperaturas a la entrada, la salida y la presión a la salida (Temp1, Temp2, y Presión, respectivamente) como se muestra en la figura 29, para la verificación de estas variables en tiempo real.

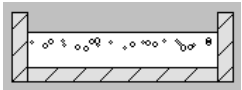


### 3.1.7 Animaciones

El diagrama de flujo del sistema de refrigeración cuenta con una serie de animaciones básicas para una operación, monitoreo y control más intuitivo.




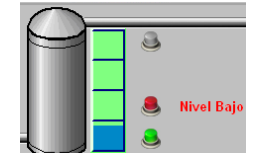

**Tabla 7: Animaciones de diagrama de flujo de sistema de refrigeración**

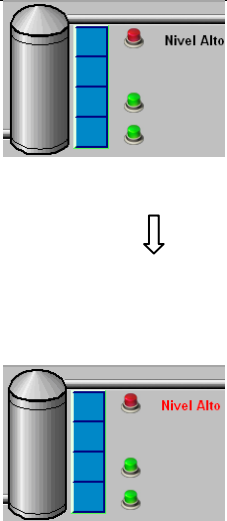
Equipo	Estado de Equipo	Animación	Muestra
Bombas de refrigeración 1 y 2	Disparado	El color de relleno titila entre rojo y amarillo	
	Apagado	El color de relleno es gris	
	Encendido	El color de relleno es verde	
Intercambiadores 1 y 2	Apagado	Intercambiador estático	
	Encendido	Giro de hélices	



Depósito de soluble	Bomba de refrigeración 1 o 2 encendida	Movimiento de burbujas en tanque	
Válvula manual 1, 2 y 3	Cerrada (no hay paso de soluble)	Color de relleno rojo, rotación de manija 180°	
	Abierta (Paso de soluble)	Color de relleno gris, rotación de manija 0°	

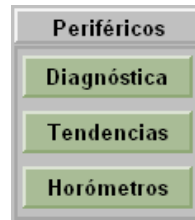
(Continuación)

	<p>Nivel de soluble en el tanque Muy Bajo</p>	<p>Gráfico de barra indicando el nivel del tanque: Nivel Muy Bajo, Indicadores de nivel bajo y muy bajo en rojo; y texto parpadeando entre negro y rojo.</p>	 <p style="text-align: center;">↓</p> 
<p>Nivel de Tanque</p>	<p>Nivel de soluble en el tanque Bajo</p>	<p>Gráfico de barra indicando el nivel del tanque: Nivel Bajo, Indicador de nivel bajo en rojo y texto parpadeando entre negro y rojo.</p>	 <p style="text-align: center;">↓</p> 
	<p>Nivel de soluble en el tanque OK</p>	<p>Gráfico de barra indicando el nivel del tanque: Indicador de nivel OK en verde y texto negro.</p>	

	<p>Nivel de soluble en el tanque Alto</p>	<p>Gráfico de barra indicando el nivel del tanque: Nivel Alto, Indicador de nivel alto en rojo y texto parpadeando entre negro y rojo.</p>	

### 3.1.8 Periféricos

En la parte superior izquierda de la pantalla de refrigeración se encuentra el recuadro de periféricos como se muestra en la figura 30, compuesto por Diagnóstica, Tendencias y Horómetros, abriendo los recuadros correspondientes que se describen en las secciones 7.4.1, 7.4.2 y 7.4.3.



*Figura 30: Periféricos sistema de refrigeración*

### 3.1.9 Diagnóstica

En esta ventana (figura 31) se almacena el histórico de la diagnostica del sistema de refrigeración junto con los botones táctiles de navegación hacia arriba o abajo, reconocer un nuevo mensaje o reconocer todos los mensajes nuevos y cerrar la ventana. Se guarda un histórico de hasta 128 mensajes.



*Figura 31: Diagnostica de sistema de refrigeración*

La lista de mensajes de diagnóstica aparece en la tabla 3, con el número de alarma y mensaje descriptivo:

**Tabla 8: Mensajes de diagnóstica de sistema de refrigeración**

<b>No. Alarma</b>	<b>Texto descriptivo</b>
180	Sist. Refrigeración: temperatura 1 por fuera de rango admitido [xx-xx°C]
181	Sist. Refrigeración: temperatura 1 por encima de rango admitido [xx-xx°C]
182	Sist. Refrigeración: temperatura 1 por debajo de rango admitido [xx-xx°C]
183	Sist. Refrigeración: temperatura 2 por fuera de rango admitido [xx-xx°C]
184	Sist. Refrigeración: temperatura 2 por encima de rango admitido [xx-xx°C]
185	Sist. Refrigeración: temperatura 2 por debajo de rango admitido [xx-xx°C]
186	Sist. Refrigeración: presión 1 por fuera de rango admitido [xx-xx psi]
187	Sist. Refrigeración: presión 1 por encima de rango admitido [xx-xx psi]
188	Sist. Refrigeración: presión 1 por debajo de rango admitido [xx-xx psi]
189	Sist. Refrigeración: nivel tanque soluble muy bajo
190	Sist. Refrigeración: nivel tanque soluble bajo
191	Sist. Refrigeración: nivel tanque soluble alto
192	Sist. Refrigeración: relé sobre-carga disparado bbaRefrigeración 1
193	Sist. Refrigeración: relé sobre-carga disparado bbaRefrigeración 2
194	Sist. Refrigeración: no hay confirmación de encendido de bbaRefrigeración 01

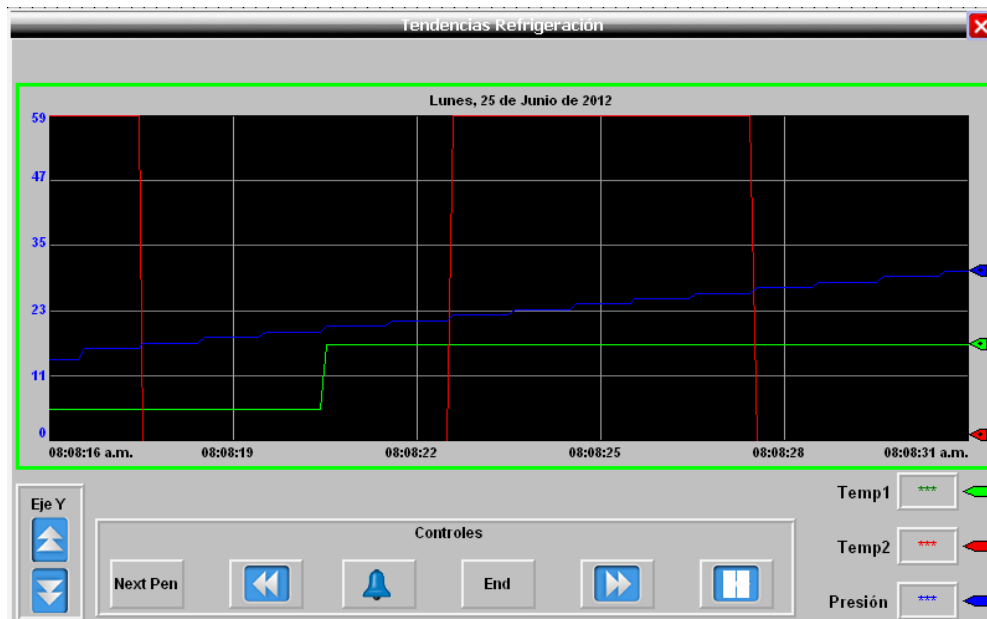
195	Sist. Refrigeración: no hay confirmación de encendido de bbaRefrigeración 02
196	Sist. Refrigeración: relé sobre-carga disparado intercambiador 01
197	Sist. Refrigeración: relé sobre-carga disparado intercambiador 02
198	Sist. Refrigeración: no hay confirmación de encendido de intercambiador 01
199	Sist. Refrigeración: no hay confirmación de encendido de intercambiador 02
200	Sist. Refrigeración: Modulo CNET del Flex I/O Refrigeración fue apagado y se encendiendo
201	Sist. Refrigeración: Modulo CNET del Flex I/O Refrigeración Formadora esta en falla
202	Sist. Refrigeración: Modulo CNET Flex I/O Refrigeración Formadora esta validando la conexión con la red
203	Sist. Refrigeración: Modulo CNET Flex I/O Refrigeración está intentado establecer conexión con el PLC
204	Sist. Refrigeración: Modulo CNET Flex I/O Refrigeración no está funcionando correctamente
205	Sist. Refrigeración: Modulo CNET Flex I/O Refrigeración en espera de que se restablezca la conexión de la red
206	Sist. Refrigeración: Modulo CNET Flex I/O Refrigeración Formadora ha sido inhibida
207	Sist. Refrigeración: Válvula manual Bomba 1 cerrado
208	Sist. Refrigeración: Válvula manual Bomba 2 cerrado
209	Sist. Refrigeración: Válvula manual Bomba 1 y Bomba 2 cerrados

(Continuación)

<b>No. Alarma</b>	<b>Texto descriptivo</b>
210	Sist. Refrigeración: Revise estado de entrada Selector Manual automático
211	Sist. Refrigeración: Orden de activación de Bomba 1 pero no se activa confirmación
212	Sist. Refrigeración: Orden de activación de Bomba 2 pero no se activa confirmación
213	Sist. Refrigeración: Orden de activación de Intercambiador 1 pero no se activa confirmación
214	Sist. Refrigeración: Orden de activación de Intercambiador 2 pero no se activa confirmación

### 3.1.10 Tendencias

Con esta ventana se tiene un registro visual de las variables de temperatura y presión (figura 32), en la que se puede realizar un control de los ejes de la gráfica con los cursores de izquierda, derecha, arriba y abajo, inicio de tendencia, fin (actual), pausa/en curso.



**Figura 32: Tendencia de sistema de refrigeración**

Se adiciona la función de “Next pen” con la cual se puede cambiar el rango numérico y color de la escala del eje vertical por el de la variable que se desea monitorear siendo las opciones Temp1, Temp2 o Presión, y sus colores verde, rojo y azul, respectivamente. Así, por ejemplo, en la figura 33 se muestra el eje de la variable presión, con su rango de escala y color de curva.



### 3.1.11 Horómetros

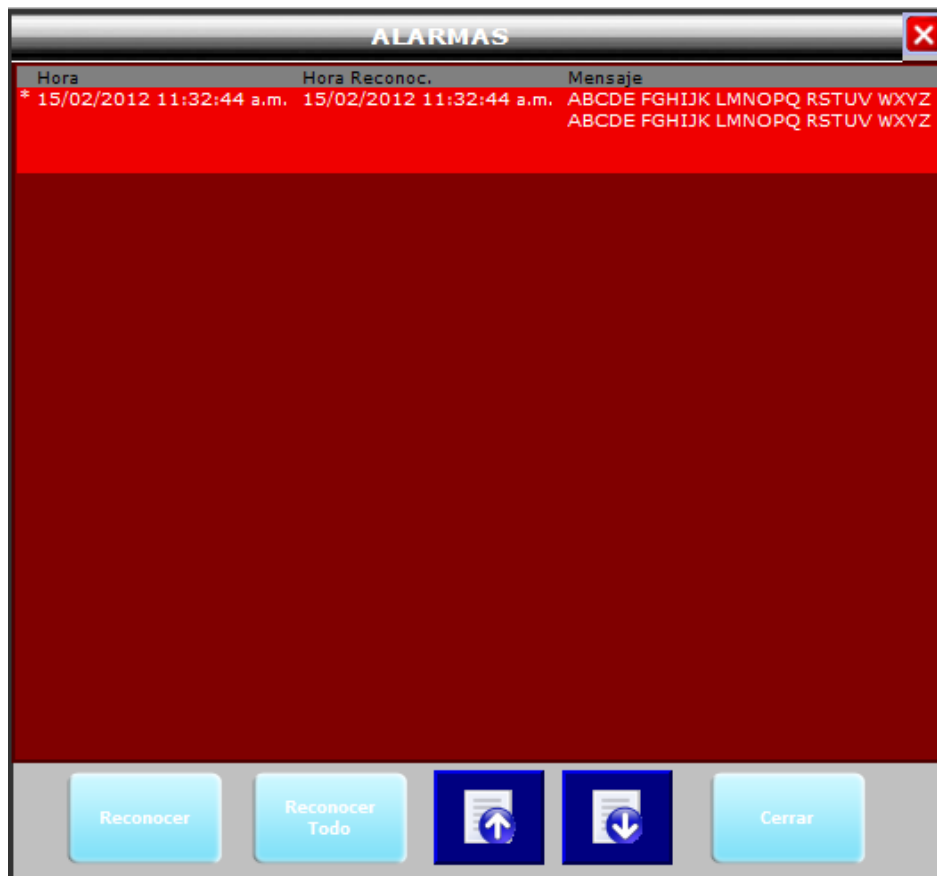
El periférico horómetros, contiene los nombres de los equipos, horas de uso y su estado encendido o apagado. Mostrando además la opción de reset manual de los horómetros y un recuadro con la fecha del último reset realizado.



*Figura 33: Horómetros sistema de lubricación*

### 3.1.12 Alarmas

Para ver la pantalla de los históricos de alarmas presione la pestaña **Alarmas** ubicado en el menú de navegación, donde se muestra la descripción de la alarma y la hora a la que se presentó cada una de ellas como se muestra en la figura 34. En esta pantalla se tiene la opción de reconocer las alarmas; mientras se presente la condición de alarma, mientras no se haya reconocido la alarma esta parpadeará hasta que se reconozca la alarma.



*Figura 34: Histórico de Alarmas*

En la tabla 9 se enlistan las alarmas reconocidas en la Panel que en caso de ocurrir aparecerían en la pantalla de históricos.

**Tabla 9: Alarmas Mostradas en la Panel**

<b>No. Alarma</b>	<b>Texto descriptivo</b>
0	Canal A del módulo CNET está apagado
1	Canal A del módulo CNET no está funcionando correctamente
2	Existe un nodo que no puede conectarse a la red CNET A
3	Uno de los cables de la red CNET A ha sido desconectado o está dañado
4	Existe una configuración incorrecta de la red CNet A
5	Existe un nodo mal configurado
6	Existe una falla en el módulo CNET del PLC
7	Canal B del módulo CNET está apagado
8	Canal B del módulo CNET no está funcionando correctamente
9	Existe un nodo que no puede conectarse la red CNET B
10	Unos de los cables de la red CNET B ha sido desconectado o está dañado
11	Existe una configuración incorrecta de la red CNET B
12	Existe un nodo mal configurado
13	Falla de COMM con la red CNET
14	Módulo CNET del PLC fue apagado y se está encendiendo
15	Módulo de CNET PLC está en falla
16	Módulo CNET del PLC se encuentra validando la COMM con la red

17	Módulo de CNET está intentado establecer COMM con los nodos de la red
18	Modulo no está funcionando correctamente
19	Módulo de CNET está en espera de que se restablezca la conexión de la red
20	La conexión del módulo CNET ha sido inhibida
21	Módulo CNET del Flex I/O fue apagado y se encendiendo
22	Módulo CNET del FLex I/O Formadora esta en falla
23	Módulo CNET Flex I/O Formadora está validando la conexión con la red
24	Módulo CNET Flex I/O está intentado establecer conexión con el PLC
25	Modulo CNET Flex I/O no esta funcionando corretamente
26	Módulo CNET Flex I/O está en espera de que se restablezca la conexión de la red
27	Modulo CNET Flex I/O Formadora ha sido inibida
28	Falla por sobrecarga, corriente de motor Bomba 1 por encima de la corriente de placa
29	Falla por sobrecarga, corriente de motor Bomba2 por encima de la corriente de placa
30	Falla por sobrecarga, corriente de motor Ventilador 1 por encima de la corriente de placa
31	Falla por sobrecarga, corriente de motor Ventilador 2 por encima de la corriente de placa

### 3.1.13 Parada de Emergencia

Aparece este mensaje sobrepuesto a la ventana de Control Principal al estar presionada la parada de emergencia de la consola de la Formadora; el mensaje que aparece es “SISTEMA EN EMERGENCIA” de color rojo y se muestra de forma parpadeante como se muestra en la figura 35.



Figura 35: Sistema en Emergencia

## 4. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES

En esta sección se presentan las especificaciones técnicas de los materiales que deben ser utilizados en la instalación del proyecto.

### 4.1 TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA TIPO IMC

Diseñada para proteger conductores eléctricos en instalaciones industriales según la norma ICONTEC NTC-2050. Se usará tubería conduit galvanizada de acero tipo IMC (Tubo conduit Metálico Intermedio) fabricada bajo las normas ANSI C80.3, NTC-105 NTC-103 y UL-797 Diámetros D= 1/2", 3/4", 1", marca COLMENA o similar. En la tabla 10 tenemos los distintos diámetros y sus características.

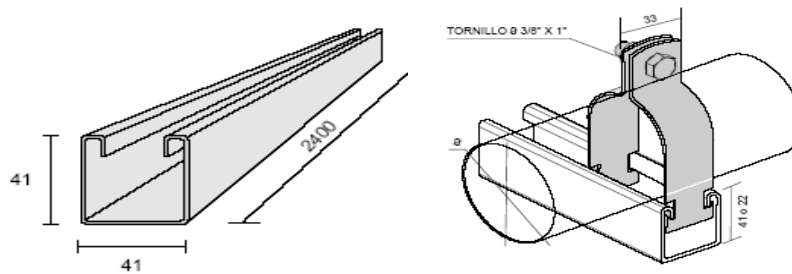
*Tabla 10 Dimensiones y pesos de tubos galvanizados*

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES DE LOS TUBOS IMC GALVANIZADOS								
DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERNO	ESPEJOR NOMINAL	PESO NOMINAL	N° DE HILOS POR CADA	Ø DE PASO DE LA ROSCA	LONGITUD DE LA ROSCA mm	
Ø pulg	Ø mm	mm	mm	UNIDAD Kg	pulg	Eo mm	EFFECTIVA Le	TOTAL Lt
1/2"	15	20,75	1,90	2,85	14	19,3	10,80	15,80
3/4"	20	26,20	1,90	3,69	14	24,6	11,20	16,10
1"	25	32,95	2,25	5,49	11 ½	30,8	13,80	19,90
1 ½"	40	47,80	2,25	8,16	11 ½	45,6	14,60	21,00
2"	50	59,90	2,40	11,04	11 ½	57,6	15,40	21,50
3"	80	88,30	3,30	22,56	8	84,9	24,40	33,10
4"	100	113,45	3,30	28,92	8	110,1	26,80	35,10

La tubería conduit galvanizada tipo IMC se usará en tendidos a la vista para acometidas de fuerza, comunicación, cables de control para sensores.

## 4.2 SOPORTES PARA TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA

Para soportar las tuberías conduit metálicas se usará perfil estructural Mecano de Ceno Ref. M111A240 y grapas para fijación de tubería Ref. FT2AG Marca Ceno. Los pernos de anclaje serán tipo expansivos de 3/8"x2". Ver figura 36



*Figura 36 Soporte para tubería*

## 4.3 ACCESORIOS CONDUIT

Las conuletas pesadas y accesorios para tubería conduit galvanizada tipo IMC serán marca CrouseHinds, Appleton o similar aprobado por Tenaris-Tubocaribe.

En la figura 37 se pueden ver estos elementos.



*Figura 37 Accesorios conduit*

#### **4.4 CABLES DE BAJA TENSION**

Todos los conductores que se utilicen serán de cobre electrolítico, conductividad de 98%, temple suave, temperatura máxima 90 grados centígrados, con aislamiento THHN/THWN para 600 voltios, sobre el cual deberán estar debidamente marcados a todo lo largo de su longitud, el calibre del conductor, su voltaje de aislamiento, su tipo de aislamiento y su temperatura máxima de operación.

Todos los conductores utilizados serán marca CENTELSA o similar que cumpla con la normatividad de ICONTEC.

#### **4.5 CABLE ENCAUCHETADO PARA ACOMETIDA**

Para las acometidas se usará cables encauchetado tipo ST-C 600V, 75°C, cuatro conductores de cobre suave cableado flexible aislamiento con poliolefina termoplástico, conductores aislados cableados entre sí, chaqueta externa en PVC con contenido de caucho retardante a la llama, resistente a la abrasión, calor y humedad fabricados conforme a la norma ASTM aplicable, UL62, NTC 2356. Ver Figura 38 Cable encauchetado.

#### **4.6 CABLE PARA INSTRUMENTACION**

Para los sensores se usara cables para instrumentación tipo PLTC & ITC 105° 300/600V, cables de cobre estañado, aislamiento en PVC, retardante a la llama. Norma RETIE, UL-2250, UL-13, MIL-W-16878. Ver Figura 39. Cable de instrumentación



#### **4.7 CABLE PARA COMUNICACION**

Para la comunicación del Tablero control, Panel View y el PLC, se usara cable COAXIAL para el protocolo CONTROLNET.

Cable coaxial formador por un conductor central de acero con recubrimiento de cobre, aislamiento de polietileno expandido por nitrógeno. Pantalla con cubrimiento global del 100% compuesta por cinta de poliéster aluminizado y malla trenzada de alambres de aluminio. Chaqueta externa de cloruro de polivinilo (PVC) negro, retardante a la llama.

IEC 96, NTC 2357, MIL-C-17, Ver figura 40 Cable Coaxial

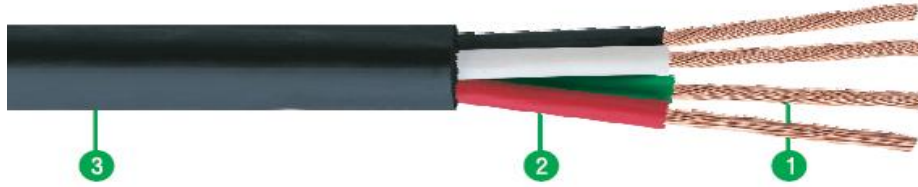
Antes de iniciar el cableado se harán chequeos iniciales de continuidad y medida de la resistencia de aislamiento con un equipo megger.

EL CONTRATISTA suministrará la mano de obra, materiales de consumo, amarres, herramientas, equipos y elementos necesarios para ejecutar la instalación de todo tipo de cables, así como marquillas, terminales y accesorios necesarios para el cableado y conexión de los sistemas de instrumentación.

Todas las instalaciones eléctricas se realizarán de acuerdo con la Norma ICONTEC 2050 (Código Eléctrico Nacional).

La instalación de los cables, incluirá la colocación de todas las marquillas de identificación, la instalación de terminales y la conexión a los tableros y equipos.

#### 4.7.1 CABLE ENCAUCHETADO PARA ACOMETIDA



*Figura 38 Cable encauchado*

#### 4.7.2 CABLE PARA INSTRUMENTACION



*Figura 39 Cable para instrumentación*

#### 4.7.3 CABLES PARA COMUNICACION



*Figura 40 Cable coaxial*

### 4.8 GABINETE CONTROL

- a) El gabinete para albergar todos los equipos de un sistema de Flex I/O deben ser NEMA 4X para ambientes externos de acero inoxidable. La pintura externa debe ser pintura electrostática color almendra (Ral 7032).
- b) Los gabinetes tienen iluminación interna que en forma automática se activa/desactiva con el sistema de apertura/cierre de la puerta.

- c) Los gabinetes deben disponer de una bandeja portacables plástica, con tapa, que permita la distribución interna de los cables de una manera segura y estética. Igualmente deben poseer borneras suficientes y del tamaño adecuado para recibir todos los cables provenientes del campo.
- d) Cada cable debe ir perfectamente identificado, y los hilos que lo conforman marcados con su respectivo rótulo (Tag), conectados a las borneras de entrada dentro del gabinete.
- e) Debe existir en el interior del gabinete un tomacorriente doble polo a tierra, del tipo GFCI, de 115VAC para conexión de un computador Portátil en caso de requerirse alguna configuración local.
- f) Los gabinetes deben tener un sistema para bloqueo con candados y tarjetas.
- g) Cada puerta debe estar conectada a la barra de tierra del gabinete a través de un cable de tierra de color verde, calibre 8 AWG entre la puerta y el gabinete.
- h) Todos los gabinetes deben tener una barra de tierra en la parte inferior del mismo con capacidad de manejar cables calibre 2 AWG. Las señales de tierra de los módulos del FLEX I/O deben cablearse a esta. Igualmente la tierra de la fuente de poder a 24VDC.
- i) Cada gabinete, estación de ingeniería, chasis, y dispositivo debe estar identificado y marcado. Los gabinetes serán marcados en la parte superior con letras negras sobre fondo blanco.
- j) Las tarjetas deben estar montadas para una fácil remoción e inserción. También debe proveerse terminales pre-cableados que permitan el reemplazo de cualquier módulo sin remover cableado.
- k) Las señales de salida deben tener dos estados seguros en caso de falla:  
Ir al estado 0 (4mA en el caso de señales análogas, 0V en el caso de digitales)  
Mantenerse en el último valor.  
Cualquiera de estas acciones se toma cuando el procesador se va a falla.

l) En cada gabinete de FlexI/O deben quedar aproximadamente el 40% de señales de I/O libres activas, teniendo en cuenta que sean proporcionales al tipo de señales de I/O utilizadas.

## 4.9 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE

### 4.9.1 Tubería conduit galvanizada

Para el montaje de la tubería conduit galvanizada se debe conservar los alineamientos de la estructura existente. Los cortes deben limarse con el objetivo de eliminar cualquier rebaba o filete que pueda dañar el aislamiento de los conductores al momento del halado. Los cortes y aquellos puntos donde se maltrate la capa de galvanizado cuando se usa prensa y llaves para se debe recuperar usando Zinc Coat.



*Figura 41 Tubería galvanizada*

Los quiebres u off-set se deben realizar usando dobla tubos recomendados y respetando los radios de curvatura exigidos en la norma y recomendaciones del fabricante.

#### **4.9.2 Roscado y doblado de tubería en campo**

Es indispensable tener dobladora hidráulica, y dobla-tubos (hasta diámetro 2”), roscadora eléctrica y tarrajas (hasta diámetro 2”) para realizar las labores de roscado y doblado de tubería metálica en campo.

Las roscas deberán hacerse con dados para roscas N.P.T, con conicidad  $\frac{3}{4}$  de pulgada por pie, y una vez terminadas y antes de acoplar, se deberán proteger con pintura anticorrosiva.

#### **4.9.3 Uniones de tubería**

Los tramos de tubería se deberán unir con acoples rectos, no se aceptaran roscas corridas. Todas las roscas de la tubería conduit, así como los accesorios conduit deberán lubricarse y protegerse contra la corrosión con un compuesto apropiado para tal fin, del tipo “STL” de Crousehinds o equivalente; y además se deberá conservar la continuidad eléctrica del sistema en los puntos de unión

Los accesorios tales como conduletas, cajas, conectores, curvas y uniones deben quedar perfectamente ajustados.

#### **4.9.4 Terminales o Conectores**

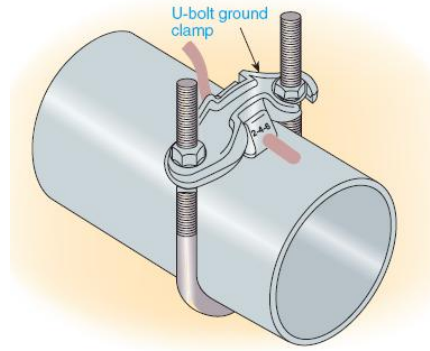
Los terminales de los conductores se instalarán de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Cable Flexible: Donde deba hacerse la conexión con terminales modulares (Burdy o equivalente), se estañará el cable aplicándole un manguito de compresión debidamente pochado, no se aceptan terminales soldados.

Cables Trenzados Flexibles que excedan 14 AWG: Se emplearán siempre terminales de compresión (excepto en los casos donde el equipo viene acondicionado con terminales especiales para la sujeción de los cables o alambres trenzados).

#### 4.9.5 Puesta a tierra tubería conduit galvanizada

Se debe aterrizar toda tubería galvanizada al sistema de puesta a tierra utilizando conectores tipo Gar adecuado según el diámetro de la tubería.



**Figura 42 Conector a tierra**

#### 4.9.6 Tendido de cables de fuerza

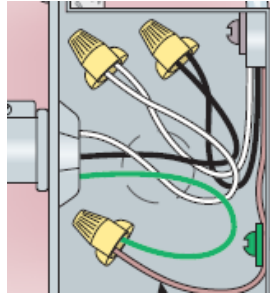
Para el tendido de conductores de fuerza se tendrá especial cuidado en no exceder las tensiones de halado permisibles suministradas por el fabricante.

Con el objeto de no maltratar los cables, antes del tendido se deben limpiar la tubería con sonda y trapo, se puede usar lubricante certificado igual o similar al Poliwater de 3M.

Antes de conectar y poner en servicio el circuito se debe hacer prueba de aislamiento a los conductores usando un megger certificado. Para conductores con aislamiento de 600V aplicar 1000VDC durante 1 minuto y dejar registro o protocolo de la prueba.

#### 4.9.7 Empalmes de conductores en motores

Los empalmes entre conductores de los motores se harán usando conectores tipo resorte marca 3M de la capacidad adecuada para el número de conductores a empalmar, deberán hacerse únicamente en las caja bornera. No se permitirá por ninguna razón empalmes dentro de tubería.



*Figura 43 Conectores de resorte*

#### 4.10 CONDICIONES DE SERVICIO

##### 4.10.1 Condiciones ambientales

Los elementos, equipos y accesorios serán instalados en el TABLERO, con las condiciones de temperatura, humedad, altitud, etc., según se indica en las características técnicas garantizadas.

Los equipos y sus componentes deberán ser tropicalizados para protegerlos de la acción de los hongos, humedad y agentes corrosivos.

A continuación se indican las condiciones ambientales a ser tomadas en cuenta para el diseño y fabricación de las salidas:

Ubicación:	Cartagena
Altitud S.N.D.M.:	2 metros
Temperatura ambiente máxima:	40°C
Temperatura media anual:	28°C

Temperatura mínima anual:	20°C
Humedad relativa:	98%
Clima:	Tropical
Nivel isocerámico:	80 Días por año
Nivel de contaminación:	Alto, Corrosivo y altamente salino.

#### **4.10.2 Requerimientos funcionales y de servicio**

Fluctuaciones.

Las fluctuaciones en el sistema eléctrico estarán comprendidas dentro de los siguientes valores:

Voltaje nominal:  $\pm 15\%$

Frecuencia nominal:  $\pm 5\%$

#### **4.10.3 Procedimiento de ejecución**

Tramitar el permiso de trabajo.

Verificar el trazado de la tubería y diámetro de cables de acuerdo con los planos y recomendaciones de la Interventoría

Limpiar y guiar tubería conduit

Con la guía introducir Manila para el halado del cable

Cortar el cable de acuerdo a listado de cables. Procurando no dañar el aislamiento.

Halar el cable manualmente, con cuidado de no dañar el aislamiento con la tubería

Identificar el cable con el tag correspondiente

Hacer pruebas de aislamiento y continuidad de cables

Entrega del permisos de trabajo



#### **4.10.4 Equipos y herramientas recomendadas**

Megger  
Multímetro  
Manilas  
Sonda  
Ponchadora Manual e Hidráulica.  
Secador  
Alicate  
Set de herramientas  
Planos aprobados para construcción

#### **4.10.5 Salud ocupacional y seguridad industrial obligatorias**

Para la ejecución de los trabajos intervendrán:

Ingeniero del área eléctrica  
Supervisor del área eléctrica  
Supervisor de Seguridad Industrial  
Electricista  
Ayudante técnico

#### **4.10.6 Elementos de protección personal**

Casco de seguridad Dieléctrico  
Botas de seguridad Dieléctrico  
Guantes de Tipo Ingeniero  
Mascarillas desechables  
Arneses de seguridad  
Gafas de seguridad  
Protectores auditivos

## **5. PROCEDIMIENTOS GENERALES DE PUESTA EN MARCHA**

El Contratista mantendrá durante la ejecución de los trabajos un ingeniero electricista residente con matrícula profesional vigente y con experiencia específica mínima de 5 años en montaje de instalaciones eléctricas y mecánicas comercial, quién será el responsable de la ejecución de los trabajos de acuerdo con las normas y buenas prácticas de la ingeniería.

El contratista mantendrá durante la ejecución de los trabajos un supervisor encargado únicamente de la seguridad industrial, con perfil de técnico en seguridad industrial con experiencia mínima certificada de tres años.

Los equipos y materiales deberán instalarse de acuerdo con los planos e instrucciones de los fabricantes, planos aprobados para construcción, lista de materiales y especificaciones técnicas. Solamente se permitirá apartarse de lo prescrito en estos documentos si existe una autorización expresa del CLIENTE.

El contratista debe presentar los respectivos Certificados de Conformidad con los reglamentos RETIE de los materiales y equipos a instalar según aplique.

Para la recepción final el Contratista debe presentar los respectivos Certificados de Conformidad de la instalación con el RETIE de acuerdo con lo establecido en estos reglamentos.

Durante el desarrollo de la obra el CONTRATISTA deberá mantener un juego completo de los planos aprobados para construcción en los que se indicarán las modificaciones efectuadas, previa aprobación del CLIENTE. Estos planos modificados son la base para la elaboración de los planos finales “como fue construido”.

Se deben elaborar todos los APR (Análisis Previo de Riesgos) requeridos, procedimientos e instructivos de trabajo.

Se debe elaborar el correspondiente Panorama de Riesgos para la ejecución de los trabajos de Montaje en las instalaciones del Cliente.

En las instalaciones se deberá tener particular atención en los siguientes puntos:

- Apariencia general del trabajo
- Protección contra fuego
- Protección de los equipos contra riesgos generales de la construcción y en particular contra elementos que puedan causar daños o deterioros en el proceso de construcción.
- Uso de herramientas adecuadas para la construcción.
- Los trabajos en áreas de riesgo deberán hacerse estrictamente de acuerdo con las normas y regulaciones específicas para esta zona y a las instrucciones de HSE.
- Seguridad de operación del personal.
- Permisos de trabajo en frío o en caliente según el caso.
- Procedimientos de HSE para la ejecución de cada labor debidamente aprobada por el Cliente.
- Se deben seguir estrictamente las Normas para Contratistas que disponga el Cliente.

## **5.1 PRUEBAS PUESTA EN MARCHA**

Las inspecciones y pruebas serán llevadas a cabo a cada sensor, arrancador, Transformador de control los cuales deberán estar totalmente conectados con las unidades conectadas entre sí. El equipo no podrá ser energizado hasta que las pruebas no se hayan culminado exitosamente y la inspección haya liberado el equipo.

Las salidas tipo arrancador serán inspeccionadas para verificar conformidad con los planos de montaje y con las especificaciones desmontaje.

## 5.2 PRUEBAS DIELÉCTRICAS

El ingeniero responsable con el equipo de trabajo a cargo se encargarán de realizar pruebas dieléctricas para asegurar la integridad de los equipos que hacen parte del proyecto, este personal estará en capacidad de verificar que se cumplan los procedimientos y se sigan los parámetros establecidos por las normas aplicadas de la planta, las cuales hacen énfasis en la importancia de:

- El voltaje aplicado a frecuencia industrial al sistema de potencia y a circuitos auxiliares y de control.
- Pruebas de soporte mecánico en operaciones repetitivas de mecanismos o dispositivos específicos.
- Se harán inspecciones y pruebas en el equipo con el fin de verificar:
  - Adecuada construcción de parte metal-mecánica (visual y dimensional).
  - Espesores de pintura y grado de adherencia.
  - Confiabilidad de mecanismos de operación de interruptores, enclavamientos y compuertas o barreras.
  - El montaje apropiado de componentes y la buena ejecución del cableado interno.
  - Resistencia de aislamiento, Fase-Fase, Fase-Tierra.
  - Secuencia de fase de todas las salidas de fuerza.
  - Circuitos de disparo de los interruptores y relés térmicos, (Prueba de inyección primaria y secundaria, según aplique).
  - Comprobar el correcto funcionamiento de los circuitos de control de cada arrancador.
  - Marquillado de todo el cableado.
  - Valores de torquéo de terminales de fuerza, control y borneras.

El equipo deberá someterse a las siguientes pruebas como mínimo durante y después del montaje y acople:

### **5.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Para poner el sistema a tierra se deben contar con:

- Medida de resistencia.
- Conexiones del sistema de tierra.
- Barra de tierra.
- Calibres de las derivaciones.
- Conectores.
- Conexión a los equipos y a las estructuras.

### **5.4 CABLES**

Debe tener total claridad por parte del personal a cargo del montaje en:

- Materiales.
- Secciones y calibres.
- Verificación de aisladores, grapas y conectores.
- Bandejas y conexiones a equipos.
- Distancias mínimas entre barras y a tierra.
- Tipo de cable.
- Calibres.
- Soportes.
- Terminales.

## 5.5 MODULOS DEL TABLERO

- Anclaje al piso.
- Identificación cables y barrajes.
- Verificación de equipos de medida, según transformadores de medida.
- Instrumentos.
- Verificación mandos.
- Verificación señalización.
- Verificación de alarmas.
- Placas de identificación.

## 5.6 GUIA PARA PROTOCOLO DE PRUEBA

Cuando se conozcan en más detalles las características de los equipos, EL PROVEEDOR / FABRICANTE presentara para aprobación de COMPRADOR el plan para la ejecución de los protocolos.

Todos los protocolos de pruebas deben incluir las siguientes partes:

**5.6.1 Objeto de la Prueba:** Se describirá en resumen la finalidad de la prueba y en lo posible se mencionaran los registros y normas internacionales aplicables.

**5.6.2 Descripción:** Se hará un resumen de los eventos, secuencia de actividades y requisitos para lograr los resultados en forma precisa u acordes con el objeto de la prueba. Se describirán y analizarán los riesgos potenciales y se definirán las medidas para mitigación.

**5.6.3 Parámetros a Medir:** Se describirán los parámetros para obtener resultados confiables, se indicarán los símbolos y unidades de medida y número de veces que de tomarán las medidas. Se anexarán esquemas en donde se indiquen las instalaciones y los sitios en donde se tomarán las medidas.

**5.6.4 Instrumentación:** Se hará la lista de instrumentos necesarios con la precisión requerida para obtener los resultados dentro de los límites de precisión.

**5.6.5 Preparativos:** Instrucciones para tomar las medidas y las consignas para operar el equipo durante la prueba, se asignará el personal responsable de la misma y se alistarán los formatos de registro necesarios. Se comprobará la instalación de los instrumentos.

**5.6.6 Precauciones:** Se describirán las precauciones especiales necesarias para evitar accidentes al personal y/o daños al equipo, (Ejemplo: pruebas con alta tensión), y las medidas a tomar en caso de situaciones anormales.

**5.6.7 Procedimientos:** Se describirán en forma sencilla y clara los procedimientos para realizar la prueba, en lo posible de acuerdo con las normas aceptadas por comprador y el fabricante o de acuerdo con instrucciones convenidas previamente.

**5.6.8 Actividades después de la prueba:** Describe las actividades necesarias para dejar el equipo en condiciones seguras después de la prueba. Antes de retirar los instrumentos de prueba, se debe efectuar el balance de los resultados para determinar si es necesario repetir la prueba o modificar los procedimientos.

**5.6.9 Formatos de Prueba y Análisis de Resultados:** Se prepararán formatos claros y suficientes para registrar los datos requeridos para evaluar los resultados. Se prepararán formatos para análisis de resultados en donde se indicarán las fórmulas, coeficientes, factores de conversión, límites de precisión, etc., que deben servir de base para redactar las conclusiones de la prueba.

**5.6.10 Anexos:** El protocolo incluirá todos los anexos relacionados con la prueba entre otros como los siguientes:

- Copia de instrucciones del fabricante.
- Cálculos detallados de los resultados.
- Curvas y fechas de calibración de instrumentos debidamente certificados.
- Gráficas y esquemas.

## 5.7 PRUEBAS DE SERVICIO PARA PUESTA EN MARCHA:

Al poner en marcha el sistema de filtración y refrigeración verifique que se cumplan los siguientes puntos:

*Tabla 11 Puesta en marcha*

<b>ANTES DE ARRANCAR</b>	<b>Estado (√ / X)</b>
Los puntos de anclaje de la tubería y sus elementos están ajustados	
El recorrido del sistema de tuberías es continuo	
Las válvulas abren y cierran total y libremente	
La válvula de succión de la bomba está abierta	
Hay un óptimo nivel de líquido soluble en el tanque	
Hay alimentación eléctrica para los elementos mecánicos del sistema	
El filtro está limpio	
El impulsor de la bomba se puede girar libremente sin obstrucción	
<b>DURANTE EL ARRANQUE</b>	
El nivel de vibración y ruido se estabiliza y no es excesivo	
Los transmisores de presión y temperatura empiezan a mostrar valores	
La temperatura del soluble a la entrada del soldador está por debajo de 40 °C	
No hay fugas entre accesorios y conexiones de la tubería	
El nivel del líquido soluble se mantiene dentro de los límites permisibles	
La(s) bomba(s) y ventiladores de los intercambiadores permanecen encendidos	
La presión de bombeo está por encima de los 14 PSI	



## 6. MANTENIMIENTO

El mantenimiento ha sido la herramienta utilizada para conservar y alargar la vida útil de los equipos, y se ha notado la mejoría que han sufrido los procesos, especialmente gracias al mantenimiento preventivo y predictivo que han desplazado el mantenimiento correctivo, para hacer uso de este último solo cuando sea la última instancia.

### 6.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En el sistema de lubricación y filtrado de la caja soldadora ETNA los equipos son mantenidos mediante tres actividades básicas que busca prevenir o evitar fallas en él, estas actividades son realizadas como se describirá a continuación:

- Inspección pre-operacional
- Mantenimiento periódico
- Mantenimiento trimestral.

#### 6.1.1 Inspección pre-operacional:

Antes de iniciar el proceso de soldadura hay que realizar cuidadosamente las siguientes inspecciones:

- Revisar el nivel de soluble en el tanque de almacenamiento.
- Revisar que las bombas estén conectadas y listas para operar.
- Inspeccionar visualmente los equipos para detectar piezas flojas o sueltas
- Verificar que no existan objetos extraños en el recorrido del tubo.
- Arranque la bomba y observe la magnitud del flujo de agua que sale por la tubería, la condición correcta es equivalente a un flujo continuo. Si el flujo es irregular apague la bomba y verifique que la succión de la bomba esté despejada, pueda estar obstruida por la suciedad y esta a su vez desgastará la vida útil del impulsor.
- Verificar que la caída de presión entre los filtros no supera el 5%.
- Con la bomba encendida inspeccionar en busca de fugas o taponamientos.

### **6.1.2 Mantenimiento periódico**

Estas labores o revisiones periódicas deben realizarse en los sitios de operación se recomiendan realizarse semanalmente siguiendo las siguientes operaciones:

Durante periodos de inactividad, siempre que la bomba se pare durante un largo periodo, gire el eje manualmente una vuelta y cuarto para lubricar los cojinetes y prevenir que se trabe el eje.

En la tubería auxiliar, inspeccione visualmente si hay fuga en las conexiones.

Controlar el nivel de vibración del eje y de los cojinetes. Para esto use un medidor de vibración manual para medir la vibración de los cojinetes y del eje. La vibración no debería exceder de 0.002”.

### **6.1.3 Mantenimiento trimestral**

#### **6.1.3.1 Limpieza del tanque de almacenamiento**

Para evitar la entrada de basura u otro objetó al sistema de lubricación, se recomienda no dejar acumular suciedad excesiva en el tanque de almacenamiento ya que un gran número de problemas en la eficacia del sistema, está relacionado con la basura o calamina que llega a la caja de soldadura.

#### **6.1.3.2 Elementos mecánicos**

- Desmonte, limpie y engrase los rodamientos o cojinetes de las bombas para así reducir la fricción y el desgaste de los mismos.
- Cambiarles el aceite o engrasarlos nuevamente cada dos revisiones (semestralmente).
- Revise el consumo de energía, ya que el alto consumo de energía es un indicio de fallas, ya sea desalineación, exceso de vibración, mala lubricación u otros.

- Revise y ajuste los pernos de fijación de la bomba para evitar una vibración innecesaria.
- Observe el impulsor y el anillo en busca de desgaste, erosión, rebabas o rayones, que pudieran causar un desequilibrio, vibración o deterioro.
- Desmonte, limpie y sondee los intercambiadores de calor para retirar las partículas que se adhieren a las paredes del mismo, para evitar futuras obstrucciones y posibles rupturas.
- Desmonte las tuberías, verifique que la capa de pintura anticorrosiva con la que fue cubierta aun está protegiendo la tubería, lave con agua caliente el interior de los tubos y ensamble nuevamente.

#### **6.1.3.3 Consumibles**

- Al desmontar tuberías y accesorios, realizar el cambio de los filtros de partículas para mejorar la calidad del soluble que llega a la caja soldadora.
- Inspeccionar y cambiar los retenedores y empaquetaduras que se encuentren en deterioro.
- Revise las partes internas de la bomba en busca de desgastes o ralladuras (limpie o cambie cuando sea necesario).
- Los sellos mecánicos con fugas deberán ser reemplazados, son muchos los diseños de sellos que una sola rutina no alcanza a cubrir todas las combinaciones posibles, por eso se recomienda seguir las instrucciones del fabricante a la hora de sustituir estos componentes.

## **6.2 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO BÁSICO DE LA BOMBA**

A la hora de desarmar y armar una bomba se puede economizar tiempo, trabajo y problemas si se siguen una serie de instrucciones lógicas muy útiles.

### **6.2.1 Al desarmar la bomba**

La tubería auxiliar debe desconectarse sólo en los puntos en que sea necesario para desmontar la bomba.

Después de haber desconectado la tubería, debe amarrarse un trapo limpio en los extremos o aberturas del tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños.

Emplear siempre un extractor para quitar el acople del eje.

Las camisas del eje tienen roscas para apretarle en sentido contrario a la rotación del eje.

### **6.2.2 Después de desarmar la bomba**

Antes de hacer la inspección y el chequeo, limpie las partes cuidadosamente. Los residuos gomosos y espesos pueden quitarse a vapor. El lodo, la calamina o depósitos de sustancias extrañas similares a las anteriores pueden quitarse por medio de un chorro de agua.

### **6.2.3 Reensamblaje**

La bomba hidráulica es una máquina construida con precisión. Las tolerancias entre las partes giratorias y las estacionarias son muy pequeñas y debe ejercerse el mayor cuidado para ensamblar adecuadamente sus partes con el objeto de conservar estas tolerancias. El eje debe estar completamente recto y todas las partes deben estar absolutamente limpias. Un eje torcido, mugre o lodo en la cara del impulsor, o sobre la camisa de un eje puede ser causa de fallas o daños a futuro.

Los impulsores, las camisas del espaciador y las del eje constituyen un ensamblaje resbaladizo bastante ajustado al eje. Debe usarse una pasta delgada de aceite al ensamblar estas partes en el eje.

#### **6.2.4 Alienación**

Al desarmar y volver a armar la bomba hay que tener en cuenta que el no alinearla correctamente traerá problemas de vibración, desgastes prematuros y ruidos en la bomba. Para realizar una correcta alienación se debe contar con el personal y los equipos necesarios (comparador de caratula, reglas y laminas de calibración).

Es necesario alienar la bomba paralelamente y angularmente, de manera paralela la bomba de estar alineada vertical y horizontalmente, esta alienación puede verificarse colocando una regla a través de los bordes de acoplamiento en la parte superior, en la parte inferior y en ambos lados, La regla debe descansar uniformemente sobre ambos bordes del acoplamiento en las cuatro posiciones.

Al realizar la alineación angular la bomba y el elemento accionador deben ajustarse de tal manera que las caras del acoplamiento queden paralelas. Verifíquela en la parte superior, en la parte inferior y en ambos lados. Todas las mediciones deberán hacerse de conformidad con las especificaciones del fabricante

### 6.3 PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan estructurado de mantenimiento recomendado para este sistema se resume en la siguiente tabla, la cual debe tenerse en cuenta por parte del personal a cargo de la administración de los recursos de mantenimiento y así cumplir con los requerimientos sugeridos.

*Tabla 12 Plan de mantenimiento*

Elementos	Frecuencia				
	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual
<b>Líquido soluble</b>	-				
Temperatura en la soldadora		I		A	
Limpieza	I	L		R	
<b>Tuberías</b>	-				
Accesorios		I		L	IR
Recorrido			I	L	
Anclajes		I	A		IR
Válvulas		I/A	L		IR
Filtros		L	R		
<b>Bombas</b>	-				
Buscar fugas	I/A				
Nivel de vibración		I/A			
Rodamientos				I/L	IR
Fijación y anclaje		I	A		IR
Anillos, empaques y sellos			I		R
<b>Intercambiadores de calor</b>	-				
Tuberías		I	L		IR
Diferencial de temperatura			I		
Coraza y anclaje		I		L	

- I: Inspeccionar
- R: Reemplazar
- L: Limpiar
- A: Ajustar
- IR: Inspección rigurosa y cambiar si lo amerita

## CONCLUSIONES

Este documento presentó el diseño de un sistema de Lubricación y Refrigeración para la caja del soldador de la Formadora de Tubos con costura ETNA.

Para el desarrollo y selección de los equipos fue necesario conocer el proceso de formado de la tubería con costura, para determinar los parámetros actuales y así conformar los criterios de selección de los instrumentos.

La metodología que se empleó en el diseño del tablero de eléctrico de control se tuvo en cuenta las normas y estándares de otras plantas, en donde el tablero dispositivo o módulo que se va a diseñar se ve como un sistema estándar.

El sistema supervisorio y de diagnóstico se encuentran definidos en todas las plantas para determinar las posibles fallas, reportes y disminución de tiempo de parada para dar una solución oportuna. En el proyecto se aborda un enfoque mixto debido a que se emplean dispositivos mecánicos, eléctricos, comunicación y control para conformar un sistema complejo.

Los estudios y simulaciones muestran que esta implementación al lograr mejorar la calidad y la temperatura del líquido soluble de refrigeración generará una mejor soldadura, lo que se traduce en disminución de las pérdidas económicas anuales además de mejorar la confiabilidad de la planta haciéndola más eficiente, más segura y más competitiva a nivel mundial en la producción de tubos con costuras.

## BIBLIOGRAFIA




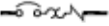






- MICHAEL D. WHITT, Successful Instrumentation and control systems design.
- Irving H. Shames. Mecánica de fluidos Mc Graw Hill, Tercera Edición.
- <http://www.tenaris.com/Colombia/es/default.aspx>



## **ANEXOS**

## Anexo A. Diseño del tablero de control

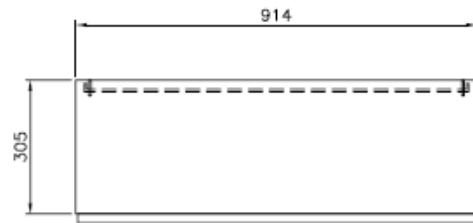
### CONVENCIONES

	DPS - DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES
	FUSIBLE DE BAJA INTENSIDAD
	BORNERA DE CONEXION UNIPOLAR
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	TRANSFORMADOR DE CONTROL CON NUCLEO DE HIERRO
	CONTACTOR MAGNETICO NO REVERSIBLE
	INTERRUPTOR DE LIMITE CONTACTO NORMALMENTE CERRADO
	INTERRUPTOR DE NIVEL NORMALMENTE CERRADO
	CONEXION A TIERRA
	BORNERA PORTAFUSIBLE
	TOMACORRIENTE

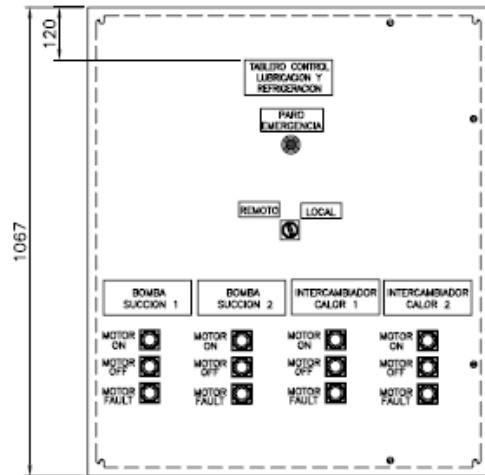
### NOMENCLATURA

GM :	GUARDAMOTOR4.0-6.3 A
CB :	CONTACTOR DE BOMBA
SS :	SELECTOR
IT :	INTERRUPTOR
FP :	FUENTE DE PODER
MCR :	RELE DE CONTROL MAESTRO
OD :	SALIDA DIGITAL
ID :	ENTRADA DIGITAL
TB :	TERMINAL BORNERA
PE :	PARO DE EMERGENCIA
IA :	ENTRADA ANALOLGA
GM :	GUARDAMOTOR4.0-6.3 A
LSL :	SENSOR NIVEL BAJO
ZS :	SENSOR POSICION VALVULA
OL :	RELE SOBRE CARGA
AUX :	CONFIRMACION ARRANQUE INTERCAMBIADOR

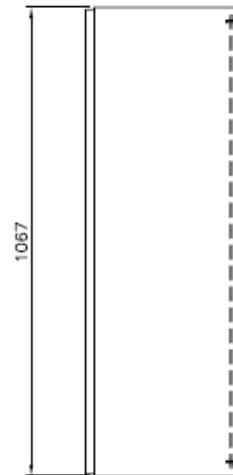
## Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)



VISTA PLANTA



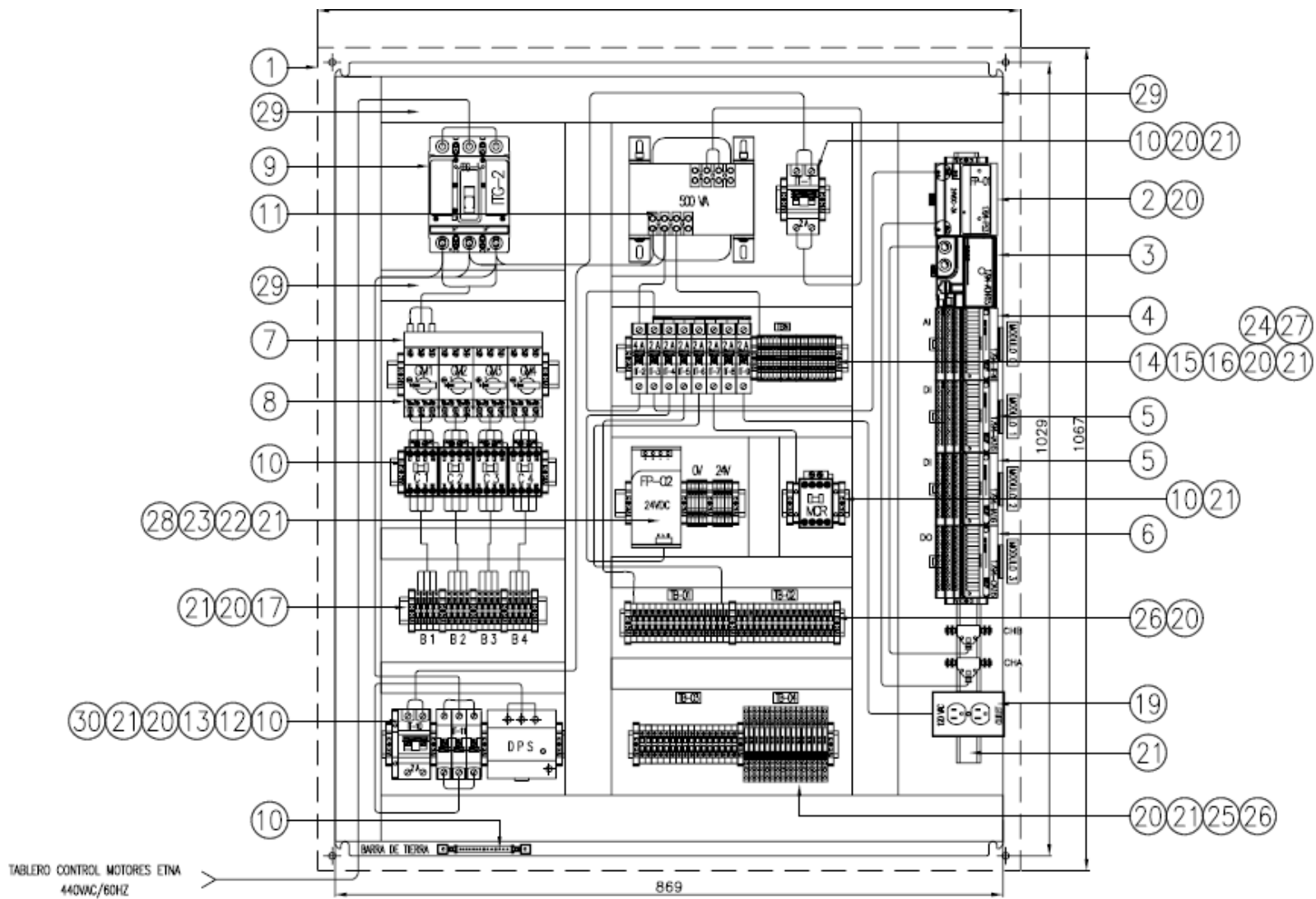
VISTA FRONTAL  
DISPOSICION EXTERNA



VISTA LATERAL

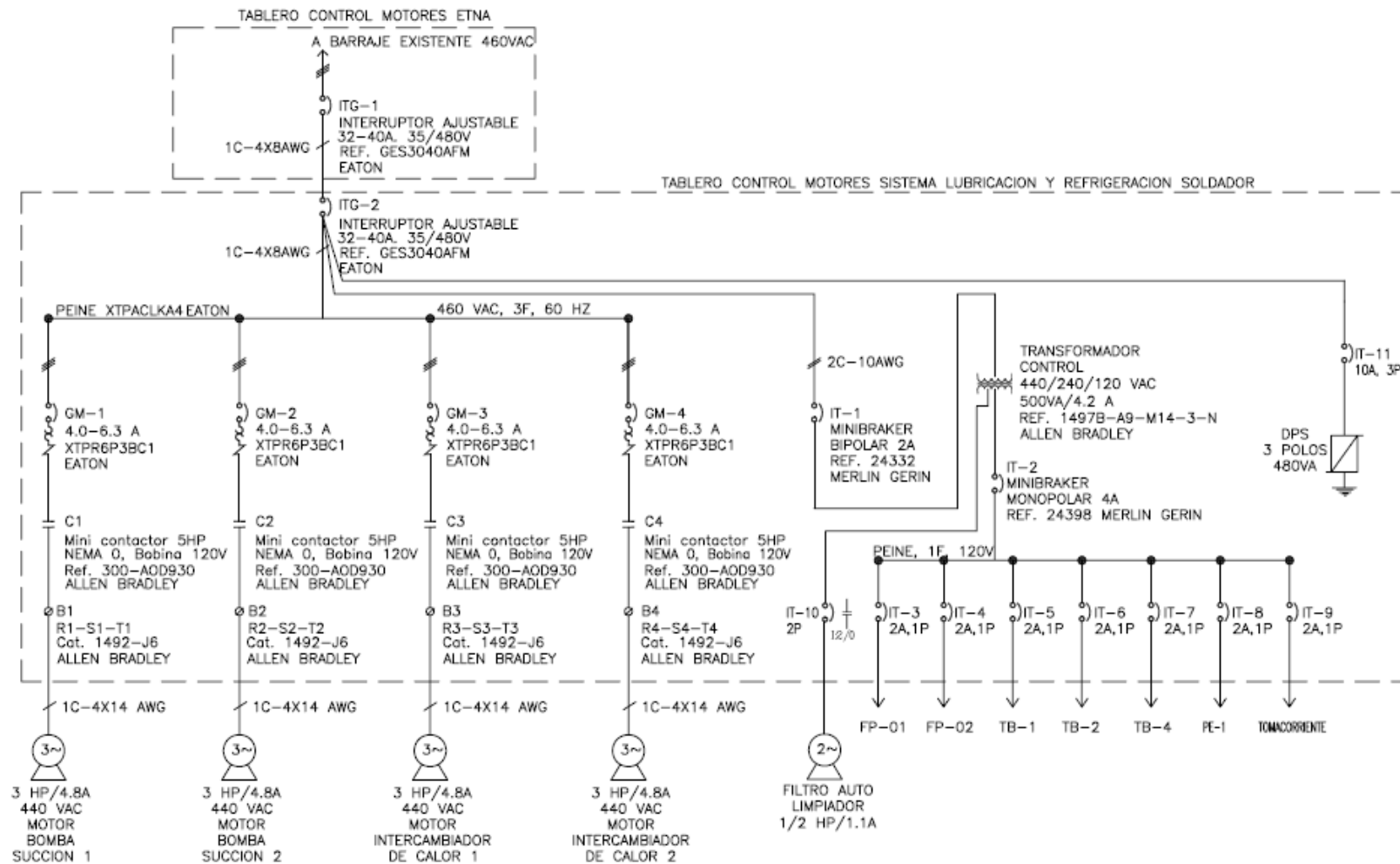
ESCALA:1:10

DIMENSIONES DE LAS PLACAS DE LEYENDAS		
ELEMENTOS EXTERNO		
ANCHO	LARGO	TAMAÑO DE LA LETRA
21 mm	50 mm	3 mm
ELEMENTOS INTERNOS		
10 mm	20 mm	3 mm
PRINCIPAL TABLERO PEQUEÑOS O MEDIANOS		
40 mm	100 mm	5 mm
PRINCIPAL CONSOLA		
30 mm	60 mm	3 mm
PRINCIPAL TABLERO GRANDE		
80 mm	200 mm	15 mm

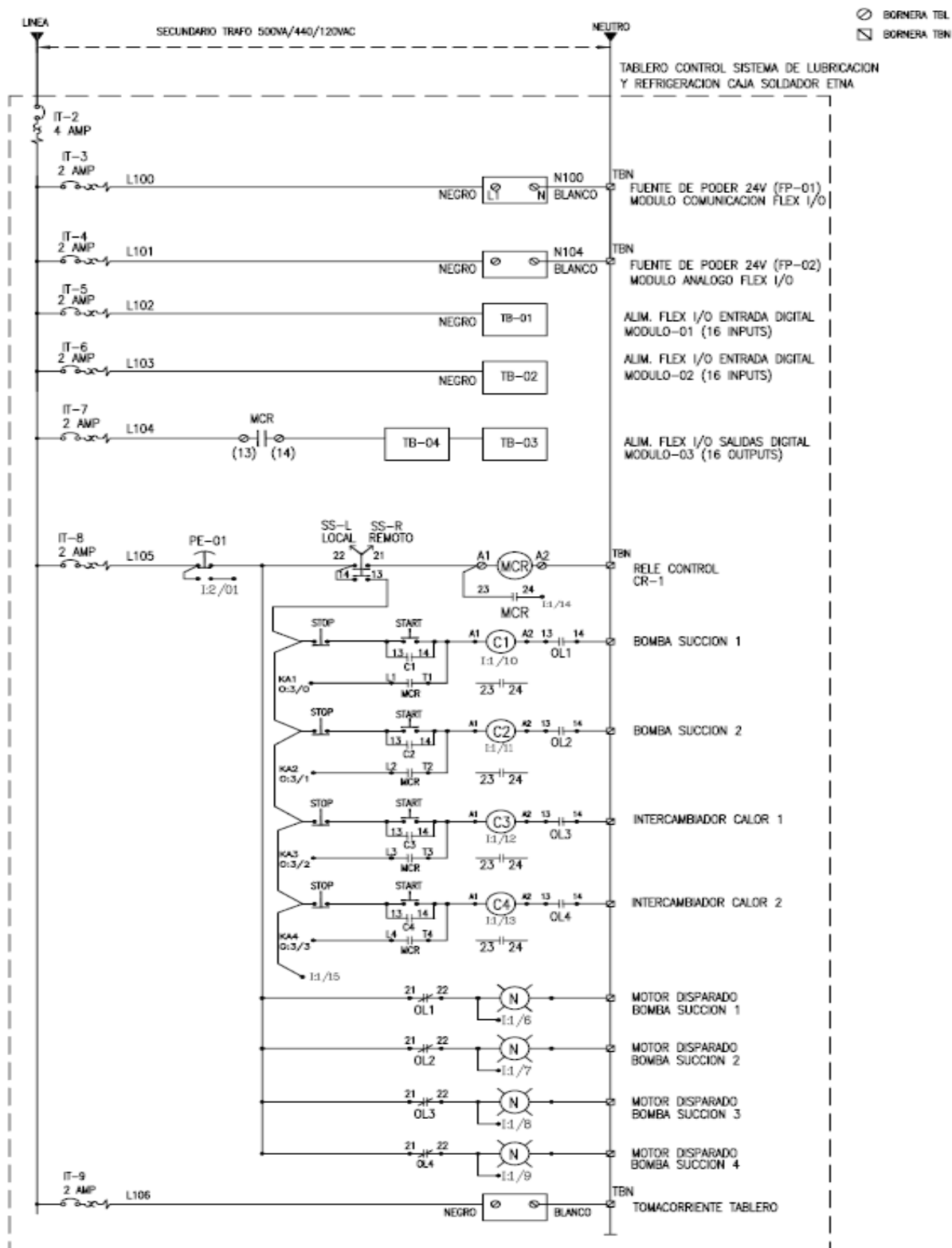


Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)

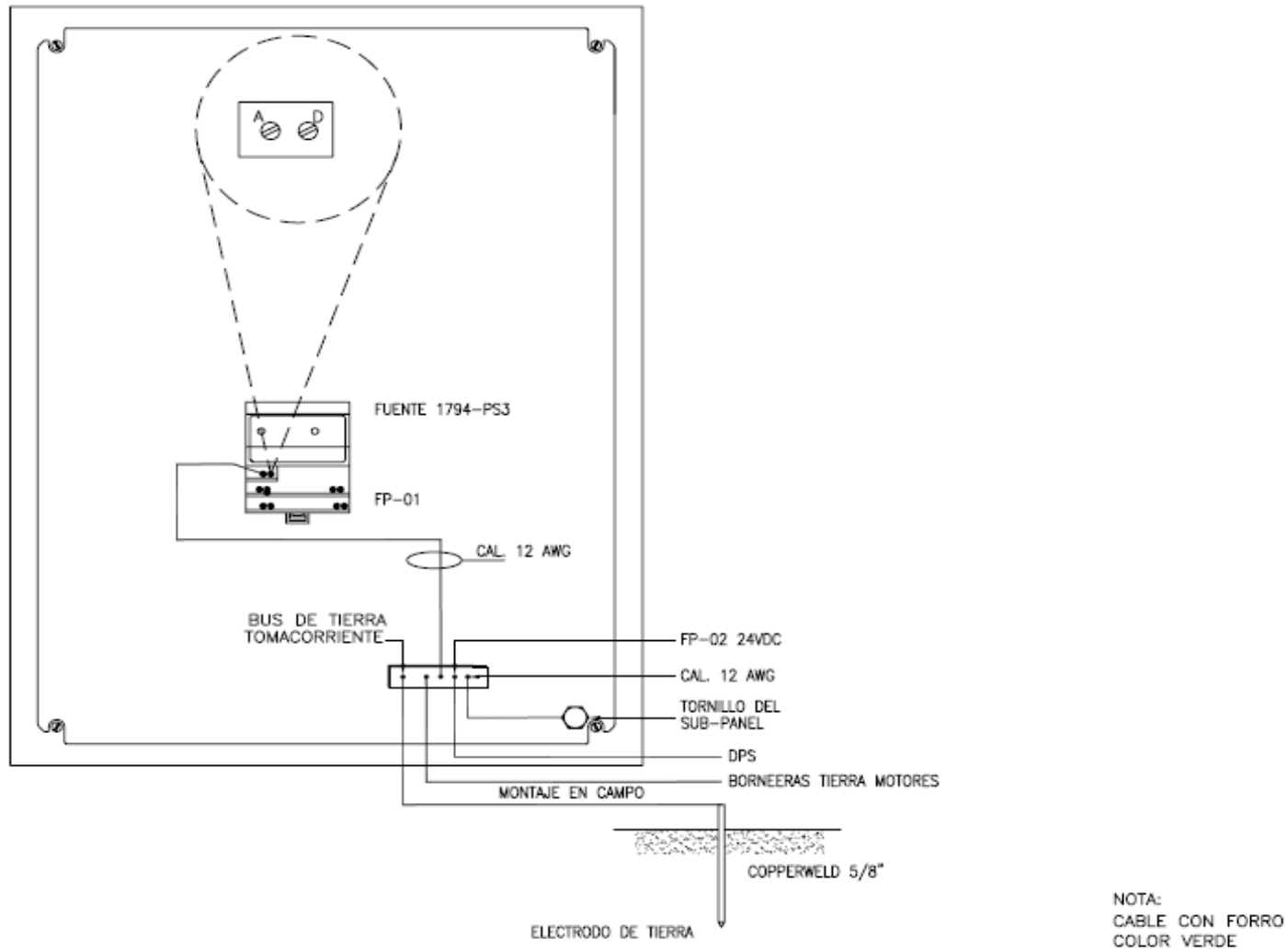
## Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)



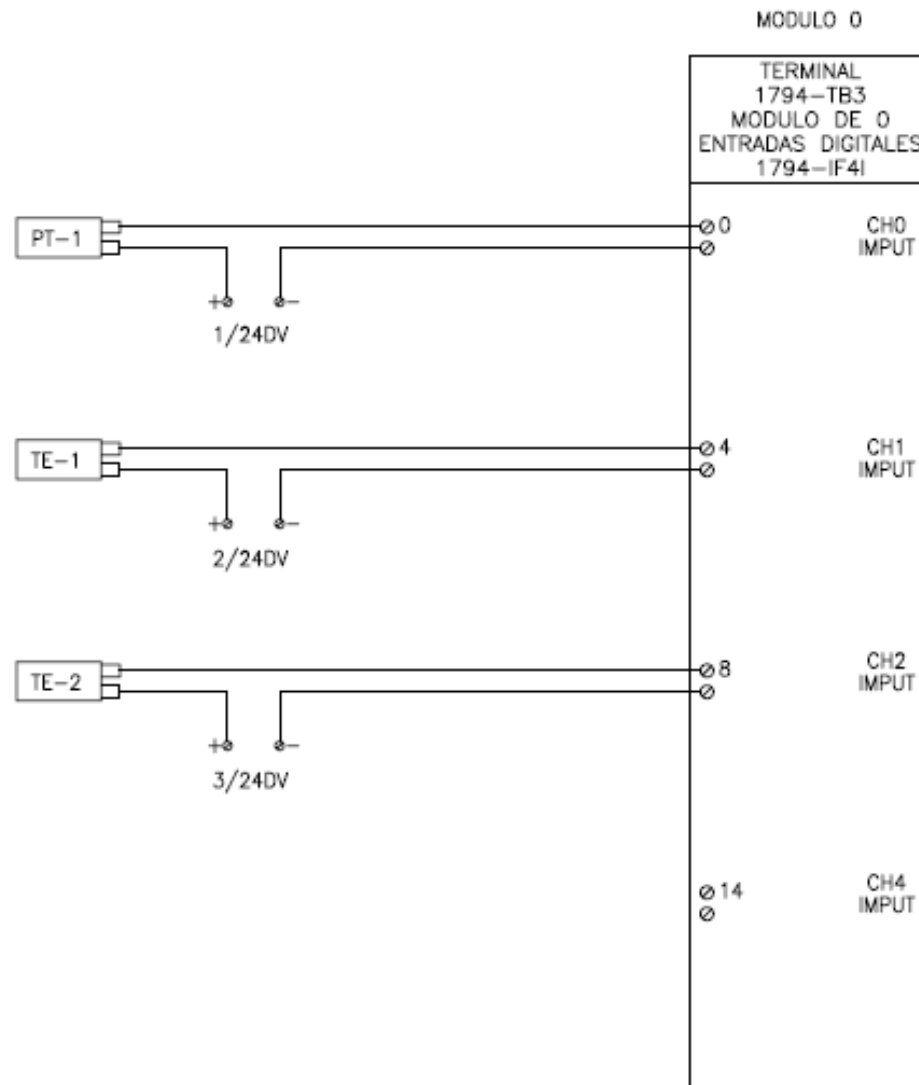
## Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)



**Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)**

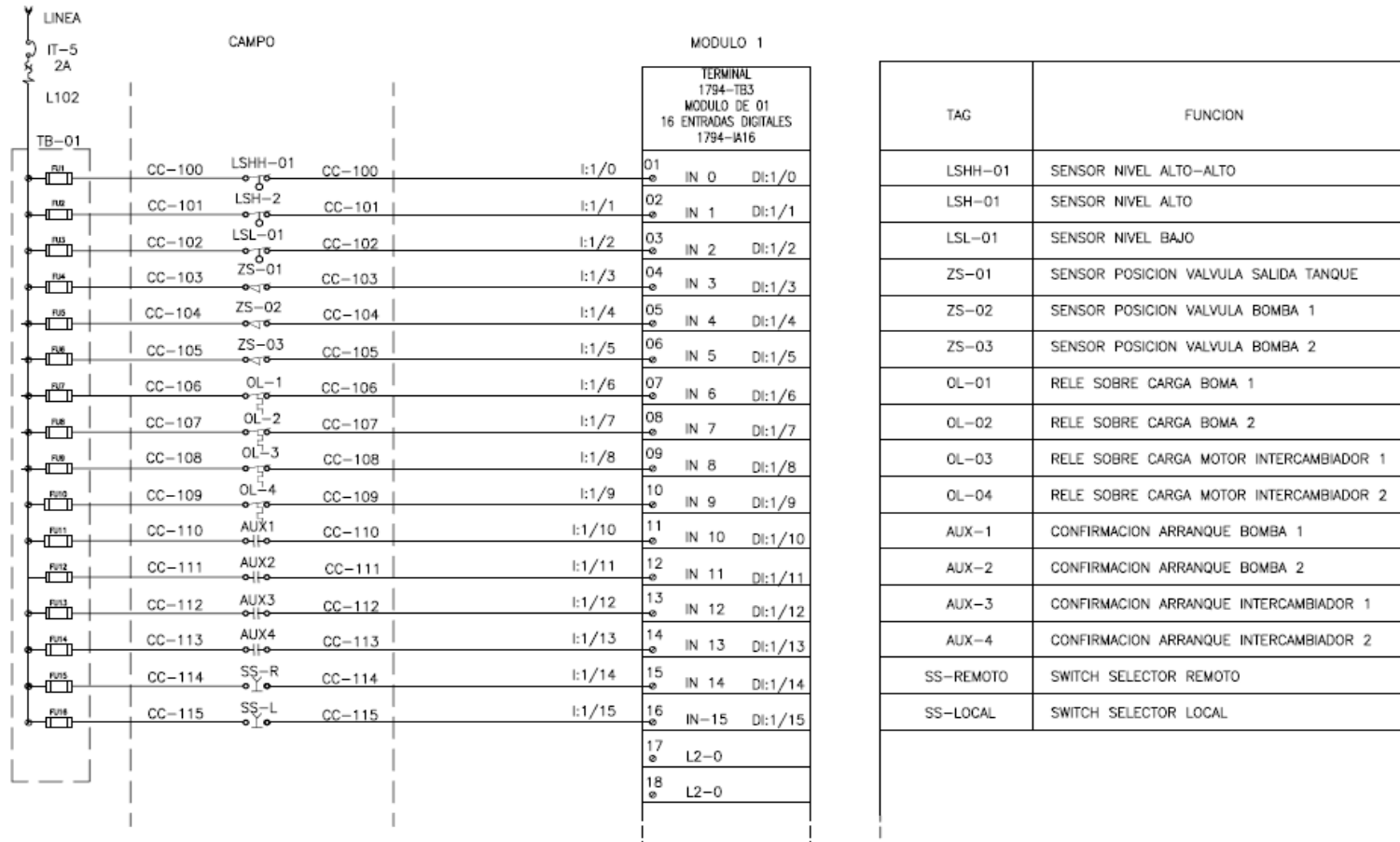


## Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)





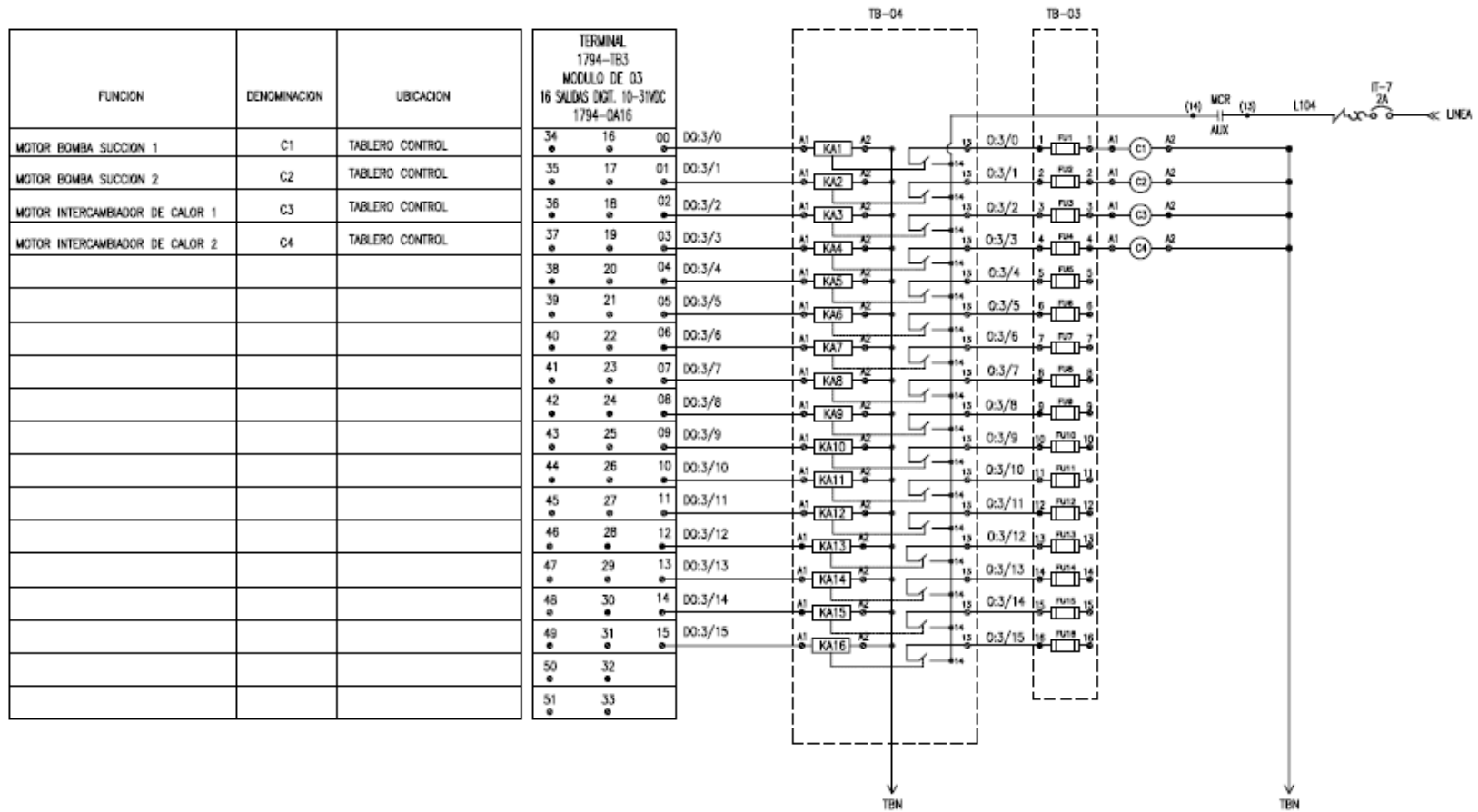
## Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)



TAG	FUNCION
LSHH-01	SENSOR NIVEL ALTO-ALTO
LSH-01	SENSOR NIVEL ALTO
LSL-01	SENSOR NIVEL BAJO
ZS-01	SENSOR POSICION VALVULA SALIDA TANQUE
ZS-02	SENSOR POSICION VALVULA BOMBA 1
ZS-03	SENSOR POSICION VALVULA BOMBA 2
OL-01	RELE SOBRE CARGA BOMA 1
OL-02	RELE SOBRE CARGA BOMA 2
OL-03	RELE SOBRE CARGA MOTOR INTERCAMBIADOR 1
OL-04	RELE SOBRE CARGA MOTOR INTERCAMBIADOR 2
AUX-1	CONFIRMACION ARRANQUE BOMBA 1
AUX-2	CONFIRMACION ARRANQUE BOMBA 2
AUX-3	CONFIRMACION ARRANQUE INTERCAMBIADOR 1
AUX-4	CONFIRMACION ARRANQUE INTERCAMBIADOR 2
SS-REMOTO	SWITCH SELECTOR REMOTO
SS-LOCAL	SWITCH SELECTOR LOCAL



## Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)



## Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)

- Tablero de distribución y control.
- Protección IP65.
- El tablero CENTRO DE CONTROL DE MOTORES AGRUPADO será tipo Metal-Enclosed en gabinete para sobreponer Nema 4x, servicio interior, para operar en un sistema de 480v, 3 fases, 3 hilos, 60 hz,
- Los componentes de los circuitos de control y protección serán localizados en el mismo tablero y separados de los componentes primarios.
- EL diseño del tablero contemplará espacios suficientes para el arreglo de barras, interruptoras, contactores, relevos, terminales de conexión de cables, radios de curva y de conductores, bloques de bornas de conexión, con el fin de facilitar su instalación, inspección y mantenimiento respetando las distancias de separación recomendadas por los fabricantes de los elementos constitutivos.
- El acabado del tablero será RAL 7032.
- Todo marquillado. todos los dispositivos de control y el alambrado serán identificados de acuerdo con lo indicado en los diagramas de conexión.
- El cableado será identificado con etiquetas termo-encogible impresas por computador o mediante marquilladoras digitales
- Protección contra cortocircuito IT.
- Protección contra sobretensiones (DPS).
- La tensión de control será 120vac.
- La identificación de las secciones del tablero se hará con marquillas acrílicas negras con letras en fondo blanco de por lo menos 3/16 # y serán montadas en la parte frontal del tablero.
- El contenido de las marquillas será en idioma español.

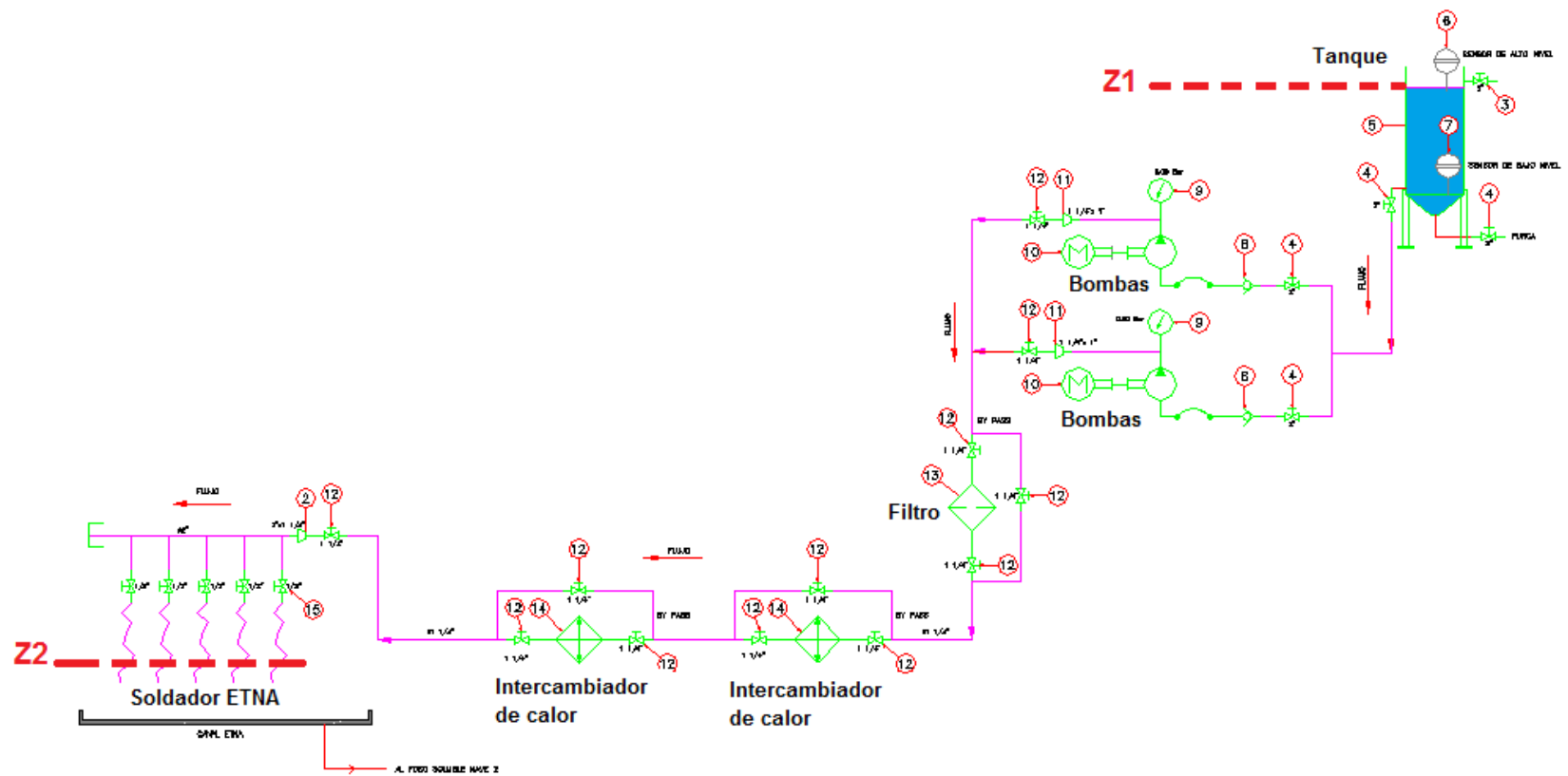
### Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)

ITEM	NOMENCLATURA	CANT.	DESCRIPCION DE EQUIPO	CLAVE ALGE	ITEM	NOMENCLATURA	CANT.	DESCRIPCION DE EQUIPO	CLAVE ALGE
1		1 PZA	GABINETE COMPACTO 1067X914X305MM REF. CSD423612 HOFFMAN		21		2PZA	RIEL DIN 1492-DR5 35X7.5MM, 1M LONG. ALLEN BRADLEY	
2		1 PZA	FUENTE DE PODER 24 VDC REF:1794-PS3 MARCA ALLEN BRADLEY		22		5PZA	BORNERAS ROJAS REF. 1492-J3-RE ALLEN BRADLEY	
3		1 PZA	MODULO ADAPTADOR I/O REMOTO CONTROLNET REDUNDANTE CAT.1794-ACNR15,MCA. ALLEN BRADLEY.		23		5PZA	BORNERAS AZULES REF. 1492-J3-B ALLEN BRADLEY	
4		1 PZA	MODULO DE 4 ENTRADAS ANALOGAS 120VAC 1794-IF4I, ALLEN BRADLEY.		24		20PZA	BORNERA CONEXIÓN TORNILLO 1492-J3, 24A, 2,5MM2, GRIS ALLEN BRADLEY	
5		2 PZA	MODULO DE ENTRADAS DIGITALES 120 VAC REF:1794-IA16, MCA. ALLEN BRADLEY.		25		16PZA	RELE TIPO BORNERA, BOBINA 24VDC, REF. 700-HLS1U224, ALLEN BRADLEY	
6		1 PZA	MODULO DE SALIDAS DIGITALES 120VAC 1794-OA16, MCA. ALLEN BRADLEY.		26		48PZA	BORNERAS PORTAFUSIBLE SALIDAS DIGITALES CONEXIÓN TORNILLO REF. 1492-WFB4250, 284VAC 115A GRIS ALLEN BRADLEY	
7		4 PZA	GUARDAMOTORES, RANGO DE AJUSTE 4.0-6.3A. 3HP PKZMO-63/TPR6P3BC1 EATON		27		2PZA	JUMPER ATORNILLABLE, 5 MM CENTRO, 10 POLOS, AMARILLO, REF. 1492-CJUS-10 ALLEN BRADLEY	
8		4 PZA	CONTACTOS AUXILIARES, TIPO MONTAJE FRONTAL 1NA, 1NC NHI-E-11-PKZ0/XPAXFA11 EATON		28		1PZA	FUENTE DE PODER DE 24VDC, 110/220V AC, SALIDA 120W 5A REF. 1606-XL1200, ALLEN BRADLEY	
9		1 PZA	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO AJUSTABLE 32-40A, 35KA/480V		29		2PZA	CAVALETA RANURADA PORTACABLE AZUL 40x60x2000mm	
10		5 PZA	MINI CONTACTOR TRIPOLAR NEMA 0, 5HP 480V BOBINA 120V 300-AOD930 ALLEN BRADLEY		30		1PZA	CONTACTO AUXILIAR PARA MINI INTERRUPTOR REF: 26924, MERLIN GERIN	
11		1 PZA	TRANSFORMADOR DE CONTROL 500VA, 480/120V, 60HZ 1497B-A9-M14-3-N ALLEN BRADLEY		31		5PZA	CONTACTO AUXILIAR PARA MINI INTERRUPTOR 1ND, 1NC, REF: 100-SB11, ALLEN BRADLEY	
12		1 PZA	MINI BREAKER TRIPOLAR CURVA C, 10A, 6KA 24349 MERLIN GERIN		32		1PZA	CERROJO PARA BORNERA, EATON 39016918	
13		1 PZA	DPS TRIPOLAR, 480 VAC, 45KA, 1500V TENSION AL IMPULSO 12717 MERLIN GERIN		33		1PZA	PEINE PARA CUATRO GUARDAMOTORES FRAME B, REF: XTPXCLKM	
14		2 PZA	MINIBREAKER BIPOLAR 2A 24332 MERLIN GERIN		34		1PZA	MINIBREAKER TRIPOLAR CURVA C 10A, 6KA, REF: 24349 MERLIN GERIN	
15		1 PZA	MINIBREAKER MOPOLAR 4A 24398 MERLIN GERIN		35		5PZA	CONTACTO AUXILIAR 1ND, REF: 100-SB10, ALLEN BRADLEY	
16		7 PZA	MINIBREAKER MOPOLAR 2A 24396 MERLIN GERIN		36		4PZA	LUZ PILOTO, LED AMBER, 120VAC REF: 800T-QH10A, ALLEN BRADLEY 1ND, REF: 100-SB10, ALLEN BRADLEY	
17		16 PZA	BORNERAS CONEXIÓN TORNILLO 1492-J6 ALLEN BRADLEY		37		4PZA	BOTON PULSADOR CON LUZ LED INDICADORA 120 VAC REF: 800H-QRH10R ALLEN BRADLEY	
18		1 PZA	PEINE MONOFASICO 12 CIRCUITOS 14881 MERLIN GERIN		38		4PZA	BOTON PULSADOR CON LUZ LED INDICADORA 120 VAC REF: 800H-QRH10G, ALLEN BRADLEY	
19		1 PZA	TOMA DOBLEGFCI, 15A, 125V, NEMA 5 15R REF: 7599-W, LEVINTON		39		1PZA	PARO DE EMERGENCIA PUSH PULL/MIST RED LED 120VAC 1 N L B-1ND REF: 800T-FXTQH10RA1, ALLEN BRADLEY	
20		30 PZA	TOPE PARA BORNERAS 1492-EAJ35 ALLEN BRADLEY		40		1PZA	SELECTOR ALLEN BRADLEY 2 POSICIONES REF: 800T-FXTQH10RA1, ALLEN BRADLEY	

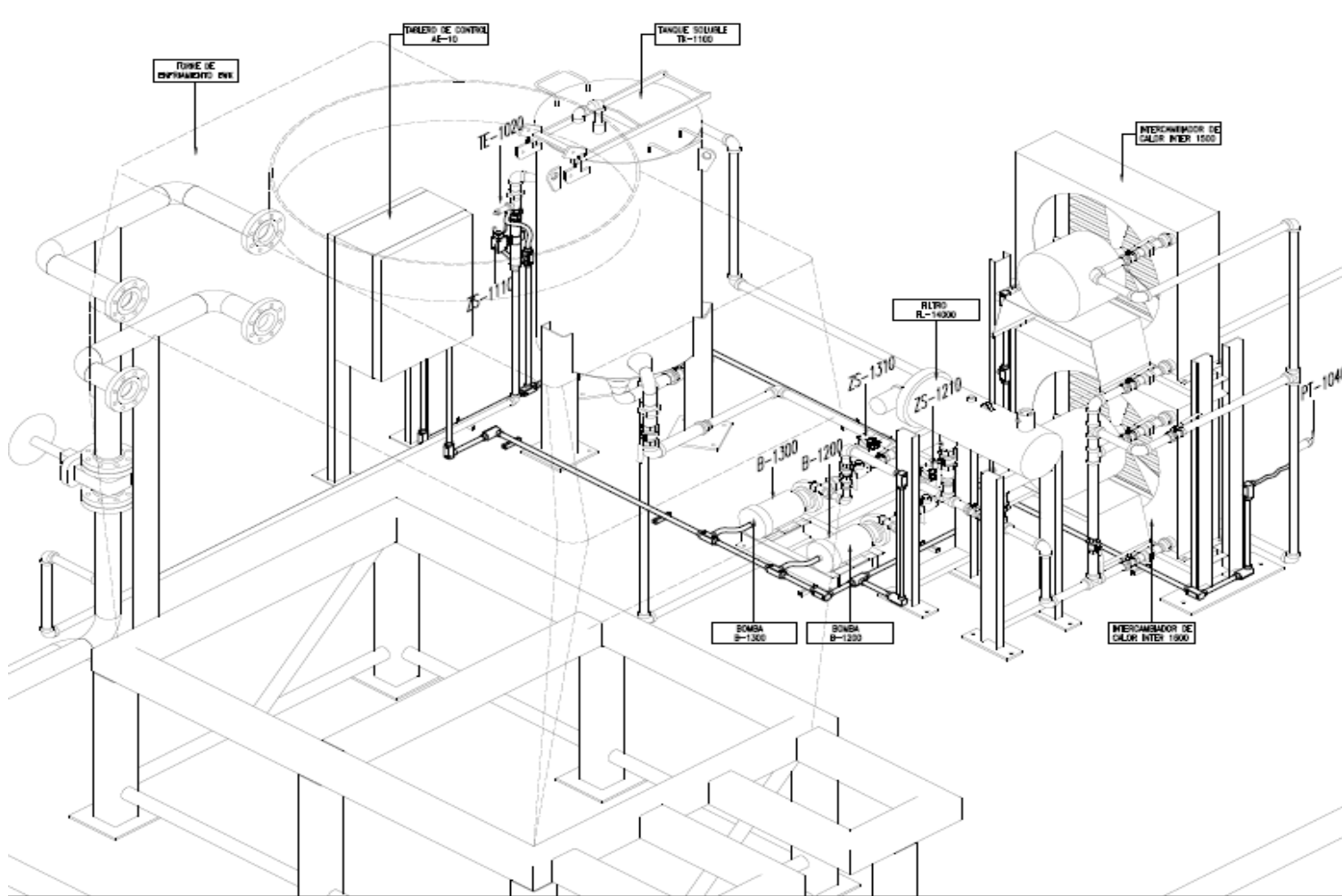
### Anexo A. Diseño del tablero de control (continuación)

ITEM	NOMENCLATURA	CANT.	DESCRIPCION DE EQUIPO	CLAVE ALGE	ITEM	NOMENCLATURA	CANT.	DESCRIPCION DE EQUIPO	CLAVE ALGE
1		1 PZA	STANDARD LEGENDS HAND-OFF REF: 800T-X511, ALLEN BRADLEY		21				
2		1 PZA	STANDARD LEGENDS EMERG. STOP(RED), REF: 800T-X504, ALLEN BRADLEY		22				
3		4 PZA	STANDARD LEGENDS START REF: 800T-X547, ALLEN BRADLEY.		23				
4		4 PZA	STANDARD LEGENDS STOP(ROJO) REF: 800T-X550, ALLEN BRADLEY.		24				
5		62 PZA	MARQUILLAS PARA BORNERAS REF: 1492-MR5X12, ALLEN BRADLEY		25				
6		48 PZA	MARQUILLAS PARA BORNERAS PORTAFUSIBLE REF: 1492-MS8X9, ALLEN BRADLEY		26				
7		1 PZA	PORTAPLANO PLASTICO PARA PLANOS FORMATO A4, ALLEN BRADLEY		27				
8					28				
9					29				
10					30				
11					31				
12					32				
13					33				
14					34				
15					35				
16					36				
17					37				
18					38				
19					39				
20					40				

## Anexo B. P&ID Sistema de lubricación y refrigeración de la caja soldadora ETNA



## Anexo C. ISOMÉTRICO Sistema de lubricación y refrigeración de la caja soldadora ETNA



VISTA ISOMÉTRICA 1



### Anexo D. Diagrama de Moody

