



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Sistema de agua caliente
para Máquina de Fosfatado**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Emiliano Sandoval Sámano

ASESOR DE INFORME

M.I. Augusto Sánchez Cifuentes



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

HWS PARA MÁQUINA DE FOSFATADO

ÍNDICE

Capítulos

1.-Introducción	1
2.- Empresa.....	3
3.-Perfil de puesto.....	4
4.-Ingeniería básica.....	8
5.-Inicio de trabajos en sitio.....	11
6.-Filosofía de control.....	14
7.- Instalación de equipos y tuberías.....	17
8.- Manual de operación y mantenimiento.....	23
9.- Lista de equipos que integran el sistema.....	32
10.-Conclusión.....	36
11.-Bibliografía	37
12.-Anexos	38

1. Introducción

Durante el año que presté mis servicios a la empresa Heat & Power Systems realicé distintas labores dentro de la empresa de las que destaca el rol que tuve como Coordinador de Proyectos en el suministro e instalación de un sistema de calentamiento de agua para una máquina de fosatado. El fosatado es la aplicación de una capa protectora de fosfato que sucede cuando sales fosfatadas de hierro, zinc o manganeso son disueltas en una solución de ácido fosfórico. Cuando piezas de hierro o acero se ponen en ácido fosfórico ocurre una reacción común entre ácido y metal que deshace los iones de hidronio aumentando el pH, de manera que la sal diluida salga de la solución y se precipite a la superficie de la pieza. En caso de que se produzca fosfato de zinc o fosfato de manganeso el fosfato de hierro se vuelve indeseable. La reacción ácido-metal produce hidrógeno en forma de gas el cual se adhiere a la superficie metálica en forma de pequeñas burbujas, esto previene que el ácido llegue a la superficie metálica y desacelera la reacción.

El procedimiento de fosatado es el siguiente:

- Limpiar la superficie
- Enjuagar
- Activación de la superficie
- Fosfatado
- Segundo enjuague
- Enjuague neutralizador (opcional)
- Secado

El fosfatado se aplica en partes automotrices principalmente en los ejes de los automóviles, una vez fosfatadas las piezas son barnizadas con aceite lo que les da la resistencia deseable contra el desgaste.

El objetivo del proyecto se centró en colocar un HWS (sistema de agua caliente) en lugar de una caldera para dar servicio a una máquina que realiza un proceso térmico en piezas manufacturadas por IARC S.A. DE C.V. con domicilio en Canela 350, Granjas México, 08400 Ciudad de México, CDMX.

A lo largo del documento se desglosa el funcionamiento básico del HWS y las funciones que llevé a cabo.

Los diagramas y diseños son de mi autoría y pertenecen a Heat & Power Systems

2. Empresa

La empresa Heat & Power Systems nace en 1997 con el proyecto de recuperación de calor de las chimeneas de calcinación de cal en Jalisco, a lo largo de los últimos 20 años ha trabajado con algunas de las empresas más importantes dentro del país:

- Pepsico
- Sabritas
- Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma
- Nestlé

Visión

Trascender como la empresa de excelencia en el ahorro de energía, reconocida por sus clientes y la sociedad por sus innovaciones, calidad, servicio y compromiso en el medio ambiente.

Misión

Participar en conjunto con nuestros clientes para la optimización de sus procesos y reducir el consumo de combustible y emisiones al medio ambiente.

La empresa se dedica mayormente a temas de ahorro y recuperación de energía, como es el caso del proyecto en el que trabajé directamente. Especialmente en la sustitución de calderas por equipos Calderas de calefacción avaladas por la American Society of Mechanical Engineers Sección IV. Se especializan en procesos de baja a media temperatura (i.e. clubes deportivos, procesos de temperaturas hasta 90°C) llevando a cabo sus proyectos de manera acorde a sus políticas ambientales. La empresa ha estado incursionando en proyectos de recuperación de biogás en las plantas cerveceras de la Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma principalmente en las ubicadas en Guadalajara y Toluca.

3. Perfil de puesto

A continuación se muestra el documento emitido por la empresa.

Heat & Power Systems, S.A. de C.V.

PERFIL DE PUESTO

PUESTO: Project Manager.

ÁREA: Gerencia de instalación.

Propósito del puesto.

Coordinar las actividades que se desarrollan en el proyecto garantizando el cumplimiento del programa, presupuesto, la calidad el buen funcionamiento y seguridad.

Retos del Puesto

- Cumplir con la calidad del proyecto.
- Cumplir con el presupuesto.
- Cumplir con la fecha de terminación del proyecto.
- Garantizar el buen funcionamiento del proyecto.
- Integración del equipo de trabajo.
- Fomentar la retroalimentación entre las diferentes áreas del proyecto para crear un mayor compromiso entre el personal.

Responsabilidades.

- Coordinar la junta de arranque del proyecto con las áreas y personal participantes.
- Conocer el alcance y detalle (100%) de los proyectos con relación a los suministros, servicios (mecánico, eléctrico, control - automatización y civil), montajes e instalación.
- Realizar la ruta crítica del proyecto en conjunto con las áreas de ingeniería, abastecimientos, control y automatización.
- Asignar el presupuesto a las instalaciones y revisar con abastecimientos los costos de contratistas y/o personal propio.
- Gestionar el cronograma para garantizar que el trabajo es asignado al personal adecuado.
- Promover la conciencia en el personal para asegurar el cumplimiento de los procedimientos generales y específicos del proyecto.
- Asignar presupuesto al área de seguridad.
- Coordinar en conjunto con residente de seguridad, las actividades necesarias para proporcionar un entorno laboral seguro a los empleados y contratista, dentro del marco legal vigente.
- Realizar juntas con los supervisores de proyecto para verificar el avance. Realizar acciones correctivas pertinentes que demande el proyecto y garantizar el avance.
- Verificar que se cumplan las especificaciones técnicas, para la aceptación del cliente, en las distintas áreas y funciones, a través de inspecciones en sitio en conjunto con Ingeniería, Control y Automatización.
- Coordinar las juntas con el cliente y supervisar que se documente todos los acuerdos y observaciones garantizando la firma de los involucrados en la bitácora de obra.
- Analizar cualquier cambio al contrato (modificaciones, adicionales) y verificar sus impactos técnicos y económicos, en conjunto con Director de Negocio y Tecnología, Ingeniería, Control y Automatización, antes de confirmar con el cliente.
- Control de flujo de proyecto. Deberá organizar que los pagos del cliente lleguen en tipo para que el proyecto sea autosustentable.

Heat & Power

- Mantener y mejorar los procesos sistemáticos para la administración del proyecto que optimice el uso ordenado del personal, y recursos disponibles.
- Coordinar y supervisar la ejecución de instalación eléctrica y mecánica, en conjunto con (Gerente control y automatización).
- Coordinar y supervisar montaje de equipos, calderas, tanques, bombas, en conjunto con (Gerente de ingeniería, (Residente de SHE).
- Asegurarse de la aprobación técnica por parte del cliente por escrito.
- Supervisar pruebas de funcionamiento en conjunto con Gerente de ingeniería, (Residente de SHE). representante de cliente.
- Supervisar arranque y puesta en marcha, en conjunto con Gerente de Ingeniería, Residente de SHE, representante del cliente
- Supervisar y garantizar las correcciones realizadas en el arranque y puesta en marcha, o en cualquier etapa de la ejecución del proyecto.
- Control de los documentos planos, diagramas, acuerdos, modificaciones (vigentes, revisados y autorizados).
- Revisar informes y registros del proyecto en la bitácora de obra (semanal).
- Elaboración del Manual de Operación y Mantenimiento M&O, en conjunto con Ingeniería y Control y Automatización.
- Integrar dossier y validarlo en conjunto con Calidad.
- Entregar dossier y/o manual de operación del proyecto al cliente.
- Obtener la carta de entrega.
- Coordinar junta de terminación o cierre del proyecto.
- Analizar las diferencias entre los resultados planificados y los obtenidos, experiencia adquirida y lecciones emergentes para compartir con el equipo de trabajo.
- Presentar Curva de aprendizaje.
- Realizar recomendaciones.
- Validar el dossier que se entregará al cliente.
- Cierre formal del proyecto con el cliente (entrega del dossier) en conjunto con el Residente de Obra.

Habilidades

- | | |
|--------------------------|---|
| - Organizado. | - Comunicación efectiva (oral y escrita). |
| - Orientado al servicio. | - Proactivo. |
| - Comprometido. | - Estratégico. |
| - Previsor. | - Toma oportuna de decisiones. |
| - Eficiente y eficaz. | - Resolución de conflictos. |
| - Trabajo bajo presión. | - Autodidacta. |
| - Integrador. | - Manejo de personal. |

Clientes Internos:

Gerente de Ingeniería, Gerente de Abastecimientos, Gerente de Control y Automatización, Supervisor de Seguridad, Calidad.

Reporta:

Dirección Negocios y Tecnología, Dirección comercial.

Heat & Power

Le reportan:

Gerente de abastecimientos, Residente de obra, Residente de SHE, Gerente de Control y Automatización, Logística, contratista.

Formación: Licenciatura Ingeniería mecánica, eléctrica, arquitectura o afin (titulado).

Conocimientos.

- Termodinámica básica.
- Electricidad y electrónica básica.
- Hidráulica avanzada.
- Amplia experiencia en instalación de recipientes sujetos a presión. (tanques, calderas, calentadores), (avanzado).
- Experiencia en supervisar la ejecución de sistemas hidráulicos, eléctricos, mecánicos, control y automatización (interpretación de planos avanzado).
- Conocimiento básico en control de presupuesto, costos indirectos y aplicaciones en obra.
- Conocimiento avanzado de CPM (Critical Path Method) o Ruta Crítica.
- Experiencia en negociaciones con clientes y contratistas.
- Experiencia en manejo confidencial de información, seguimiento y control de documentos, planos y especificaciones.
- Conocimiento de las normas aplicables mexicanas, STPS, SENER y SECRE.
- Conocimiento de las normas aplicables ISA, ASME, ANSI.
- Conocimiento avanzado en Seguridad e Higiene Industrial.
- Conocimiento en Auditoria.

Software.

- Microsoft Project o equivalent,
- Excel,
- Word,
- Power Point,
- AutoCAD,
- Visio.

Horario:

Oficina: Lunes a viernes 9:00 a.m. a 18:00 p.m.

Planta: De acuerdo con el horario de planta preferentemente cumplir de lunes a sábado 57 horas de trabajo máximo con un día de descanso.

Servicio programado:

Considerar los horarios de paro de área o planta.

Heat & Power

Servicio emergente:

En trabajo no programado o emergencias deberá responder de manera inmediata, proporcionando asistencia vía telefónica, o hacer acto de presencia para solucionar el problema.

Libranza:

Si el proyecto lo requiere los trabajos se deberán ampliar a sábado, domingo o días festivos.

Disponibilidad: Para viajar al interior de la Republica y cambio de residencia temporal en la duración del proyecto.

4. Ingeniería básica

El sistema de calentamiento considera un circuito cerrado presurizado que permite la entrega de la energía a los usuarios por medio del calor sensible del agua caliente presurizada, prácticamente sin pérdidas de energía, generadas por el calor latente del sistema de vapor. Para poder llevar a cabo las labores requeridas tuve que utilizar los conocimientos adquiridos en las materias relacionadas con la termodinámica, en particular con Transferencia de calor.

Adicionalmente atendí problemas relacionados con los materiales a utilizar en las distintas tuberías instaladas y fundamentos de control para poder comprender el funcionamiento del sistema.

El principio de funcionamiento básico es el de un sistema hidroneumático, el cual consiste de un tanque que contiene aire presurizado y agua, el aire a presión actúa como un amortiguador el cual ejerce o absorbe presión. Los sistemas hidroneumáticos también contienen una bomba de recirculación cuyo trabajo principal es mantener la presión dentro del sistema. Para tener presión en el sistema se logra a través de un tanque de capacidad de 100 litros en donde como ya se había mencionado antes se mezcla agua y aire, el aire comprimido se obtiene de los mismos compresores ya instalados en sitio. En el tanque de almacenamiento de agua de 1000 litros se almacena el agua la cual se va calentando hasta que llega a los parámetros requeridos de acuerdo al proceso. En la figura 1 se muestra un diagrama ilustrativo del sistema, comienza con la suavizadora de agua conectada al sistema de agua tratada de Industrias Automotrices RC la cual es bombeada hacia el tanque de almacenamiento en donde es transferida por medio de la bomba del equipo de calentamiento de agua para que se pueda aumentar su temperatura. Una vez que alcanza la temperatura de proceso es enviada a través de la bomba de recirculación hacia la máquina de fosfatado.

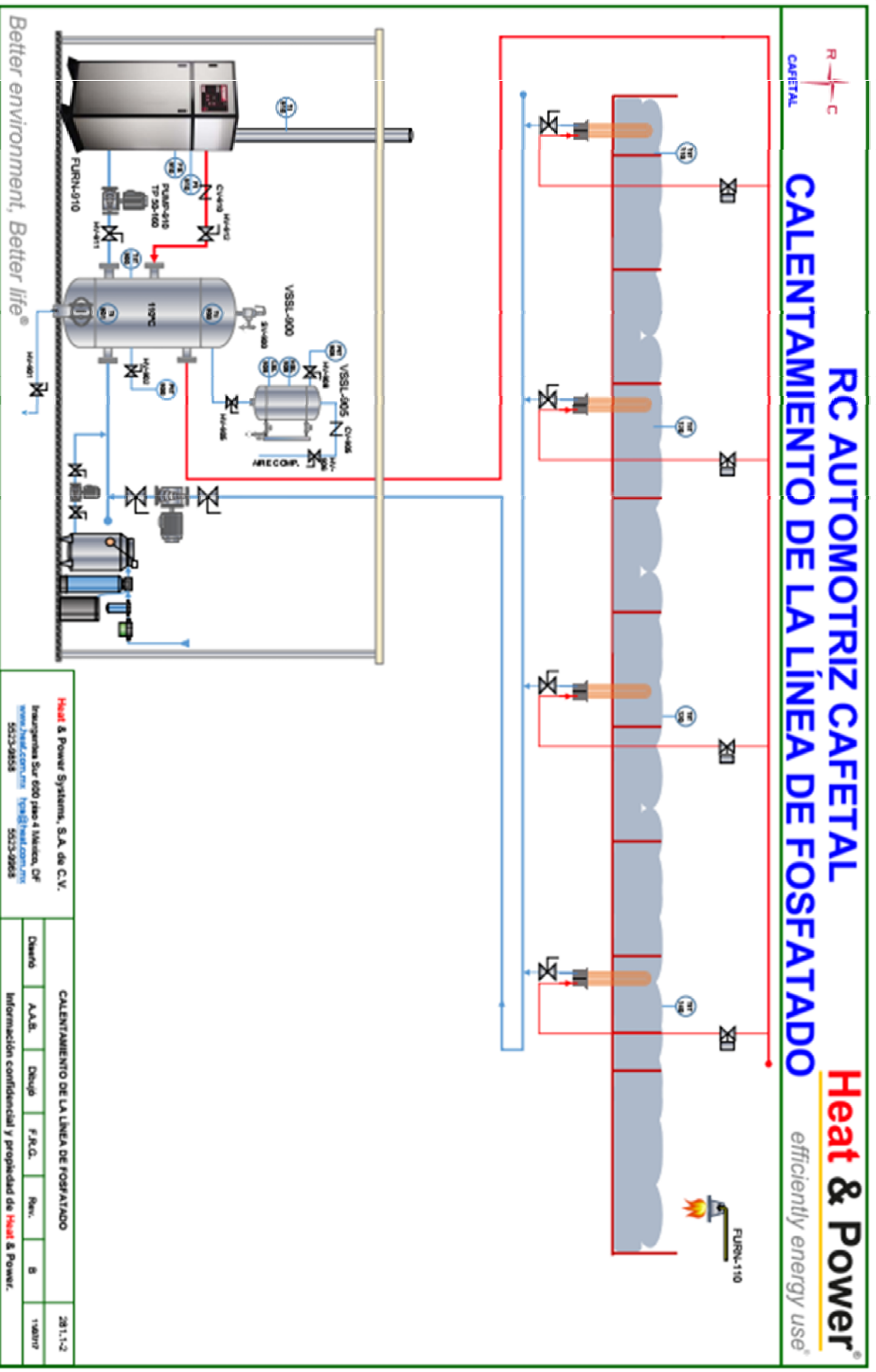


Figura 1 Diagrama explicativo de todo el proceso

El sistema está diseñado para reemplazar el uso de una caldera de vapor la cual contempla un mantenimiento más exhaustivo, mayor consumo de gas y que para mucho de los casos en las que se instalan están sobradas, esto es, se desperdicia energía. El sistema de agua caliente tiene un consumo de gas muy pequeño, no requiere un mantenimiento exhaustivo, y la energía que se genera es la que requiere el proceso por lo que no hay desperdicio energético.

Dentro del alcance del proyecto se contempla el área de secado de piezas. La máquina está diseñada para trabajar con vapor por lo que el área de secado se componía por un ventilador y un intercambiador de calor por el cual pasaba vapor del proceso que transmitía el calor despedido por el vapor en el intercambiador a las piezas, las cuales debían mantener una temperatura durante el secado de 100°C mínimo para que salieran sin humedad de la máquina.

5. Inicio de trabajos en sitio

El primer día que visité la fábrica de herrajes de Industrias automotrices RC fue para realizar el levantamiento preliminar del sitio en donde se iban a instalar los equipos, así como la trayectoria de tuberías de agua caliente, de retorno, cableado eléctrico y gas.

Una vez realizado el levantamiento se me pidió que realizara una pequeña investigación acerca de los equipos que se utilizarían, calentador de agua, tanques, suavizadora y bombas que se utilizarían. Para realizarlo tuve que realizar una serie de cálculos para saber el modelo de bomba de recirculación, y la presión y temperatura a la cual estaría el agua de proceso para poder llegar a las temperaturas solicitadas en la máquina.

El primer paso fue familiarizarme con los equipos, el calentador de agua es un RBI Futera XL III, se me encomendó con la labor de traducir el manual de operación y mantenimiento el cual se encuentra en inglés y es una herramienta de gran ayuda para realizar mantenimientos en los equipos.

El sistema señalado no era el primero instalado por HPS (Heat & Power Systems) por lo que fui contemplado para realizar mantenimiento preventivo en dos sitios de trabajo, el primero fue en un club deportivo en las Lomas en donde se había reemplazado una caldera por tres calentadores de agua y el segundo fue en PETSTAR la planta de reciclado de PET más grande en Latinoamérica en donde se había reemplazado el funcionamiento de una caldera por 1 calentador de agua y un sistema de recuperación de calor de 4 micro turbinas.

Uno de los trabajos principales era instalar la tubería de gas la cual por norma tiene que estar certificada para que la compañía de gas pueda realizar los trabajos de conexión a su ducto principal. Se tuvieron que revisar la NOM-002-SECRE-2010 y la especificación de la tubería.

En el diagrama mostrado a continuación se puede observar la distancia de la tubería de gas, desde la acometida de gas natural Fenosa hasta la unidad de secado, este esquema al igual que los que se van a presentar a lo largo del trabajo los realizó un servidor.

En la figura 2 se muestra la ruta de la tubería, la cual es cédula 40 sin costura y tiene una longitud aproximada de 50 metros.

La unidad de secado se tuvo que colocar ya que al remplazar el fluido de trabajo por agua el intercambiador se vuelve “inservible” ya que, si dejamos pasar agua por el mismo, el volumen va a aumentar considerablemente y eso complicaría aún más el secado de las piezas.

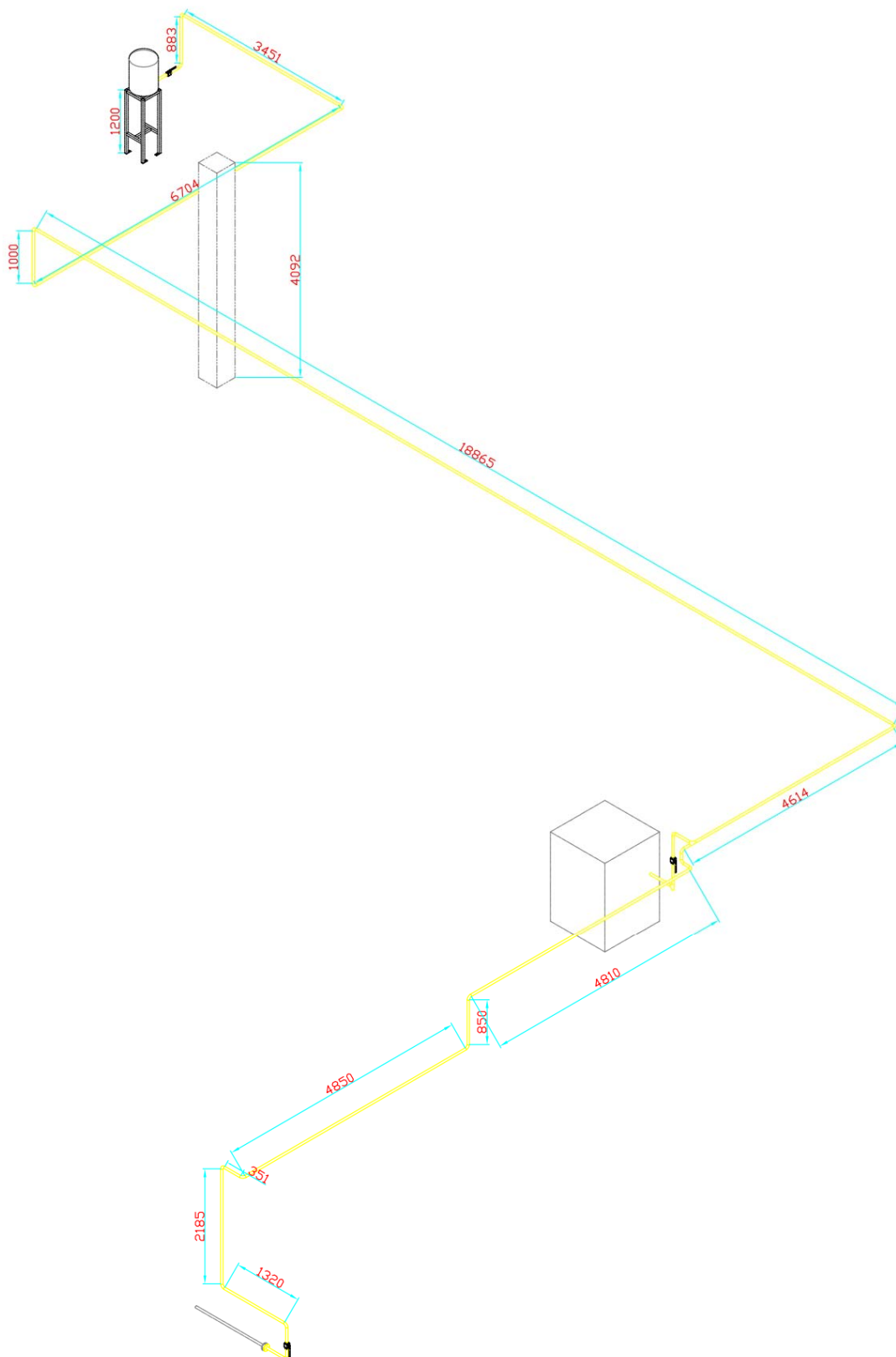


Figura 2 Ruta tubería de gas natural

6. Filosofía de control

Para que el personal encargado de la automatización y control pudieran llevar a cabo la tarea de programación de las válvulas automáticas, el quemador de gas natural y el encendido de las bombas se me solicitó que realizaré una explicación del funcionamiento del sistema hidroneumático que instalé y el funcionamiento de la máquina de fosfatado. A continuación, se presenta la filosofía de control.

La bomba PUMP-100 controlada por el VFD-100 mantiene una presión constante la cual es muestreada a través del PT-900; sin embargo, esta bomba requiere que por lo menos una de las electroválvulas se encuentre abierta. Las electroválvulas EV-110, EV-120, EV-130 y EV-140 se encontrarán abiertas en caso de que los tanques requieran calentarse en sus condiciones de operación, esto se asegurará cuando cada válvula responda con su confirmación de apertura, y caso contrario, cuando los tanques no requieran calentamiento estas se cerrarán y enviará cada una la confirmación de su estado de cerrado. Se considerará operación normal cuando una válvula confirme cualquiera de los dos estados (abierto o cerrado), si no se detecta alguno de ellos se asume que la válvula se encuentra en movimiento, por lo cual es necesario esperar a que se llegue a un estado y si no es así tras un periodo de tiempo determinado, se reintentará enviar la señal para regresar al estado inicial y se repetirá el proceso un número determinado de veces, si no se logra el estado deseado se enviará una alarma quedando en el estado inicial, haciendo necesaria la intervención del operador; esto ocurrirá en cada electroválvula de manera independiente. Todas las bombas se pueden operar de manual o automático de tal forma que el modo manual ignore las condiciones de operación automática haciendo responsable al operador de su funcionamiento.

La bomba PUMP-800 es la encargada de mantener siempre el llenado de agua en el tanque VSSL-905 basándose en los switches de nivel de agua (LSH, LSL, LSC) montados en el tanque.

El quemador FURN-920, entra en operación cuando es requerido el calentamiento en dicha parte del proceso, por lo cual cuando la válvula de secado entra en operación lo hace también el quemador, a su vez existe la condicionante de la temperatura la cual no debe exceder el límite superior o inferior seleccionado en pantalla para poder operar con el fin de proteger el ventilador de sobrecalentamientos.

Para poder comprender esta nomenclatura se presenta el DTI y el Layout del proceso, se explica brevemente el alcance del proyecto.

La planta de “Estampados y Herrajes de Industrias Automotrices RC” (RC Cafetal) instala una máquina de fosfatado que funciona a vapor, el uso de vapor implica un incremento al costo de operación y mantenimiento debido al consumo de energía. Ante ello, Heat & Power instala un Sistema de Agua Caliente (HWS) considerando un circuito cerrado que permite la entrega de energía a los usuarios por medio de calor sensible del agua caliente, sustituyendo así el uso de vapor por agua caliente generada en sitio y sin pérdidas por transporte generación de condensados,

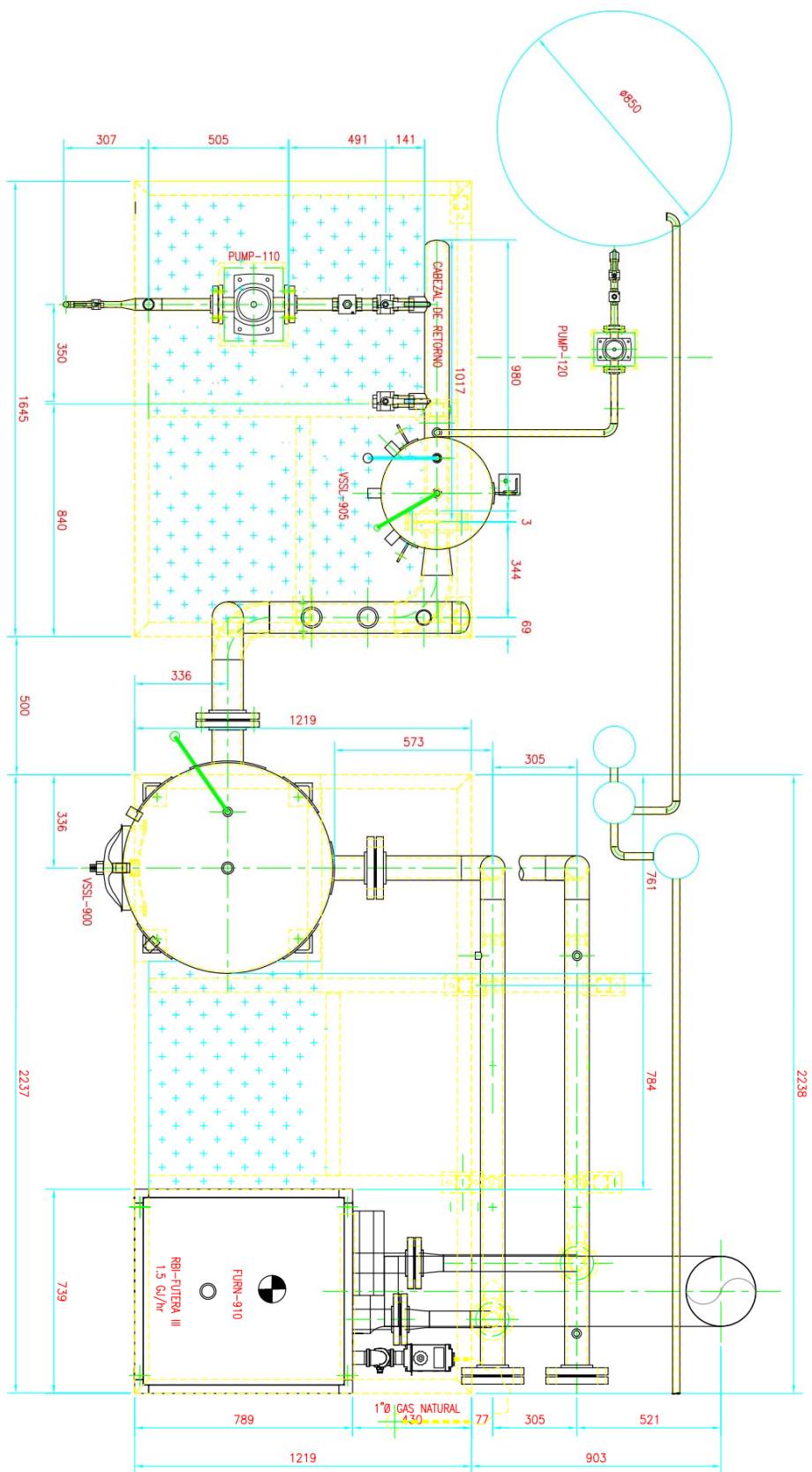
Heat & Power integra un calentador de agua caliente marca RBI Futera III, con quemador radiante de alta eficiencia, con capacidad de quemar 1.5 GJ/h, para satisfacer la demanda de la máquina de fosfatado. Adicionalmente se contempla la instalación de un tanque de 1m³ en donde se almacenará el agua, para posteriormente, ser distribuida en las distintas etapas de la máquina de fosfatado, añadiendo un tablero de control y fuerza al sistema.

Por último, el sistema se interconectará mediante un PLC y sistemas remotos que podrán hacer posible que el sistema sea automático casi en su totalidad.

7. Instalación de equipos y tuberías

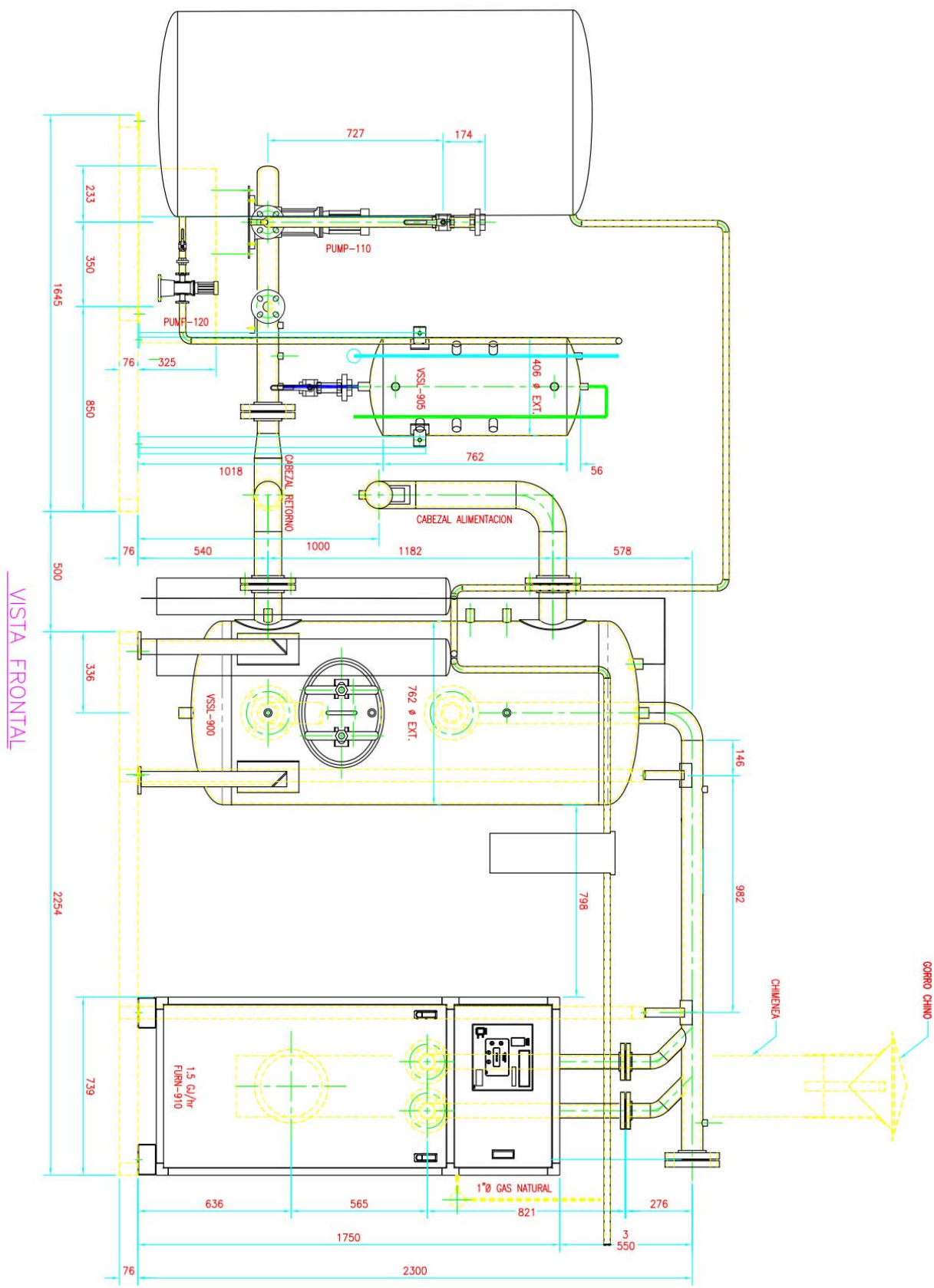
El sistema de agua caliente (fig 3, 4) se instaló en su totalidad dentro de la planta en un lugar donde solían haber oficinas, mismas que fueron demolidas para la instalación del sistema y 3 compresores y una planta de osmosis inversa para dar tratamiento al agua que sale como resultado del proceso de fosfatado. Los compresores y la planta de osmosis inversa fueron instaladas por dos compañías diferentes.

El sistema no sólo permite el ahorro de energía sino también de espacio ya que se instaló en un área de aproximadamente 13 m². Al estar ubicado en un segundo piso la trayectoria de tubería fue relativamente sencilla ya que el lugar es prácticamente una bodega con un edificio al centro lugar en donde se instaló el sistema. La tubería está a 10 metros por encima de la planta baja por lo que se tuvieron que seguir los lineamientos de las normas de seguridad de trabajo en alturas las cuales establecen que se debe de tener el equipo de protección personal completo (casco, lentes de seguridad, guantes y botas de seguridad) y un arnés amarrado a algún soporte para poder realizar los trabajos sin ningún contratiempo. Para la tubería de gas natural fue necesario realizar un dictamen de seguridad realizado por una compañía externa ya que por norma no se permite la conexión a la cometa de gas natural si no se cuenta con el dictamen de la tubería. Esta prueba es relativamente sencilla, se mete aire comprimido a la tubería hasta que alcanza cierta presión una vez que llega a la presión de prueba se cierran válvulas y se coloca un manómetro para poder determinar si existe pérdida de presión en la tubería por lo cual se deja 24 hrs con la presión de prueba. Si durante el periodo de 24 hrs la tubería pierde presión no se emite dictamen, en este caso no hubo caída de presión. En la figura 5 se muestra el diagrama de tuberías e instrumentación, en la figura 6 el layout general de la planta.



VISTA DE PLANTA

Figura 3 Vista planta HWS



VISTA FRONTAL

Figura 4 Vista Frontal HWS

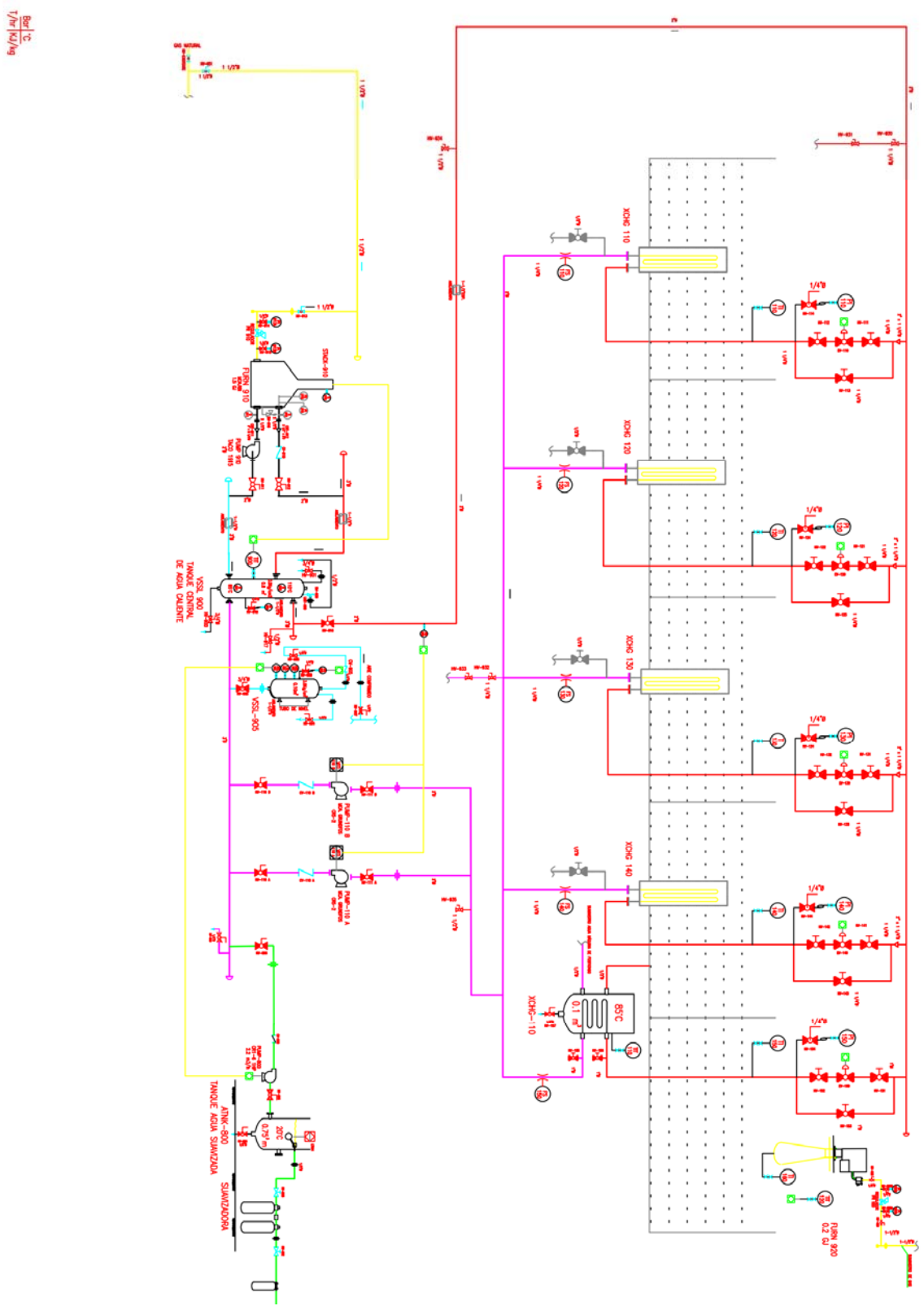


Figura 5 Diagrama de tuberías e instrumentación

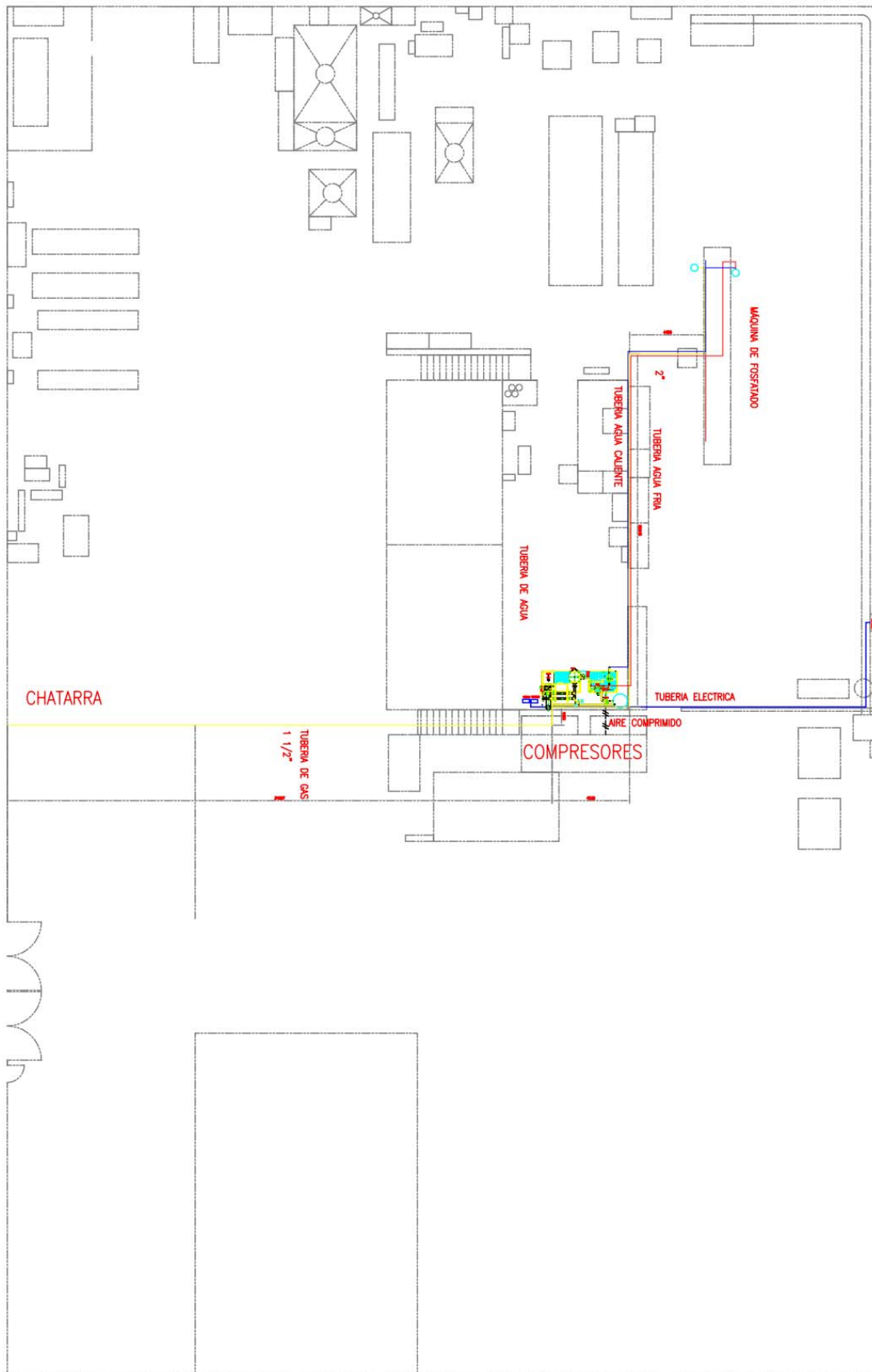


Figura 6 Layout General del sitio

A lo largo del proyecto se presentaron varias situaciones que necesitaban ser atendidas en el momento, la mayoría tuvieron que ver directamente con que la máquina de fosfatado estaba diseñada para trabajar con vapor por lo que tenía accesorios para poder operar a vapor (i.e. trampas de vapor, empaques de vapor, bridas europeas, etc.) las dos más emblemáticas fueron la unidad de secado y el segundo enjuague.

La máquina de fosfatado está dividida en tinas de manera interna y el producto pasaba de tina en tina a través de un mecanismo que levantaba el producto de una tina a la otra. Era de gran importancia que la unidad de secado funcionara de manera adecuada ya que si las piezas llegaran a tener humedad podían tener imperfecciones o fallas dentro del sistema de gestión de calidad de Industrias Automotrices RC. Para resolver este problema se hicieron varios experimentos tanto dentro como fuera de planta y al final se tuvo que hacer una cámara de combustión conectada a través de ductos al ventilador ya instalado en la máquina. Se colocó un quemador de gas natural en la parte baja de la cámara de combustión, la fuerza del ventilador era suficiente para transmitir el calor de la flama hacia las piezas manteniendo una temperatura en el área de secado necesaria para que las piezas salieran sin rastro de humedad.

En el área de segundo enjuague había un problema para mantener la tina a temperatura ya que reponía agua a temperatura ambiente de manera constante por lo que se tuvo poner un tanque con un serpentín interno para que se pudiera calentar el agua que ingresaba a la tina de manera que la temperatura no bajara. Ambos equipos fueron manufacturados e instalados bajo mi supervisión.

8. Manual de operación y mantenimiento

Para un arranque desde cero debemos seguir los siguientes pasos:

1. Prender bomba PUMP-800 que aparece en la pantalla principal como “repuesto de agua”. Apartado 1.7.4. Operación de interfaz de usuario-Imagen XVII. Pantalla principal de operación.



Figura 7 Repuesto de agua

2. Verificar que las válvulas de los cabezales de agua caliente HV-916 (ubicada entre los tanques VSSL-900 y VSSL-905 posicionada verticalmente) y retorno HV-111A o HV-111B (ubicada a la entrada de la succión de la bomba de presión) estén cerradas.

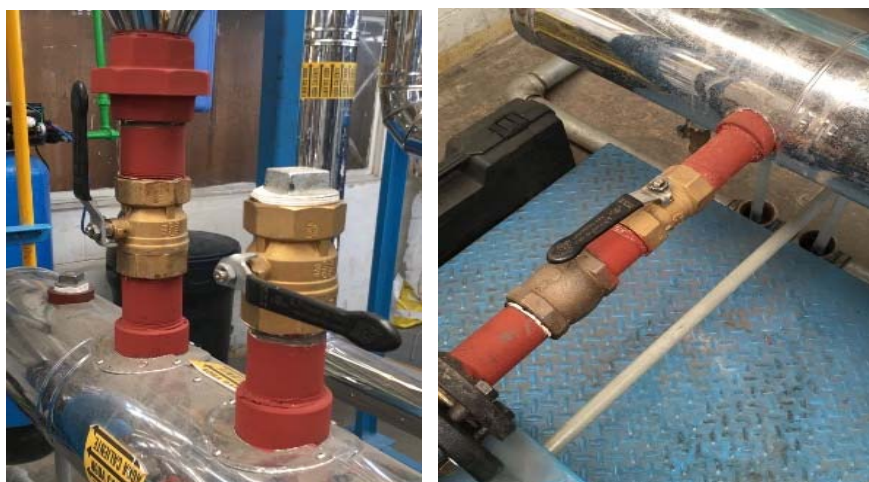


Figura 8 Válvulas de alimentación (izq.) y retorno (der.)

3. Las válvulas de purgas de los tanques deberán estar abiertas para garantizar que no existe líquido o aire en los mismos: SV-900 y HV-901 (ubicadas en el tanque VSSL-900 en la parte inferior y superior, respectivamente) y HV-904 (válvula gris ubicada en la parte superior del tanque VSSL-905).

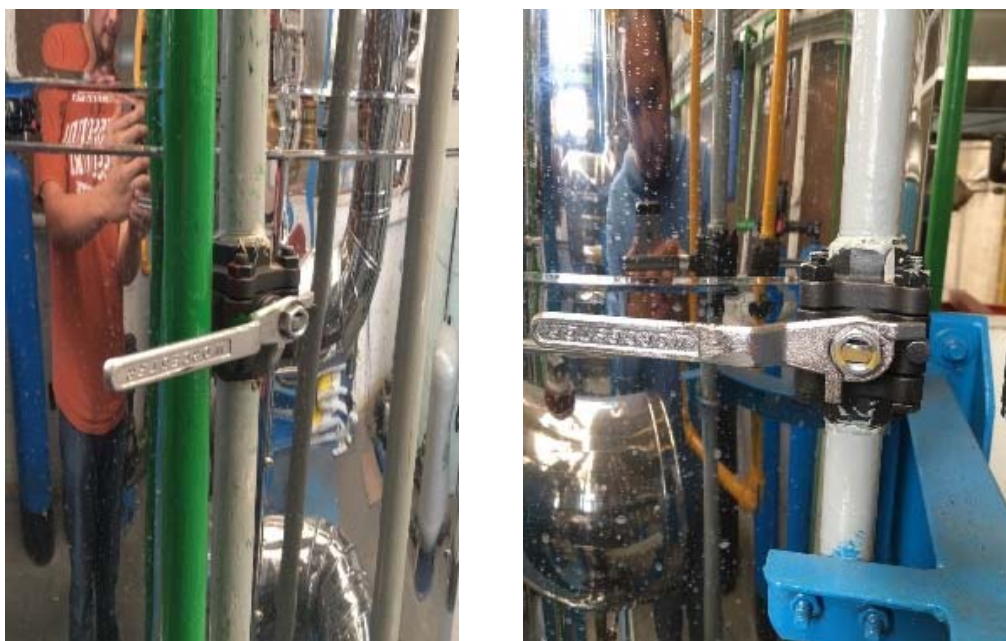


Figura 9 Válvulas de purga HV-901 (izq.) y HV-904 (der.)

4. Realizar una inspección de las líneas para descartar posibles fugas. Si se detectan zonas donde el aislamiento se vea dañado por agua, deberá revisarse el estado de tuberías y/o conexiones para evitar una fuga de agua. Si es un problema de tuerca unión o tornillos se puede realizar un ajuste y arrancar. Si se detecta una fuga en tubería deberá realizarse un proceso de soldadura.

5. Si es el primer arranque o existió un cambio que involucró soldadura, se recomienda realizar un barrido de agua para el cuidado de las bombas. Por barrido se entiende el proceso de llenado del sistema con agua y posteriormente desecharla.

6. Cerrar válvulas de purgas del tanque VSSL-900 dejando abierta la purga de aire de la parte superior (HV-901) para agilizar el llenado.



Figura 10 Tanque VSSL-900

7. Es importante notar que en este punto no se pueden arrancar las bombas debido a que existe demasiado aire en el tanque

8. Cerrar todas las válvulas del tanque VSSL-900. Estas válvulas son las HS-900 y HV-901.

9. Inyectar aire en el tanque VSSL-905 a razón de 2kg/cm² o bar en la pantalla principal. El llenado es de forma manual con la válvula HV-906 (válvula amarilla ubicada en la parte superior del tanque VSSL-905).



Figura 11 Tanque VSSL-905 (der) y HV-906 (izq.)

10. El primer paso para arrancar el sistema es observar ya sea en el manómetro local ubicado en el tanque VSSL-900 (el más grande en el cuarto de equipos) en la parte de enfrente o en la pantalla que la presión en el sistema sea mayor a cero.



Figura 12 i Manómetro tanque VSSL-900

11. En la pantalla principal podemos observar el nivel de agua que tenemos en el Tanque VSSL-905. Como se muestra en la imagen XVII. Pantalla principal de operación, hay tres letras mayúsculas en la pantalla “H-L-C” para poder operar el sistema deben de estar en color verde al menos las letras “L” y “C”.

12. Una vez que se haya verificado si existe presión y nivel se debe revisar que no se tenga aire caliente dentro del sistema. Para realizar esta revisión se debe de abrir la válvula (HV-901) que está por un costado del Tanque VSSL-900), si sale agua podemos seguir al siguiente paso. Si al abrir la válvula sale únicamente aire caliente se debe dejar parcialmente abierta la válvula hasta que salga agua, si transcurre más de 1 minuto y sigue saliendo aire caliente hay que cerrar la válvula y verificar el nivel en el sistema. Si las tres letras que marcan el nivel están de color verde se debe proceder a la apertura de la válvula (HV-904), que regula la presión del aire dentro del sistema, al abrir la válvula saldrá más aire caliente, por lo que se debe dejar abierta hasta que la presión descienda a cero. Cuando la presión se quede en cero se debe encender la bomba de reposición (PUMP-800) que por lo regular debe deshabilitarse al momento de apagar el sistema, la bomba repondrá agua de manera automática hasta que los indicadores de nivel “L” y “C” queden de color verde en la pantalla.

13. El siguiente paso es meter aire a presión al sistema hasta que llegue a los 1.5 kg/cm² o 1.5 bar, en la pantalla principal. Para subir la presión en el sistema debemos de abrir la válvula (HV-906) que controla el ingreso de aire comprimido al sistema.

14. Encender el calentador de agua (RBI); para encenderlo se debe mover el interruptor que se encuentra en la parte frontal del equipo “de apagado a encendido”.



Figura 13 ii Furn-910

15. Encender la Máquina de Fosfatado cuando la temperatura del Tanque VSSL-900 alcance los 110°C. Existen dos opciones para verificar la temperatura en el tanque: observar que la presión del sistema se encuentre entre 2.5 y 3 bar en la pantalla o directamente que en el manómetro (ubicado al costado del tanque) marque 2.5 y 3 kg/cm²



Figura 14 Máquina de fosfatado

16. Con la máquina en operación se deben de habilitar las 5 válvulas automáticas en la pantalla, la unidad de secado y la bomba de presión en la pantalla, para habilitarlas hay que seleccionar cada una y pasarlas de “Deshabilitado” a “Habilitado”.

17. Una vez habilitados los elementos en pantalla, se debe habilitar el “encendido de quemador”. Una vez habilitado, iniciará un conteo regresivo de 60 minutos, se debe cerciorar que el “paro de emergencia” del quemador esté deshabilitado para su correcto funcionamiento.

18. Mientras las tinas de la Máquina de Fosfatado llegan a temperatura es importante verificar que no tengamos aire dentro del sistema, para hacer una revisión rápida hay que abrir

las dos válvulas ubicadas junto a la máquina (HV-934 y HV-935), al abrir estas válvulas hay que tener cuidado y procurar no abrirlas a más de la mitad ya que por la presión la manguera de desfogue podría brincar por lo que hay que pisarla para que esto no suceda. Estas válvulas NO se deben de abrir por más de 15 segundos.



Figura 15 HV-934 (izq.) HV-935 (der.)

19. Para alcanzar temperatura de manera más rápida se recomienda que se realice una purga general en la máquina, para realizarlo se debe abrir cada purga de las distintas tinas al menos 10 segundos.

20. Durante la operación se deben de revisar dos factores importantes: la unidad de secado y la presión del sistema. En operación se debe revisar que el ventilador del área de secado esté en operación en todo momento y en caso de que llegase a parar hay que detener el funcionamiento del quemador, para realizar esta operación hay que pulsar el botón de “paro de emergencia” ubicado en el tablero cercano a la unidad de secado. Para revisar la presión en el sistema hay que revisar periódicamente el área de equipos de Heat & Power Sistemas y verificar que los parámetros de presión se encuentren dentro de los rangos aceptables de operación, sí la

presión se encuentra debajo de dichos parámetros se debe volver A abrir la válvula que regula la presión en el sistema (HV-906) y dejarla dentro del rango.



Figura 16 Ventilador área secado

21. Una vez que se haya apagado la Máquina de Fosfatado se debe apagar el RBI. Para apagarlo basta con mover el interruptor que se encuentra en la parte frontal del equipo de “Encendido” a “Apagado”.

22 Posteriormente se deben deshabilitar las 5 válvulas automáticas en la pantalla, la Unidad de Secado (FURN-920), la Bomba de Presión (PUMP-110A o PUMP-110B) y la Bomba de Reposición (PUMP-800) en la pantalla, para deshabilitarlas hay que seleccionar cada una y pasarlas de “Habilitado” a “Deshabilitado”.



Figura 17 Bomba de recirculación (PUMP-110A)

23. El quemador se deshabilita en pantalla y para reiniciar el contador deben estar deshabilitadas las cinco válvulas motorizada y la tempera del tanque ATNK-150 debe ser menor a 65°C.



Figura 18 ATNK-150

9. Lista de equipos que integran el sistema

Este sistema está controlado a través de un PLC, a continuación, se explica el proceso que sigue:

La instalación del PLC y HMI tiene como objetivo centralizar la operación y monitoreo del recuperador de calor, control de actuadores y lecturas de transmisores. Y con ello, generar una solución integral de control con un cambio tecnológico que sustituye el uso de sistemas de controles independientes y obsoletos por un sistema de control centralizado, capaz de entrar en comunicación con otros equipos para un monitoreo y control más extenso.

La ejecución del proyecto de control logra una planta más segura y automatizada que ofrecerá en beneficios ambientales y económicos y disminuirá los tiempos de mantenimiento y operación.

El Sistema de control está integrado por un PLC central instalado en el área del calentador RBI, en conjunto con una interfaz gráfica táctil para la operación del sistema completo. Además de un punto de recolección de señales remoto conectado por medio de una red ethernet de comunicación, que permite que la información registrada en cada transmisor y actuador pueda ser visible desde cualquier punto donde se cuente con un nodo del sistema.

El sistema de control completo, consta de 4 tableros localizados en las distintas áreas de interés del sistema, los cuales se describe a continuación:

-Tablero principal de control y fuerza, ubicados en el área del calentador RBI.-Tablero principal de control, ubicado en el área del calentador RBI.

-Tablero remoto de control, ubicado en la parte inferior, junto a la máquina de fosfatado.

-Tablero de protección de quemador, ubicado en la instalación del mismo.

Actuadores

Son aquellos elementos que tienen efecto en las variables de interés en el sistema, en este caso se cuenta con las “válvulas motorizadas de la marca Genebre®” que son ideales para el control de temperatura en los procesos de agua caliente y vapor, ya que soportan alta presión y temperatura sin comprometer su correcto funcionamiento e integridad electromecánica para su operación en continuo.

Además, otorgan la posibilidad de transmitir señales a un PLC para retroalimentar al operador de su estado actual. Si esta tiene algún problema en su funcionamiento, avisará al operador a través de una alarma en conjunto con el cierre de la válvula con la finalidad de evitar paso de energía hacia equipos y usuarios provocando fallas en la operación comprometiendo la integridad de equipos y producto.

A diferencia de otras válvulas motorizadas, ésta cuenta con controles de seguridad de carácter visual en sitio, donde el personal capacitado podrá tomar acciones correctivas dependiendo del posible fallo que se llegue a presentar. Entre ellas se encuentra una retroalimentación visual mediante un LED que enciende de diferentes colores para dar aviso de su correcto funcionamiento y fallas de acuerdo a un código con la finalidad de corregirla lo más pronto posible.



Figura 19 Válvula motorizada

Variador de frecuencia

Para poder controlar la presión de la línea que entrega agua caliente a los usuarios, es necesario modular la velocidad de la bomba de recirculación, la cual tiene un lazo de control asociado con el transmisor de presión del cabezal caliente. El variador de frecuencia Delta Electronics modelo MS300 ayuda a realizar esta función, con señales de tipo analógico de 4-20mA para la referencia de arranque y señales de 24 VDC para el arranque y la realimentación de estado del variador.



Figura 20 Variador de frecuencia

Contactador

La bomba de repuesto PUMP-800 únicamente opera cuando es requerido un repuesto de agua por lo que no necesita variación de velocidad. Por tal motivo, únicamente se opera en “modo arranque y paro” según los interruptores de nivel ubicados en el tanque VSSL-900. Para ellos se hace uso de un contactor y relevador térmico, para poder llevar a cabo estos arranques esporádicos si así se requiere, el cual es comandado por una bobina a 120VAC controlada por una señal digital desde el tablero de control principal.

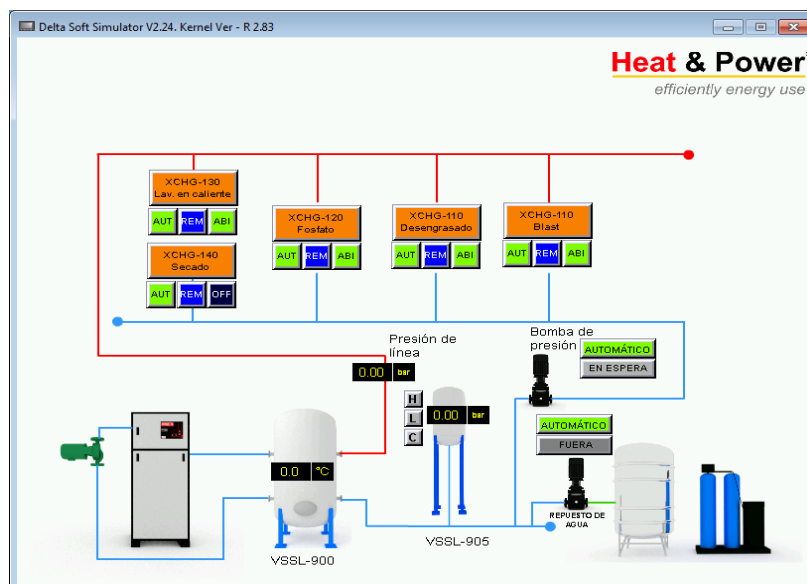


Figura 21 Pantalla PLC terminada

Aislamiento

El aislamiento se realizó de acuerdo a las temperaturas de operación de los sistemas, los cuales van desde la temperatura ambiente hasta los 120°C (como temperatura máxima).

Aislamiento en Tubería

El aislamiento de las tuberías es a base de “tramos preformados en medias cañas de lana mineral” en 1 1/2” espesor, sujeta con alambre calibre 16 y con un acabado final en lámina lisa de acero inoxidable calibre 26, rolada y engargolada, sujeta con pija de acero inoxidable del número 8 x 1/2”.



Figura 22 Aislamiento tubería (izq.) y aislamiento de tanques (der.)

10. Conclusiones

A lo largo del proyecto tuve varios problemas ajenos al área ingenieril, uno de los principales problemas fue que al ser una máquina que nadie en planta había visto no sabían precisamente en qué lugar iba a estar colocada de manera que en la fase inicial del proyecto tuve que tomar la decisión de hacer un recorrido preliminar de tubería, aprobado por el personal de planta, de modo que cuando la máquina llegase a planta se colocarían las tuberías para conectar con el sistema de agua caliente.

Al ser mi primera experiencia en campo y al estar la mayor parte del tiempo por mi cuenta se presentaron bastantes situaciones que debían de solucionarse prácticamente en el momento por lo que tuve que ser muy práctico y objetivo en cada una de ellas. Siendo completamente honesto, debido a mi inexperiencia tomé algunas decisiones equivocadas, pero sin consecuencias para el proyecto, ya que el resultado final fue el esperado y el sistema opera a la fecha sin contratiempos.

BIBLIOGRAFÍA

Azevedo, A. (1976) Manual de Hidráulica

Pérdidas de carga locales, en tuberías 208-223

Crane, (1980) Flow of fluids through valves, fittings, and pipe

Principles of Compressible Flow in Pipe 1-7

NRF-032-PEMEX-2005, (2006) Sistemas de tuberías en plantas Industriales. Diseño y especificaciones de materiales

NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías

NORMA Oficial Mexicana NOM-009-STPS-2011, Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.

NOM-001-SECRE-2010, (2010) Especificaciones del gas natural

Frankland,T (2016) Manual de Tubería comercial

Manual de operación y mantenimiento máquina de fosfatado

Manual de operación y mantenimiento RBI Futera XLF (2008)

ANEXOS

Hojas de datos de los equipos y diagramas de la máquina de fosfatado

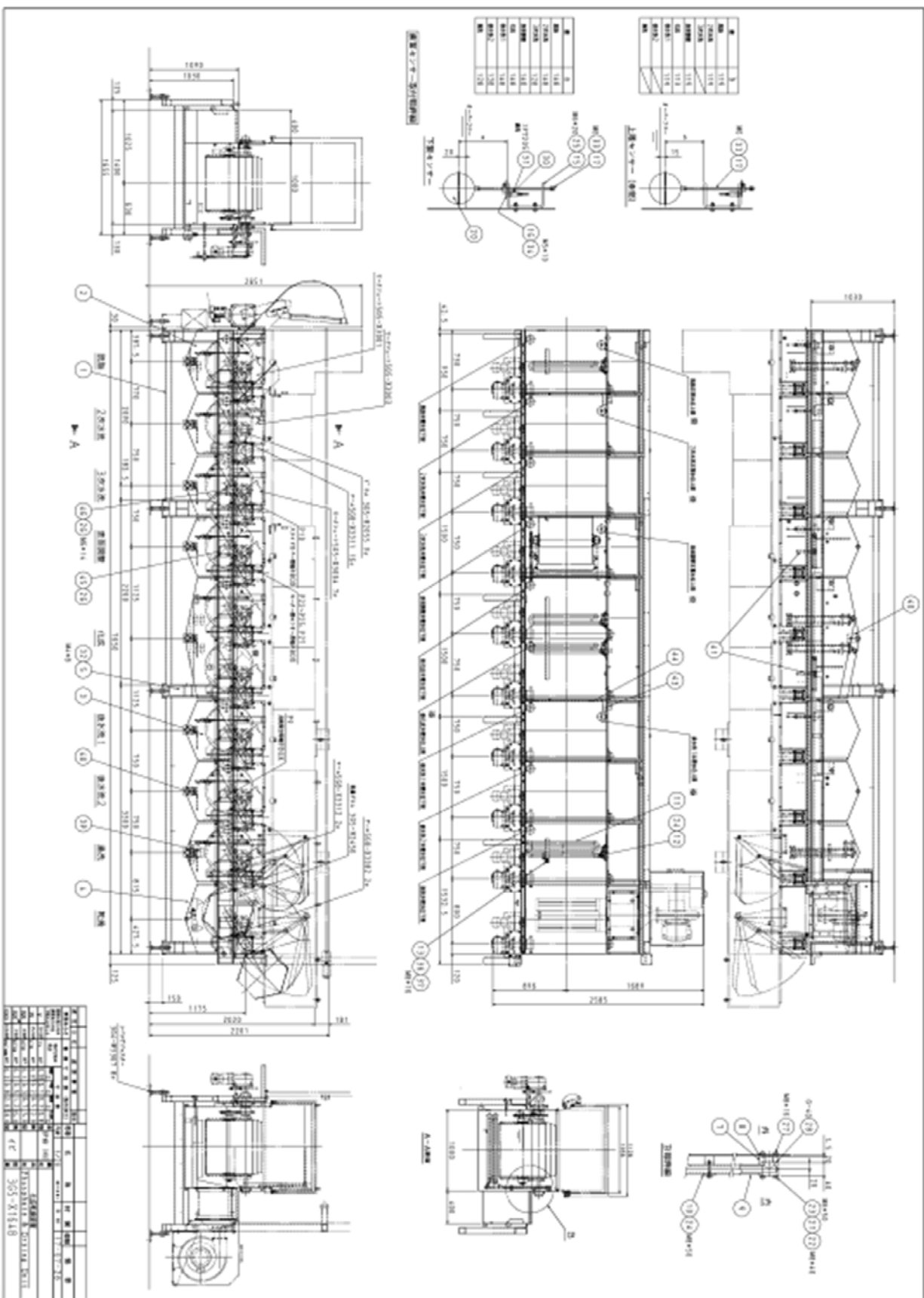


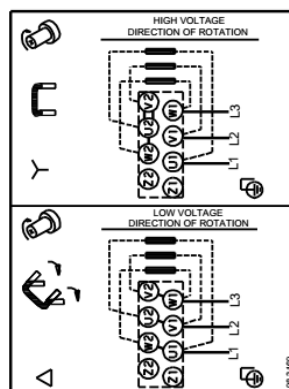
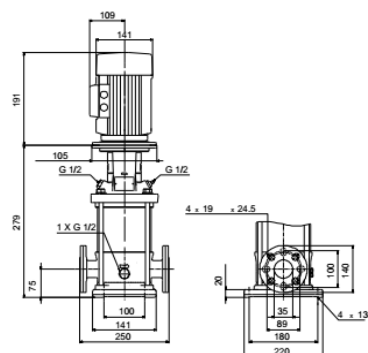
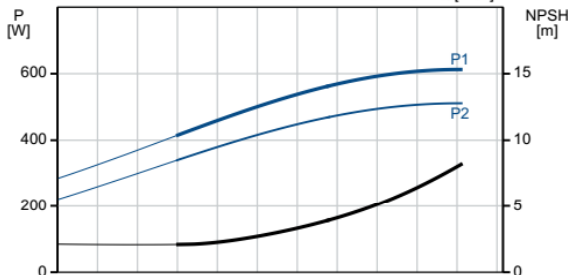
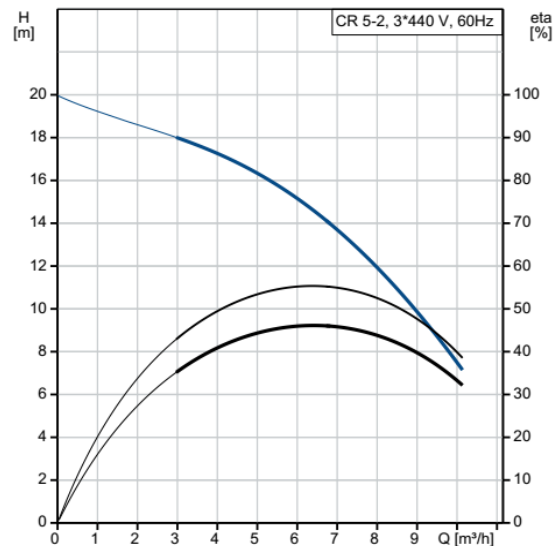
Figura 22 Diagrama de manejo de piezas dentro de la Máquina de Fosfatado

GRUNDFOS

Company name:
Created by:
Phone:
Date:

12/03/2019

Description	Value
General information:	
Product name:	CR 5-2 A-FGJ-A-E-HQQE
Product No:	96518025
EAN number:	5700396774701
Technical:	
Pump speed on which pump data are based:	3447 rpm
Rated flow:	6.9 m ³ /h
Rated head:	12.9 m
Head max:	20.6 m
Stages:	2
Impellers:	2
Number of reduced-diameter impellers:	0
Low NPSH:	N
Pump orientation:	Vertical
Shaft seal arrangement:	Single
Code for shaft seal:	HQQE
Approvals on nameplate:	CE, EAC, ACS
Curve tolerance:	ISO9906:2012 3B
Pump version:	A
Model:	A
Materials:	
Base:	Cast iron EN 1561 EN-GJL-200 ASTM A48-25B
Impeller:	Stainless steel EN 1.4301 AISI 304
Material code:	A
Code for rubber:	E
Bearing:	SIC
Installation:	
Maximum ambient temperature:	40 °C
Maximum operating pressure:	25 bar
Max pressure at stated temp:	25 bar / 120 °C 25 bar / -20 °C
Type of connection:	DIN / ANSI / JIS
Size of inlet connection:	DN 25/32 1 1/4 inch
Size of outlet connection:	DN 25/32 1 1/4 inch
Pressure rating for pipe connection:	PN 25
Flange rating inlet:	250 lb
Flange size for motor:	FT85
Connect code:	FGJ
Liquid:	
Pumped liquid:	Water
Liquid temperature range:	-20 .. 120 °C
Liquid temperature during operation:	20 °C
Density:	998.2 kg/m ³
Electrical data:	
Motor standard:	IEC
Motor type:	71B
IE Efficiency class:	NEMA Premium / IE3 60Hz
Rated power - P2:	0.55 kW



GRUNDFOS

Company name:
Created by:
Phone:

Date: 12/03/2019

Description	Value
General information:	
Product name:	CR 1-6 A-FGJ-A-E-HQQE
Product No:	96082118
EAN number:	5700395168563
Technical:	
Pump speed on which pump data are based:	3464 rpm
Rated flow:	2.2 m ³ /h
Rated head:	39.5 m
Head max:	52.6 m
Stages:	6
Impellers:	6
Number of reduced-diameter impellers:	0
Low NPSH:	N
Pump orientation:	Vertical
Shaft seal arrangement:	Single
Code for shaft seal:	HQQE
Approvals on nameplate:	CURUS,NSF61
Curve tolerance:	ISO9906:2012 3B
Pump version:	A
Model:	A
Cooling:	TEFC
Materials:	
Base:	Cast iron EN 1561 EN-GJL-200 ASTM A48-25B
Impeller:	Stainless steel EN 1.4301 AISI 304
Material code:	A
Code for rubber:	E
Bearing:	SIC
Installation:	
Maximum ambient temperature:	40 °C
Maximum operating pressure:	25 bar
Max pressure at stated temp:	25 bar / 120 °C 25 bar / -20 °C
Type of connection:	DIN / ANSI / JIS
Size of inlet connection:	DN 25/32 1 1/4 inch
Size of outlet connection:	DN 25/32 1 1/4 inch
Pressure rating for pipe connection:	PN 25
Flange rating inlet:	250 lb
Flange size for motor:	56C
Connect code:	FGJ
Liquid:	
Pumped liquid:	Water
Liquid temperature range:	-20 .. 120 °C
Liquid temperature during operation:	20 °C
Density:	998.2 kg/m ³
Electrical data:	
Motor standard:	NEMA
Motor type:	Baldor
Rated power - P2:	0.55 kW

