

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA EN FORMACIÓN PARA EL CAMPO DE EXTRACCIÓN DE CRUDO VILLANO A DE LA EMPRESA AGIP OIL ECUADOR

Pogo Macas Edison Andrés.
Estudiante de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE
Quito, Ecuador
Email: andres_ca.ta@hotmail.com

Resumen— El presente proyecto está enfocado en el desarrollo de una ingeniería conceptual, básica y de detalle. Satisface los requerimientos en cuanto a reducción de gastos económicos y recursos pedidos por la empresa. Busca reducir la temperatura de ingreso a través de la inclusión de un Aero Enfriador, el cual, es base fundamental del desarrollo del proyecto. A parte de los planos, diagramas, recomendaciones, tablas y demás especificaciones para la implementación del proyecto, se realiza una interfaz HMI que permite el manejo del sistema y se presentan los resultados obtenidos de las simulaciones para que el proyecto pueda implementarse a priori. Para obtener una visión óptima del desarrollo de la ingeniería se ha tomado especial cuidado en separar las diferentes etapas de la misma, planteando bases conceptuales y prácticas que permiten la elección de la mejor opción a implementarse, garantizando ante todo la seguridad de personas, equipos y medio ambiente.

I. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

A. Antecedentes:

Desde la formación se extrae el crudo de los yacimientos, el mismo, que llega mezclado con agua, lodo, sólidos y demás elementos propios del subsuelo en el que se encuentra, después de realizar la separación de primera fase, el agua es enviada a los tanques de almacenamiento para luego su inyección. La inyección de agua en pozos contiguos a los que se extrae se realiza de manera que el agua permita la presión necesaria y a la vez ayude a que el crudo pueda ser extraído de mejor manera. Esto se da debido a que el crudo es más liviano que el agua y por ende tiende a estar por encima de la misma.

B. Justificación e Importancia:

La necesidad de la empresa es mantener o mejorar la temperatura de salida del agua para un flujo futuro aproximado de 165.000 BWPD (Barriles de Agua por día).

El proyecto resulta necesario ya que mientras más baja es la temperatura del agua resulta más fácil la inyección de ésta y por ende, optimiza la utilización de motores, aero enfriadores y bombas de inyección. Es importante reducir la velocidad de erosión de las líneas de agua actuales y garantizar un uso óptimo de todos los elementos que intervienen en el proceso.

El proceso en la actualidad enfría un promedio de 19 °F (10,55°C), el aumento de 33.000 BWPD supone un aumento sustancial en la temperatura y por ende un consumo mayor de recursos físicos y económicos, con este proyecto, se busca minimizar al máximo estos costos.

C. Objetivos:

1) Objetivo General:

Desarrollar la ingeniería conceptual, básica y de detalle para la inclusión de un Aeroenfriador general en la segunda etapa del sistema de enfriamiento con un “Hot Tap” en el cabezal de recolección de agua para el campo de extracción de crudo Villano A de la empresa Agip Oil Ecuador.

2) Objetivos Específicos:

- Evaluar los estudios térmicos e hidráulicos desarrollados previamente.
- Desarrollar la ingeniería conceptual del sistema para determinar la factibilidad del sistema a implementar.
- Realizar la ingeniería básica en base a la ingeniería conceptual desarrollada, que permita, conocer especificaciones, en cuanto, a equipos e instrumentación del sistema.
- Realizar la ingeniería de detalle analizando las especificaciones técnicas necesarias, con la cual,

se establecerán todos los aspectos de montaje e implementación del proyecto.

- Desarrollar el software, tanto de la lógica de programación en RsLogix 5000 como del HMI en Intouch.
- Simular el sistema de manera que permita obtener una visión del sistema a implementarse posteriormente.

D. Descripción del proceso de Inyección de Agua.

Al extraer el crudo con bombas electro sumergibles del subsuelo, se extrae junto a este también:

- Agua y
- Gas.

Al material se le inyecta:

- Demulsificante.
- Anticorrosivo y
- Antiescala.

Con la finalidad que actúen en el bombeo posterior desde Villano A y Villano B hacia CPF. Luego se procede a una etapa de separación, el agua separada se la inyecta nuevamente en el subsuelo, para que forme un colchón de agua que permita empujar por desplazamiento de flujos al crudo, debido a que, el agua es más densa que el crudo y tiende a depositarse en la parte inferior del mismo. La base del proceso se lo puede observar en la Figura. 1.

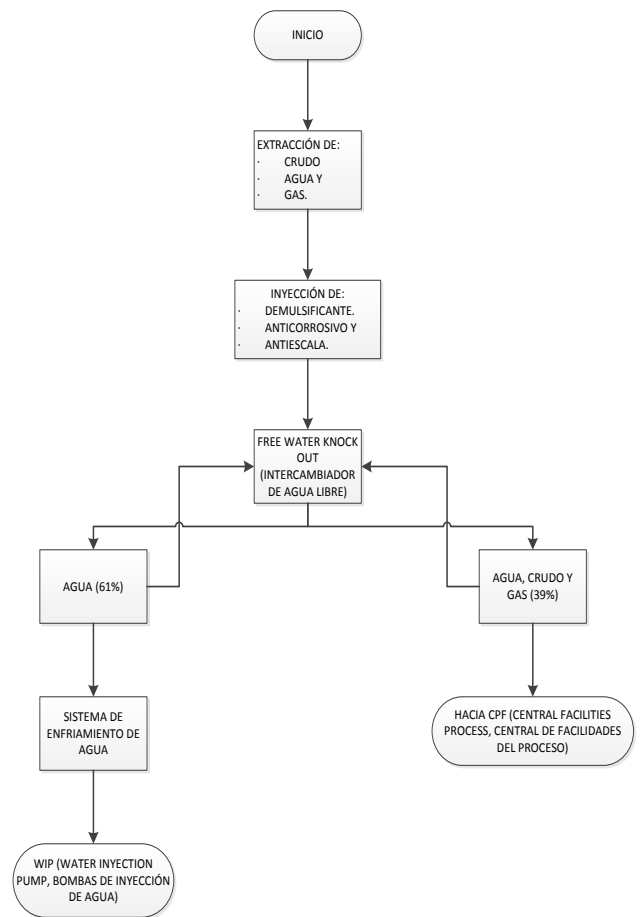


Figura 1. Esquema del Proceso de Inyección de Agua

II. INGENIERÍA CONCEPTUAL.

Es la primera etapa luego de que se plantea la necesidad del proyecto, se realiza básicamente un estudio térmico e hidráulico que muestra la posible realización del proyecto para un caso actual o para un caso futuro de agua, con la infraestructura actual y con una posible adaptación y mejoramiento del sistema de enfriamiento, se presentan diversas opciones y como se especificó anteriormente, se muestra en detalle ¿Cuál resultaría la mejor opción?, ya sea por viabilidad técnica, económica, problemas con las líneas de tubería, problemas de erosión, espacio físico, entre otras características propias de este proyecto.

Después de analizar las opciones presentadas por medio de una matriz de evaluación de propuestas, la misma que evalúa cada propuesta en tres aspectos: viabilidad (técnica y económica), consistencia (adaptación, capacitación, comunicación) y desarrollo (finalidad, autonomía, autocontrol), se

obtiene como resultado dentro de las opciones térmicas a la: “Instalación de un Aero enfriador adicional en paralelo con el Aero enfriador existente en segunda etapa” como la mejor opción.

La propuesta planteada no solo mejorar la temperatura de salida de agua sino que también representa un ahorro de energía, garantiza una mayor vida útil del Aero enfriador actual debido a que el flujo manejado por el mismo es de 142. 000 BWPD, al colocar un Aero enfriador más en paralelo el flujo se repartiría equitativamente siendo de 82. 500 BWPD aproximadamente, lo cual, reduce 52. 500 BWPD a la entrada y a la salida del Aero enfriador actual, se ahorra el costo y la frecuencia de mantenimiento, la potencia consumida, dado el caso, el área de generación reduciría su producción de energía debido a que los motores que conforman los generadores funcionan algunos con crudo y otros con diésel, y sabiendo que su consumo se reduciría, se ahorran recursos y dinero para la empresa.

Dentro de las opciones hidráulicas la mejor propuesta plantea la inclusión de un Aero enfriador en paralelo al ya existente en la segunda etapa con un arreglo por medio de válvulas globo y un “hot tap” realizado sobre la línea WS-16-C10-10-328-1”PP (línea de entrada al Aero Enfriador de Segunda Etapa).

Finalmente, luego de observar todos los detalles tanto térmicos como hidráulicos y considerando que este proceso es importante para la reducción de recursos, el proyecto resulta factible y se decide aprobar el proyecto por parte de Agip Oil Ecuador el mismo que consta en implementar un Aero enfriador general en la segunda etapa, en lo posible similar al ya instalado, en paralelo a este último y con un “Hot Tap” para evitar que el sistema de enfriamiento paralice su operación.

III. INGENIERÍA BÁSICA.

Luego de la ingeniería conceptual y determinando la factibilidad del proyecto, es necesario pasar al siguiente paso.

La ingeniería básica, es la profundización, de la ingeniería conceptual, por ende, se detallarán los tópicos y diagramas a implementarse con el nuevo Aero Enfriador:

- Diagramas P&ID (Piping and Instrumentation Diagram).
- Diagrama esquemático de Instrumentación.
- Diagrama esquemático de Potencia y Control.

1) Diagramas P&ID:

El P&ID del proceso se lo realizó en base a la norma ISA S 88.01, el primer paso es construir el modelo del proceso, luego se procede a obtener los módulos de equipo y control.

El módulo de equipo, es aquel equipo o conjunto de equipos que cumplen una determinada función dentro de un proceso. Los módulos de control, identifican los elementos de control que se encuentran dentro de un mismo lazo de control. La Figura. 2 muestra el resumen del modelo de equipos y la Figura. 3 muestra el P&ID final.

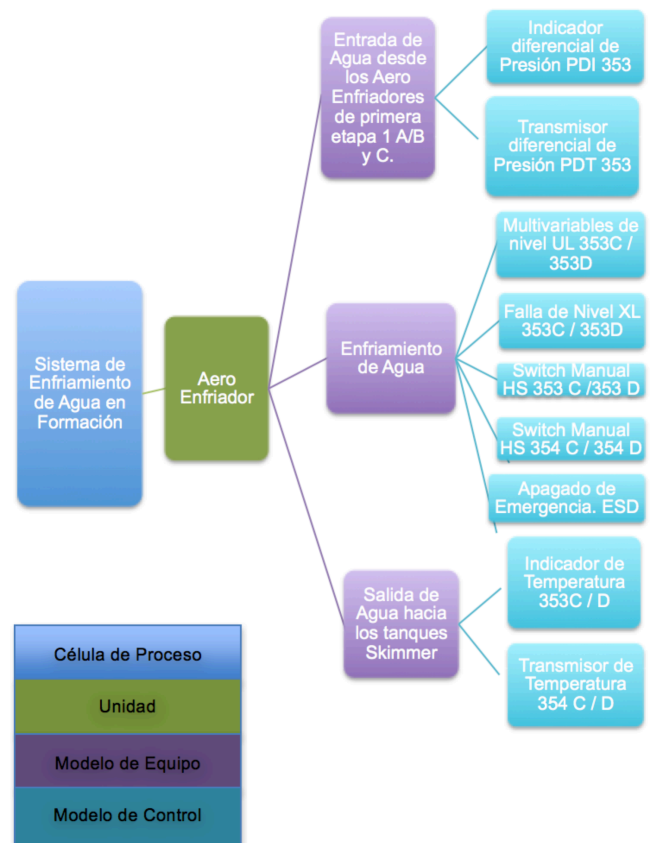


Figura 2. Resumen del modelo de equipos.

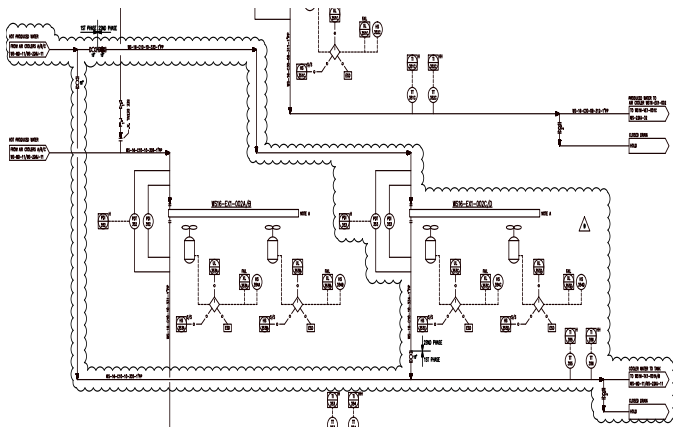


Figura 3. Diagrama P&ID. Para una mejor visualización del sistema consultar el Anexo 1.

2) Diagramas Esquemático de Instrumentación

Considerando todos los aspectos tanto: climáticos, de proceso, grosor y tipo de cable, se plantea el plano final de esquematización del proyecto. El calibre de los cables especificados depende del tipo de elemento, en general el cable de instrumentación escogido es el: Cable tipo PLTC, Instrumentation Cable, 300 V, que cuenta con múltiples shields (capas protectoras), para que el ruido no produzca interferencia y su uso es para entornos expuestos al medio ambiente.

Los cables PLTC utilizados son de 2 pares, que sirven para la transmisión y recepción de señales en los transmisores de presión, temperatura y flujo. Y de 4 triadas, que son cables que vienen con tres conductores recubiertos, utilizados para la conexión desde y hacia los RTD's, ya que estos sensores cuentan con 3 conexiones.

El diagrama, puede sufrir cambios en la implementación, ya sea por espacio físico o por disponibilidad de materiales, el diagrama que se muestra en la Figura. 4, es el que debe ser implementado salvo las excepciones planteadas.

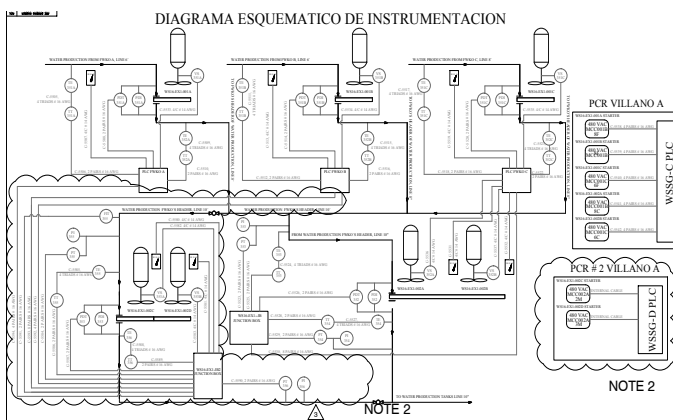


Figura 4. Diagrama Esquemático de Instrumentación. Para una mejor visualización del sistema consultar el Anexo 2.

3) Diagramas Esquemático de Potencia y Control.

Considerando todos los aspectos tanto: climáticos, de proceso, grosor y tipo de cable, se plantea el plano final de esquematización del proyecto. El calibre de los cables especificados depende del tipo de elemento, en general el cable de potencia y control escogido es el: Cable tipo TC, Okonite – FMR, 600V, que es ideal para entornos al medio ambiente.

Los cables TC utilizados son de 3/C + GND (3 conductores más tierra), que sirven para la conexión de los motores del Aero Enfriador. Y de 4 conductores, para el Space Heater (Calentador) y Hand Switch (Run /Stop) Interruptor Manual, se utilizan dos pero se separan dos conductores más para un uso futuro por daño o mala conexión del cable.

El diagrama, puede sufrir cambios en la implementación, ya sea por espacio físico o por disponibilidad de materiales, el diagrama que se muestra en la Figura. 5, es el que debe ser implementado salvo las excepciones planteadas.

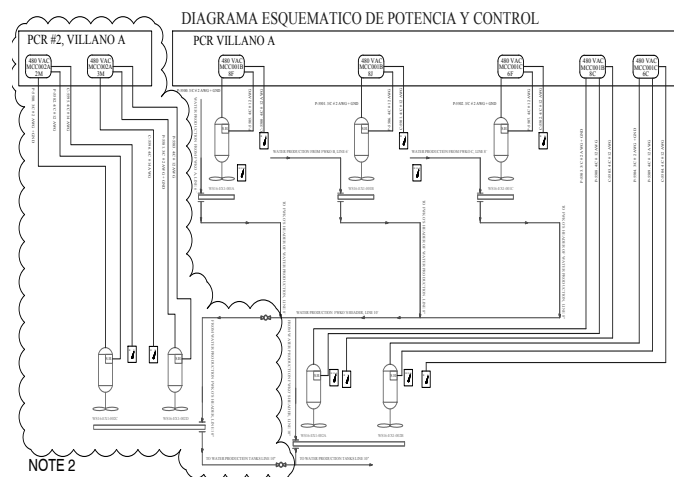


Figura 5. Diagrama Esquemático de Potencia y Control. Para una mejor visualización del sistema consultar el Anexo 3.

IV. INGENIERÍA DE DETALLE.

Compete el montaje, instalación y las pruebas de funcionamiento del proyecto en el sitio, cabe señalar que parte de la implementación del proyecto estará a cargo de una empresa ajena a Agip Oil Ecuador, sin embargo, AOE se encargará de la supervisión, asesoría y desarrollo de ciertas actividades que se detallan como:

- Consideraciones de la Plataforma Villano A (Revisión de la Ingeniería Básica).
- Carta Causa-Efecto.

- Señales y Tags.

1) Consideraciones de la Plataforma Villano A.

Se presenta, los diferentes aspectos a considerar, a mantener o cambiar dentro de la Plataforma Villano A para el desarrollo y la implementación del Aero Enfriador WS16-EX1-002 C/D correspondiente a la segunda etapa del proceso de enfriamiento de agua en formación.

Se destacarán aspectos como:

- Equipos
- Hot Tapping.
- Consideraciones adicionales.

a) Equipos.

PT 355 y PT 356 (Transmisores de Presión)

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

Voltaje de alimentación (DC)	10.5- 30 (V)
Corriente de salida (DC)	4- 20mA
Rango de Medida	1.5 psi - 10.500 psi
Rango máximo que soporta	15750 psi
Temperaturas del proceso	Desde -104 a 257 °F (-40 a 125 °C)
Temperatura del ambiente	Desde -68 a 158 °F (-20 a 70 °C)
Protocolos	HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus
Características adicionales	Conexiones para fluidos con un mínimo de aceite o crudo. Hermético al gas.
Brand (Marca del producto)	ENDRESS+HAUSER

Tabla 1. Características Técnicas de los transmisores de presión PT 355 y PT 356.

GRÁFICO DEL ELEMENTO



Figura 6. Transmisor de presión.

TT 355 y TT 356 (Transmisores de Temperatura)

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

Voltaje de alimentación (DC)	11- 40 (V)
Corriente de salida (DC)	4- 20 mA
Rango de Medida	-328 a 2012 °F (-200 a 1100 °C) aproximadamente, depende del tipo de RTD u otro sensor como por ejemplo un termopar.
Temperaturas de almacenamiento	Desde -40 a 185 °F (-4.5 a 85 °C)
Temperatura del ambiente	Desde -40 a 158 °F (-4.5 a 70 °C)
Protocolos	HART, Profibus PA, Foundation Fieldbus
Características adicionales	Indicador Luminoso giratorio. Alta presión para todo el rango de temperaturas de funcionamiento. Cabezal de acero inoxidable.
Brand (Marca del producto)	ENDRESS+HAUSER

Tabla 2. Características Técnicas de los transmisores de temperatura TT 355 y TT 356.

GRÁFICO DEL ELEMENTO



Figura 7. Transmisor de temperatura.

PDI 355 y PDI 356 (Indicador Diferencial de Presión)

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

Rango de Medida	Desde 30 hasta 1000 psi, dependiendo el rango se observa la
-----------------	---

	cantidad de divisiones.
Material	Carcaza de aluminio y ventana de vidrio.
Características adicionales	Herméticamente sellado. Con recubrimiento epóxico.
Brand (Marca del producto)	Ashcroft

Tabla 3. Características Técnicas de los indicadores diferenciales de presión PDI 355 y PDI 356.

GRÁFICO DEL ELEMENTO



Figura 8. Indicador Diferencial de Presión

FIT 355 (Transmisor Indicador de Flujo)

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

Temperatura de flujo máxima	392 °F (200 °C)
Temperatura máxima del ambiente	Sensor: -40 a 176 °F (-4.5 a 80°C) Transmisor: -40 a 140 °F (-4.5 a 60°C)
Características adicionales	Herméticamente sellado. Con recubrimiento epóxico.
Protocolos	Hart, Profibus PA, Foundation FieldBus.
Brand (Marca del producto)	Ashcroft

Tabla 4. Características Técnicas del Transmisor Indicador de Flujo FIT 355.

GRÁFICO DEL ELEMENTO



Figura 9. Transmisor Indicador de Flujo

RTD PT 100 con termopozo.

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

Rango de Medida.	De -58 a 392°F (-14.5 a 200 °C)
Salida analoga	De 4 a 20 (mA)
Temperatura del Ambiente	-40 a 185 °F (-4.5 a 85 °C)
Diámetro del RTD	¼ de pulgada (0,635 cm)
Distancia sumergible	4 ½ pulgadas (11,43 cm)
Altura del RTD	6 pulgadas (15,24 cm)
Material	Carcaza de aluminio fundido a presión.
Características adicionales	Herméticamente sellado. Para comunicación con protocolo HART
Brand (Marca del producto)	ENDRESS+HAUSER

Tabla 5. Características Técnicas del RTD PT 100 con termopozo.

GRÁFICO DEL ELEMENTO



Figura 10. RTD PT100 con termopozo.

Switch de vibración VSH 353 A y VSH 353 B.

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

Salida	De 5 A para 480 VAC
Peso aproximado	17 lb y 8 oz (7,9 Kg)
Reseteo Remoto	115 VAC o 24 VDC
Material	Carcasa de aluminio resistente a explosión para áreas peligrosas.
Características adicionales	Herméticamente sellado. 1 Contacto normalmente cerrado. 1 Contacto normalmente abierto. Con un interruptor adicional, con un contacto normalmente cerrado y un contacto normalmente abierto Con posibilidad de reseteo remoto.
Brand (Marca del producto)	Murphy

Tabla 6. Características Técnicas de los Switch's de Vibración VSH 353 A y 353 B.

GRÁFICO DEL ELEMENTO



Figura 11. Switch de Vibración.

Aero Enfriador General de Segunda Etapa (WS16-EX1-002C/D).

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

Dimensiones (Diámetro externo en ft) (Largo por ancho)	15,12 x 24,76 (4,60 x 7,54 m)
Altura total	12,14 ft (3,7 metros)
Presión de diseño	150 PSI

Máxima presión	195 PSI
Temperatura de Diseño	230 °F (110 °C)
Temperatura de Ingreso del Proceso	202,4 ° F Aprox. (94,7 °C)
Temperatura de Salida del Proceso	189 ° F Aprox.(87,2 °C)
Número de Tubos por cada sección	6
Número de Secciones	2
Área de cada tubo	2,281 in ² (14,70 cm ²)
Escaleras, pasajes, pasamanos y plataformas	SI
Cantidad de Motores	2
Voltaje de cada motor	460 V
RPM (Revoluciones por minuto)	1790
Peso total aproximado	47.750 lb (21.705kg)

Tabla 7. Características Técnicas del Aero Enfriador General de Segunda Etapa.

GRÁFICO DEL ELEMENTO





Figura 12. Aero Enfriador WS16-EX1-002 A/B (Similar al que se va a implementar) .

b) Hot Tapping (Corte en Caliente)

Este procedimiento se enfoca en la interconexión de una tubería adicional sin interrumpir el proceso y flujo normal de crudo, gas, agua u otro fluido y depende de la presión del sistema, para altas presiones se utilizan válvulas con tapones adicionales para evitar la fuga del producto, en bajas presiones el tramo de tubería que se saca de servicio será mucho menor y se podrá prescindir de estas válvulas con tapones adicionales.

Está técnica es una alternativa que permite la conexión de una tubería, por medio de cortes laterales, permitiendo además nuevas derivaciones, la inserción de dispositivos en la corriente de flujo o el mantenimiento de un tramo de la línea (tubería). Recalcando el hecho, de perder el mínimo de fluido que sea transportado por la tubería a la que se le realizaría el Hot Tapping. (Ver Figura. 13)

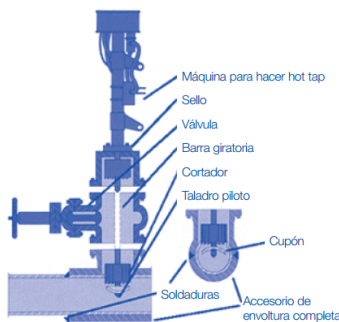


Figura 13. Equipo para realizar el “Hot Tapping”

c) Consideraciones adicionales del proceso.

- Es necesario direccionar o reubicar una bandeja de conexiones para que no interfiera con el paso

de la tubería de descarga, que es la salida del aero enfriador, línea de Ø10” (10 pulgadas de diámetro) que se dirige a los tanques skimmer.

- Se incluye una línea de tubería para poder recircular JP1 (tipo de combustible), que sirve para limpiar la tubería. Antes, la limpieza de la tubería se la realizaba manualmente, pero luego de observar que esto no era conveniente debido al tiempo y el desgaste innecesario de recursos se incluyó la limpieza con este combustible haciéndolo recircular de manera que limpie las paredes de la tubería.
- Cada vez que se incluye un indicador o un diferencial de presión se incluye una tubería, en este caso de media pulgada de tubing, tubo galvanizado delgado resistente a presiones altas, él mismo, se conecta a manifolds de 5 vías y 3 estados, con una entrada en alto, una en bajo y una para drenaje o purga, cuando se conecta a la línea existe un remanente de presión, aire o gas, que da una lectura errónea, es necesario, purgar, drenar, eliminar esta presión, esto se hace al cerrar una de las líneas y dejar que el flujo se dirija por la línea de purga que la expulsa al aire libre.
- Para tableros o cajas de conexión se utilizan para la conexión TMC, que son protecciones adicionales en los cables cuando se llega al tablero o caja, el momento que exista un accidente en la línea, la explosión o daño se reduce al instrumento (transmisor de presión, temperatura, flujo, etc) y no sigue la línea o el cable, evita que se propague y se de una reacción en cadena, asegurando y reduciendo la posibilidad de explosión.
- En la unión hacia las bandejas, las nuevas a incluirse irán en un doble piso, se colocarán en la unión por encima de las bandejas actuales por medio de un soporte metálico, luego se adicionaran a las actuales siguiendo la ruta normal.
- La mayoría de los equipos e instrumentos utilizan tanto para su entrada como para su salida, NPT de ¼ y ½ de pulgada, NPT es una medida estándar americana para referirse a una rosca cónica para tubería. (NPT = National Pipes Thread). Por ende TMC y NPT deben tener la misma medida.
- La soldadura de las varillas y conexiones de la malla de tierra se realizarán con soldadura exotérmica, que es un método para hacer

conexiones eléctricas de cobre a cobre o de cobre con acero sin requerir ninguna fuente exterior de calor o de energía. Se realiza este tipo de soldadura según lo recomendado por las regulaciones de la IEEE, que describe que todos los sistemas de conexiones de tierra deberán hacerse con soldadura exotérmica.

2) Carta Causa & Efecto.

Se describe todos los aspectos necesarios para realizar la lógica de programación, indicando el funcionamiento del sistema, y el efecto que produce el cambio de alguno de los elementos, muchos de los cuales apagan los aero enfriadores, teniendo claro que se trabaja con una lógica de seguridad, cada instrucción debe tener su redundancia específica para poder realizar bypass, ingresar a otro proceso, o dejar fuera de servicio para mantenimiento. (Ver Figura. 14 y Figura. 15)

USD CAUSE AND EFFECT	EFFECT DEVICE AND DESCRIPTION	SERVICE	DEVICE ID	CONTROL DEVICE	SYSTEM DESCRIPTION	REACTIVE SIGNAL	START	STOP	PERMISSIVE	SELECT	STOP	START	STOP	PERMISSIVE	SELECT	STOP	START
Notes:																	
AIR COOLER SYSTEM PERMISSIVES																	
Water Surge Tank High Level	USD 016																
AIR COOLERS VS16-EX1-002D PERMISSIVES																	
TEMPERATURE TRANSMITTER OF WATER PRODUCTION LINE FROM FAN'S HEATER, AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16-TT-355	VS16-TT-355	VS16-TT-355,HH		X	X	X	X	X	X							
TEMPERATURE TRANSMITTER OF WATER PRODUCTION TANK'S LINE BY AIR COOLERS VS16-EX1-002D	VS16-TT-356	VS16-TT-356	VS16-TT-356,HH		X	X	X	X	X	X							
DIFFERENTIAL PRESSURE TEMPERATURE TRANSMITTER BETWEEN INFRANCE & OUTLET AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16-PDT-353	VS16-PDT-353,HH			X	X	X	X	X	X							
DIFFERENTIAL PRESSURE TEMPERATURE TRANSMITTER BETWEEN INFRANCE & OUTLET AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16-PDT-353	VS16-PDT-353,L			X	X	X	X	X	X							
VIBRATION SWITCH HIGH LOCATED IN AIR COOLER VS16-EX1-002D MOTOR	VS16-VSH-353C	VS16-VSH-353C			X	X	X	X	X	X							

Figura 14. Primera parte de la Carta Causa & Efecto. Para una mejor visualización del sistema consultar el Anexo 4.

VIBRATION SWITCH HIGH LOCATED IN AIR COOLER VS16-EX1-002D MOTOR	VS16-VSH-353D	VS16-VSH-353D			X	X	X	X	X	X							
PERMISSIVE SIGNAL, STARTER MCC-002A-AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16-EX1-002C-PS	VS16-EX1-002C-PS			X	X	X	X	X	X							
RUNNING STATUS, STARTER MCC-002A-AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16-EX1-002C-RS	VS16-EX1-002C-RS			X	X	X	X	X	X							
PERMISSIVE SIGNAL, STARTER MCC-002A-AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16-EX1-002D-PS	VS16-EX1-002D-PS			X	X	X	X	X	X							
RUNNING STATUS, STARTER MCC-002A-AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16-EX1-002D-RS	VS16-EX1-002D-RS			X	X	X	X	X	X							
TEMPERATURE TRANSMITTER OF AIR COOLER VS16-EX1-002A-B FROM SUCTON VS16-EX1-002D	VS16-PT-355	VS16-PT-355			X	X	X	X	X	X							
PRESSURE TRANSMITTER OF WATER PRODUCTION TANK'S LINE BY	VS16-PT-355	VS16-PT-355			X	X	X	X	X	X							
TEMPERATURE TRANSMITTER OF AIR COOLER VS16-EX1-002A-B FROM SUCTON VS16-EX1-002D	VS16-TT-355	VS16-TT-355,H			X	X	X	X	X	X							
TEMPERATURE TRANSMITTER OF WATER PRODUCTION LINE FROM FAN'S HEATER, AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16-TT-356	VS16-TT-356,H			X	X	X	X	X	X							
NOTAS:																	
1.- TEMPERATURA VS16_TT_355 VS16_TT_356 SEMPRE, CASO CONTRARIO DE APAGA LOS AIR COOLERS VS16-EX1-002 CD																	
2.- ALTA VIBRACION VS16_VSH_353A SE MANTIENE POR MAS DE 30 MINUTOS APAGA EL AIR COOLER VS16-EX1-002D																	
3.- ALTA VIBRACION VS16_VSH_353B SE MANTIENE POR MAS DE 30 MINUTOS APAGA EL AIR COOLER VS16-EX1-002D																	
4.- PRESION DESPUES DE LA PRIMERA ETAPA DEL SISTEMA, PARA VERIFICAR PERIODOS PARCIALES EN PRESION																	
5.- PRESION EN LA SALIDA DEL SISTEMA, PARA VERIFICAR PERIODOS TOTALES EN PRESION																	
SYMBOLS:																	
FIRE PANEL	F																
LOGIC OPERATION	L																
WELL HEAD SAFETY SYSTEM	W																
PROCESS CONTROL SYSTEM	X																

Figura 15. Segunda parte de la Carta Causa & Efecto. Para una mejor visualización del sistema consultar el Anexo 5.

3) Señales y Tags.

Los "File Tags" serán los nombres ah utilizarse dentro de la lógica de programación del software RS Logix 5000 y los "Software Tags" serán los ah utilizar en la programación

correspondiente al HMI del proceso desarrollados en el software Intouch. Se observa en la Figura. 16 y en la Figura. 17 la dirección, el canal, el slot y el nombre del PLC con el que se realiza la conexión, si es entrada o salida, si es digital o analógica y se describe un rango para el valor de señales análogas y sus alarmas, que resultan ser, Hi (Alarma en Alto) y HiHi (Alarma de Alto- Alto), el proceso solo considera este tipo de alarmas, debido a que no se trabaja con bombas, tanques o elementos a dañarse por valores mínimos de presión, temperatura o nivel. Si la temperatura baja significaría una mejora del proceso, un cambio brusco alertaría un daño dentro del sensor o transmisor, el valor bajo de presión representaría el mismo problema.

Item	EQUIPMENT	FILE TAG	SOFTWARE TAG	SERVICE	PLC	HW	RACK	SLOT	CHANNEL	ADDRESS	RANGE	LO	LOLO	HI	HHI
1	VS16-EX1-002D	VS16-PT-355	VS16_PT_355	PRESSURE TRANSMITTER IN THE SUCTION OF AIR COOLER VS16-EX1-002D	VSFWK0A	A	0	3	3	1503	0-50			80	100
2	VS16-EX1-002D	VS16-PT-356	VS16_PT_356	PRESSURE TRANSMITTER IN DISCHARGE OF AIR COOLER VS16-EX1-002D	VSFWK0A	A	0	3	4	1504	0-50			70	85
3	VS16-EX1-002D	VS16-PT-353	VS16_PT_353	TRANSMITTER INDICATOR OF FLOW IN THE SUCTION OF AIR COOLER VS16-EX1-002D	VSFWK0A	A	0	3	5	1505	0-100				
4	VS16-EX1-002D	VS16-TT-355	VS16_TT_355	TEMPERATURE TRANSMITTER IN THE SUCTION OF AIR COOLER VS16-EX1-002D	VSFWK0B	A	0	3	3	1503	0-300			300	300
5	VS16-EX1-002D	VS16-TT-356	VS16_TT_356	TEMPERATURE TRANSMITTER IN DISCHARGE OF AIR COOLER VS16-EX1-002D	VSFWK0B	A	0	3	4	1504	0-300			300	300
6	VS16-EX1-002D	VS16-PDT-353	VS16_PDT_353	PRESSURE DIFFERENTIAL TRANSMITTER BETWEEN THE SUCTION AND DISCHARGE OF VS16-EX1-002D	VSFWK0B	A	0	3	5	1505	0-45			12	35
7	VS16-EX1-002D	VS16-VSH-353A	VS16_VSH_353A	VIBRATION SWITCH HIGH LOCATED IN AIR COOLER MOTOR VS16-EX1-002D	VSFWK0B	D	0	3	4	1504					
8	VS16-EX1-002D	VS16-VSH-353B	VS16_VSH_353B	VIBRATION SWITCH HIGH LOCATED IN AIR COOLER MOTOR VS16-EX1-002D	VSFWK0B	D	0	3	5	1505					

Figura 16. Primera parte de las Señales y Tags. Para una mejor visualización del sistema consultar el Anexo 6.

9	VS16-EX1-002D	VS16-HDA-002D-AUTO	VS16_HDA_002D_AUTO	SELECTOR HAND-OF-AUTO AUTO SIGNAL ELECTRICAL MOTOR AIR COOLERS VS16-EX1-002D	VSFWK0B	D	0	3	6	1506						
10	VS16-EX1-002D	VS16-HDA-002D-HAND	VS16_HDA_002D_HAND	SELECTOR HAND-OFF-AUTO HAND SIGNAL ELECTRICAL MOTOR AIR COOLERS VS16-EX1-002D	VSFWK0B	D	0	3	7	1507						
11	VS16-EX1-002D	VS16-HDA-002D-AUTO	VS16_HDA_002D_AUTO	SELECTOR HAND-OF-AUTO AUTO SIGNAL ELECTRICAL MOTOR AIR COOLERS VS16-EX1-002D	VSFWK0B	D	0	3	8	1508						
12	VS16-EX1-002D	VS16-HDA-002D-HAND	VS16_HDA_002D_HAND	SELECTOR HAND-OF-AUTO HAND SIGNAL ELECTRICAL MOTOR AIR COOLERS VS16-EX1-002D	VSFWK0B	D	0	3	9	1509						
13	VS16-EX1-002D	VS16-EX1-002C-PS	VS16_EX1_002C_PS	PERMISSIVE SIGNAL, STARTER MCC-002A-AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16D0	DD	0	3	3	0603						
14	VS16-EX1-002D	VS16-EX1-002D-PS	VS16_EX1_002D_PS	PERMISSIVE SIGNAL, STARTER MCC-002A-AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16D0	DD	0	3	4	0604						
15	VS16-EX1-002D	VS16-EX1-002C-RS	VS16_EX1_002C_RS	RUNNING STATUS, STARTER MCC-002A-AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16D0	DI	0	1	3	0603						
16	VS16-EX1-002D	VS16-EX1-002D-RS	VS16_EX1_002D_RS	RUNNING STATUS, STARTER MCC-002A-AIR COOLER VS16-EX1-002D	VS16D0	DI	0	1	4	0604						

Figura 17. Segunda parte de las Señales y Tags. Para una mejor visualización del sistema consultar el Anexo 7.

V. SIMULACIONES Y RESULTADOS.

Las simulaciones buscan corroborar una parte del proyecto total. La simulación del proceso no es el objetivo final del proyecto pero sirve para observar la ingeniería conceptual, básica y de detalle funcionando en conjunto a través de la HMI implementada en Wonderwave Intouch.

Básicamente, para este proceso, se evalúa al sistema por las respuestas ante un determinado problema repetitivo (un cambio de variables). El cambio de variables para simular una determinada acción, es en sí, un trabajo con una cantidad

indefinida de resultados, debido a la cantidad de variaciones que podrían darse si no se enfoca bien el objetivo de la simulación.

Por tanto, el enfoque estará fundamentado en los problemas comunes que se han presentado en base al historial del Aero Enfriador WS16-EX1-002A/B que es la única referencia utilizable debido a su parecido en cuanto al funcionamiento bajo las mismas condiciones de uso.

En conclusión, ésta es: una simulación basada en un cambio de variables para poder observar su respuesta a determinados valores, con la finalidad de obtener el resultado que mejor se acople a los requerimientos del sistema antes de la implementación de este nuevo Aero Enfriador. Está finalidad está basada en la operabilidad y funcionalidad, que no es más que algo práctico y utilitario para entender el proceso y como debería ser operado.

1) *Análisis de Resultados.*

Luego de analizar cuidadosamente los valores obtenidos en el mes de Febrero del 2014 donde se presentaron el mayor número de causales durante algunos dentro del Aero Enfriador WS16-EX1-002 A/B que es la única referencia comparable para proyectar los valores obtenidos en las simulaciones en cuanto al nuevo Aero Enfriador a implementarse (WS16-EX1-002 C/D).

La diferencia entre los porcentajes de variación de temperatura muestran una mejora, la mayor cantidad de porcentaje de error hace que la diferencia entre la temperatura que entra y la que sale sea mayor (Ver Tabla. 8), llegando a un aproximado de 12%, que para este caso resulta mejor, éstos valores son los esperados y son observados a detalle dentro del estudio térmico e hidráulico que señalaba una mejora substancial en la reducción de temperatura.

Hora	Temperatura de Entrada 2 A/B Y 2 C/D	Temperatura de Salida 2A/B	Temperatura de Salida 2 C/D	Porcentaje de Error de la Temperatura de Salida
7:00	199,9	189,1	187,8	0,69
11:00	201,4	191,9	189,7	1,25
15:00	202,2	193,1	191,6	0,78
19:00	200,3	189,7	188,3	0,74
23:00	200	189,6	188,7	0,47
3:00	199,3	188,3	187,4	0,48
Promedio	200,52	190,28	188,88	0,74
	$\Delta=$	10,23	11,63	12,03

Tabla 8. Porcentajes de Error de la temperatura de salida entre el Aero Enfriador WS16-EX1-002 A/B y WS16-EX1-002 C/D.

Mientras que la diferencia entre la presión de entrada y de salida muestra un porcentaje de error menor (Ver Tabla. 9). Siendo apenas 0,3 % el porcentaje de error de la presión de salida y 2,02 % el porcentaje de error del diferencial de presión se comprueba lo propuesto en el estudio térmico e hidráulico que expresó que la presión de vapor de agua para el nuevo Aero Enfriador no cambiaría de manera drástica sino tan solo en una mínima variación.

Los resultados obtenidos fundamentan y demuestran la relación entre la ingeniería conceptual que es la base inicial del proyecto y la ingeniería de detalle que es su etapa final, demostrado en la simulación por medio del funcionamiento de la HMI y los resultados obtenidos de dicha simulación.

Hora	Presión de Entrada 2 A/B Y 2 C/D	Presión de Salida 2 A/B	Presión diferencial 2 A/B	Presión de Salida 2C/D	Presión diferencial 2C/D	Porcentaje de Error de la Presión de Salida	Porcentaje de Error de la Presión diferencial.
7:00	85,7	75,3	10,4	75,1	10,6	0,27	1,89
11:00	90,9	78,8	12,1	78,5	12,4	0,38	2,42
15:00	90,2	78,5	11,7	78,3	11,9	0,25	1,68
19:00	88,5	76,9	11,6	76,6	11,9	0,39	2,52
23:00	87,7	76,3	11,4	76	11,7	0,39	2,56
3:00	86,5	75,8	10,7	75,7	10,8	0,13	0,93
Promedio:	88,25	76,93	11,32	76,7	11,55	0,30	2,02

Tabla 9. Porcentajes de Error de la presión de salida y la presión diferencial entre el Aero Enfriador WS16-EX1-002 A/B y WS16-EX1-002 C/D.

CONCLUSIONES

- El concepto de optimización enfocada a la mejora de procesos de producción y la base metodológica (Seis Sigma) del proyecto permiten enfocar el desarrollo de la ingeniería de manera que se sigan los objetivos planteados y no se cometan errores por un mal direccionamiento en el desarrollo del proyecto, que es muy casual, en la realización de cualquier trabajo de ingeniería.
- La mejor opción a implementarse parte de una arreglo de matrices que evalúan la viabilidad, consistencia y desarrollo del proyecto, siendo la mejor opción la que obtiene la calificación de 75/80 dentro de las opciones térmicas y 70/80 dentro de las opciones hidráulicas. La opción escogida es: implementar un Aero enfriador general en la segunda etapa, en lo posible similar al ya instalado, en paralelo a este último y con un "Hot Tap"

para evitar que el sistema de enfriamiento paralice su operación.

- Toda la ingeniería de detalle realizada, es la necesaria para que cualquier empresa que implemente el equipo pueda hacerlo sin ningún inconveniente, se basa en los componentes eléctricos necesarios, las conexiones, la programación y contiene todos los cálculos respectivos, así como una revisión completa de la ingeniería básica y además se toma consideraciones adicionales para su implementación.
- El desarrollo de las pantallas de la HMI buscan no causar confusión en los operadores del sistema y su programación intenta optimizar las líneas de código, para obtener respuestas más rápidas y confiables dentro del manejo del sistema.
- Las simulaciones y sus resultados corroboran aspectos de operacionalidad y funcionalidad del sistema a través de la HMI, dando como resultado aproximaciones cercanas a los valores esperados en cuanto a: temperatura, presión, encendido, apagado, alarmas de alto-alto, fallas de alimentación y problemas de vibración que son aspectos importantes para el manejo del sistema y que se comparan en base al historial presentado por el Aero Enfriador WS16-EX1-002A/B que es la única fuente de comparación confiable por su parecido en cuanto a funcionamiento dentro del sistema de enfriamiento de agua en formación.
- La diferencia entre los porcentajes de variación de temperatura en las simulaciones, muestran una mejora. La mayor cantidad de porcentaje de error hace que la diferencia entre la temperatura que entra y la que sale sea mayor, llegando a un aproximado de 12%, que para este caso resulta ser mejor. Mientras que la diferencia entre la presión de entrada y de salida muestra un porcentaje de error mínimo, siendo apenas 0,3 % el porcentaje de error de la presión de salida y 2,02 % el porcentaje de error del diferencial de presión. Se comprueba que estos valores son los esperados y son observados a detalle dentro del estudio térmico e hidráulico que señalaba una mejora substancial en la reducción de la temperatura y que la presión de vapor de agua sufriría un mínimo cambio.

RECOMENDACIONES

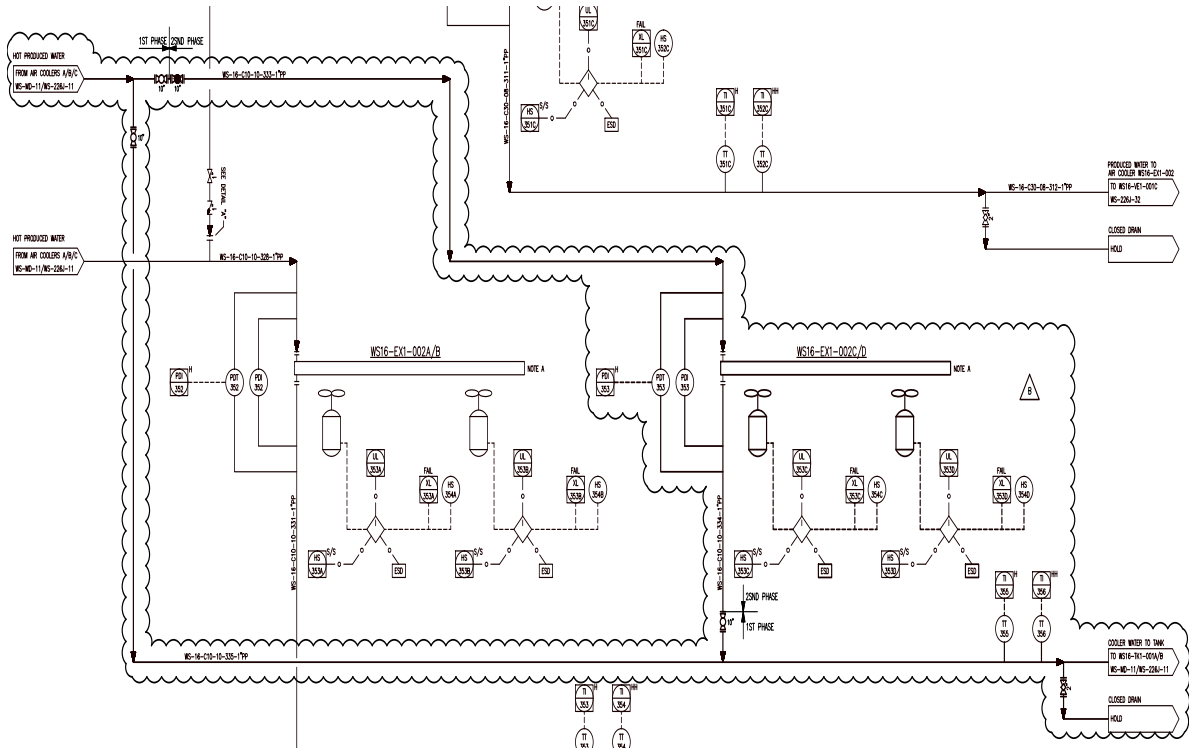
- El diseño de P&ID's, diagramas esquemáticos de instrumentación, control y de potencia resultan ser la columna vertebral para la implementación del proyecto, estos determinan la cantidad de elementos y su ubicación, indicando además las conexiones a realizarse. Los mismos sólo pueden ser modificados en casos excepcionales debido a que cualquier cambio provocaría una modificación inmediata en los demás elementos del proyecto.

- Se han tomado en cuenta los aspectos necesarios para una implementación óptima pero se debe tener claro que los problemas que se podrían suscitar en la puesta en marcha del Aero Enfriador son cuestiones aleatorias y ajenas a la ingeniería desarrollada, estos problemas se recomienda deben ser solucionados (de forma preferencial) en base a las características de los elementos y en base a las consideraciones propuestas.
- La parte interna de la tubería de Ø10" (10 pulgadas de diámetro), de la salida del aero enfriador se ensucia debido a la cantidad de ppm (partes por millón) de crudo que se encuentran en el agua que sale de los aero enfriadores de primera etapa correspondientes a los FWKO A, B y C. Por lo que se recomienda limpiarlos cada 14 días aproximadamente, debido a que el desempeño del sistema se ve afectado, pasa de enfriar 22 °F aproximadamente a menos de 10 °F.
- Es importante además realizar un mantenimiento periódico; predictivo y preventivo tal y como se lo hace en todos los equipos de la plataforma Villano A, teniendo especial énfasis, en los transmisores de presión y los switch de vibración. Los transmisores de presión pueden variar su medición por problemas de depuración en la tubería o por suciedad dentro de la misma. Y los switch de vibración tienen que ser calibrados periódicamente porque por la misma vibración ejercida tienden a descalibrar los dispositivos y enviar señales erróneas.

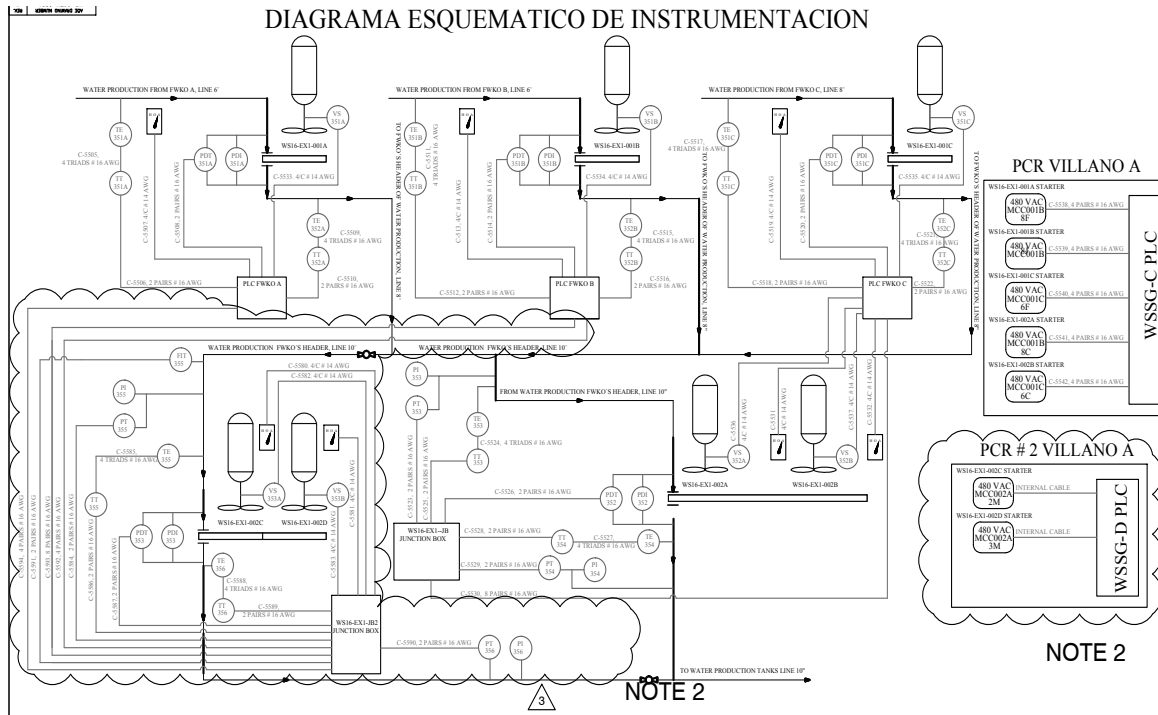
REFERENCIAS

- [1] Departamento de Producción de Agip Oil Ecuador. (12 de Junio de 2013). Ubicación Geográfica de CPF. Ecuador.
- [2] Agip Oil Ecuador. (10 de Julio de 2013). Funcionamiento del Aero Enfriador. *Departamento de Producción*. Ecuador.
- [3] Agip Oil Ecuador. (28 de Enero de 2013). Datos de producción e Información. *Departamento de Producción*. Ecuador.
- [4] Agip Oil Ecuador. (12 de Agosto de 2013). Planos Autocad e Información. *Departamento de Ingeniería*. Ecuador.

ANEXOS

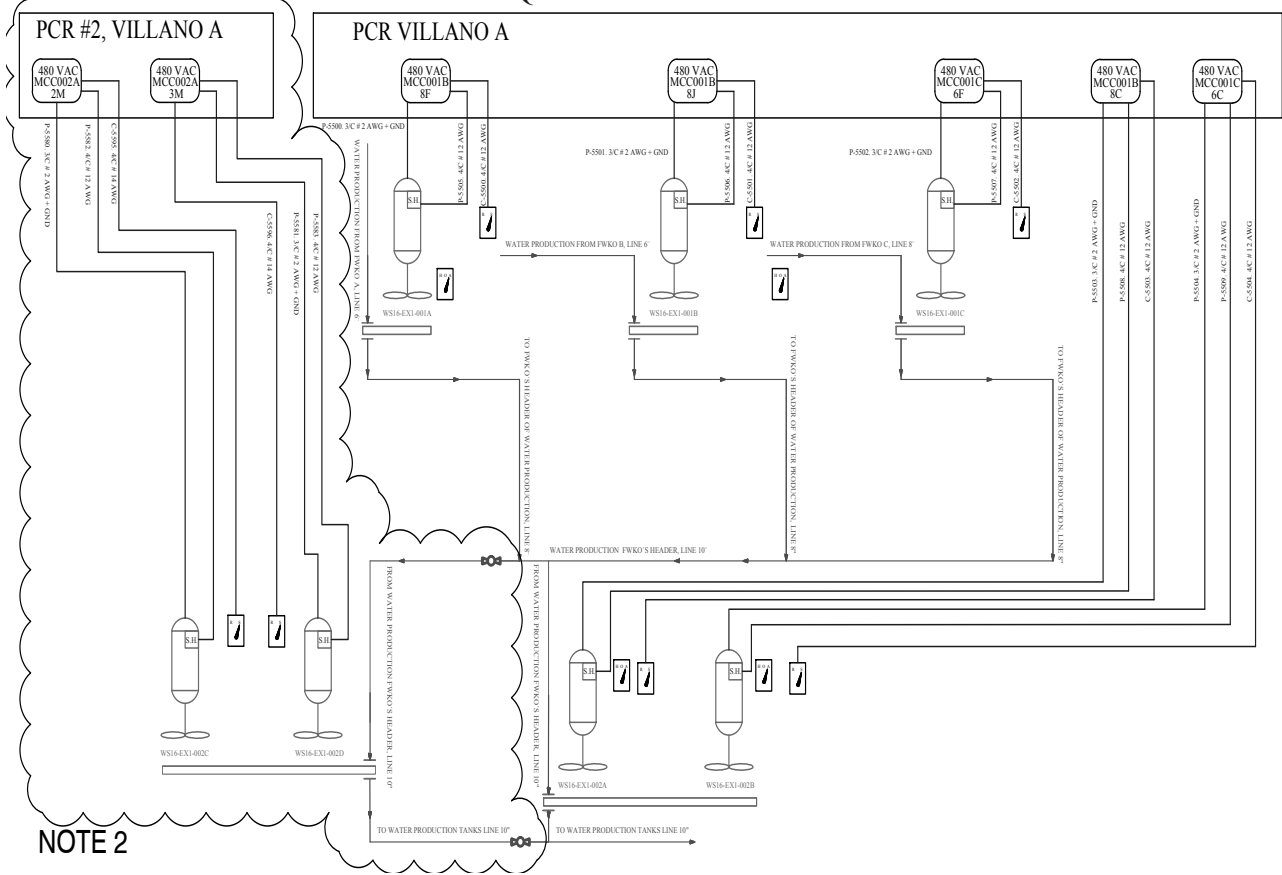


Anexo 1. Diagrama P&ID.



Anexo 2. Diagrama Esquemático de Instrumentación.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE POTENCIA Y CONTROL



Anexo 3. Diagrama Esquemático de Potencia y Control.

USDC CAUSE AND EFFECT		EFFECT DEVICE AND DESCRIPTION		SYSTEM DESCRIPTION																									
SERVICE	DEVICE ID	CONTROL DEVICE		SHUTDOWN PANEL SYSTEM	PROCESS CONTROL SYSTEM	DIGITAL INPUT	ALARM AND HMI TERMINAL FUNCTION	ALARM AND ANNUNCIATE	DISPLAY	LOG TO PRINTER	ANALOG CONTROL	DIGITAL CONTROL	OPERATIONAL DATA BASE	PROGRESS CONTROL LOGIC	AIR COOLERS WS16-EX1-001A STOP	AIR COOLERS WS16-EX1-001A START	AIR COOLERS WS16-EX1-001B STOP	AIR COOLERS WS16-EX1-001B START	AIR COOLERS WS16-EX1-001C STOP	AIR COOLERS WS16-EX1-001C START	AIR COOLERS WS16-EX1-002A STOP	AIR COOLERS WS16-EX1-002A START	AIR COOLERS WS16-EX1-002B STOP	AIR COOLERS WS16-EX1-002B START	AIR COOLERS WS16-EX1-002C STOP	AIR COOLERS WS16-EX1-002C START	AIR COOLERS WS16-EX1-002D STOP	AIR COOLERS WS16-EX1-002D START	
Notes:																													
AIR COOLER SYSTEM PERMISSIVES																													
WATER SURGE TANK B LOW LEVEL	LSLL591	USD 005		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ESD	ESD	ESD		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AIR COOLERS WS16-EX1-002C/D PERMISSIVES																													
TEMPERATURE TRANSMITTER OF WATER PRODUCTION LINE FROM FWKO'S HEATER, AIR COOLER WS16-EX1-002C/D	WS16-TT-355	WS16_TT_355_HIHI		X	X		L	X	X	X	X												X	X					1
TEMPERATURE TRANSMITTER OF WATER PRODUCTION TANK'S LINE 10', AIR COOLERS WS16-EX1-002C/D	WS16-TT-356	WS16_TT_356_HIHI		X	X		L	X	X	X	X																		1
DIFFERENTIAL PRESSURE TEMPERATURE TRANSMITTER BETWEEN ENTRANCE & OUTSET AIR COOLER WS16-EX1-002C/D	WS16-PDT-353	WS16_PDT_353_HIHI		X	X		L	X	X	X	X												X	X					
DIFFERENTIAL PRESSURE TEMPERATURE TRANSMITTER BETWEEN ENTRANCE & OUTSET AIR COOLER WS16-EX1-002C/D	WS16-PDT-353	WS16_PDT_353_HI		X	X		L	X	X	X	X												X	X					
VIBRATION SWITCH HIGH, LOCATED IN AIR COOLER WS16-EX1-002C MOTOR	WS16-VSH-353C	WS16_VSH_353C		X	X		X	X	X	X	X												X	X					2

Anexo 4. Primera parte de la Carta Causa & Efecto.

VIBRATION SWITCH HIGH, LOCATED IN AIR COOLER WS16-EX1-002D MOTOR	WS16-VSH-353D	WS16_VSH_353D						X	X	X	X	X	X								X	X	3
PERMISSIVE SIGNAL, STARTER MCC-002A-2M AIR COOLER WS16-EX1-002C	WS16-EX1-002C-PS	WS16_EX1_002C_PS						X	X	X	X	X									X		
RUNNING STATUS, STARTER MCC-002A-2M AIR COOLER WS16-EX1-002C	WS16-EX1-002C-RS	WS16_EX1_002C_RS						X	X	X	X	X									X		
PERMISSIVE SIGNAL, STARTER MCC-002A-3M AIR COOLER WS16-EX1-002D	WS16-EX1-002D-PS	WS16_EX1_002D_PS						X	X	X	X	X										X	
RUNNING STATUS, STARTER MCC-002A-3M AIR COOLER WS16-EX1-002D	WS16-EX1-002D-RS	WS16_EX1_002D_RS						X	X	X	X	X										X	
PRESSURE TRANSMITTER OF AIR COOLER WS-EX1-002A/B FROM SUCTION WS-EX1-002C/D.	WS16-PT-355	WS16_PT_355						X	X	L	X	X	X								X	X	4
PRESSURE TRANSMITTER OF WATER PRODUCTION TANK'S LINE 10"	WS16-PT-356	WS16_PT_356						X	X	L	X	X	X								X	X	5
TEMPERATURE TRANSMITTER OF AIR COOLER WS16-EX1-002A/B FROM SUCTION OF WS16-EX1-002C/D	WS16-TT-355	WS16_TT_355_HI						X	X	L	X	X	X										
TEMPERATURE TRANSMITTER OF WATER PRODUCTION LINE FROM FWKO'S HEATER, AIR COOLER WS16-EX1-002C/D	WS16-TT-356	WS16_TT_356_HI						X	X	L	X	X	X										
		NOTAS:																					
		1.- TEMPERATURA WS16_TT_355> WS16_TT_356 SIEMPRE, CASO CONTRARIO SE APAGA LOS AIR COOLERS WS16-EX1-002 C/D																					
		2.- ALTA VIBRACIÓN WS_16_VSH_353A SE MANTIENE POR MÁS DE 30 MINUTOS APAGA EL AIR COLLER WS16-EX1-002C/D																					
		3.- ALTA VIBRACIÓN WS16_VSH_353B SE MANTIENE POR MÁS DE 30 MINUTOS APAGA EL AIR COOLER WS16-EX1-002C/D																					
		4.- PRESIÓN DESPUÉS DE LA PRIMERA ETAPA DEL SISTEMA, PARA VERIFICAR PERDIDAS PARCIALES EN PRESIÓN																					
		5.- PRESIÓN EN LA SALIDA DEL SISTEMA, PARA VERIFICAR PERDIDAS TOTALES EN PRESIÓN																					
SYMBOLOLOGY																							
FIRE PANEL		F																					
LOGIC OPERATION		L																					
WELL HEAD SAFETY SYSTEM		W																					
PROCESS CONTROL SYSTEM		X																					

Anexo 5. Segunda parte de la Carta Causa & Efecto.

Item	EQUIPMENT	FILE TAG	SOFTWARE TAG	SERVICE	PLC	I#	RACK	SLOT	CHANNEL	ADDRESS	RANGE	LO	LOLO	HI	HIHI
1	WS16-EX1-002C/D	WS16-PT-355	WS16_PT_355	PRESSURE TRANSMITTER IN THE SUCTION OF AIR COOLER WS16-EX1-002C/D	WSFWKO A	AI	0	9	3	18.03	0-150	.....	.....	80	100
2	WS16-EX1-002C/D	WS16-PT-356	WS16_PT_356	PRESSURE TRANSMITTER IN DISCHARGE OF AIR COOLER WS16-EX1-002C/D	WSFWKO A	AI	0	9	4	18.04	0-150	.....	.....	70	85
3	WS16-EX1-002C/D	WS16-FIT-353	WS16_FIT_353	TRANSMITTER INDICATOR OF FLOW IN THE SUCTION OF AIR COOLER WS16-EX1-002C/D	WSFWKO A	AI	0	9	5	18.05	0-1200	.....	.....	.....	.....
4	WS-EX1-002C/D	WS16-TT-355	WS16_TT_355	TEMPERATURE TRANSMITTER IN THE SUCTION OF AIR COOLER WS16-EX1-002C/D	WSFWKO B	AI	0	9	3	18.03	0-300	.....	.....	300	300
5	WS16-EX1-001C/D	WS16-TT-356	WS16_TT_356	TEMPERATURE TRANSMITTER IN DISCHARGE OF AIR COOLER WS16-EX1-002C/D	WSFWKO B	AI	0	9	4	18.04	0-300	.....	.....	300	300
6	WS16-EX1-002C/D	WS16-PDT-353	WS16_PDT_353	PREASSURE DIFERENCIAL TRANSMITTER BETWEEN THE SUCTION AND DISCHARGE OF WS-EX1-002C/D	WSFWKO B	AI	0	9	5	18.05	0-45	.....	.....	32	35
7	WS16-EX1-002C	WS16-VSH-353A	WS16_VSH_353A	VIBRATION SWITCH HIGH, LOCATED IN AIR COOLER, MOTOR WS16-EX1-002C	WSFWKO B	DI	0	8	4	18.04	.....	.....	.....	.....	.....
8	WS16-EX1-002D	WS16-VSH-353B	WS16_VSH_353B	VIBRATION SWITCH HIGH, LOCATED IN AIR COOLER, MOTOR WS16-EX1-002D	WSFWKO B	DI	0	8	5	18.05	.....	.....	.....	.....	.....

Anexo 6. Primera parte de las Señales y Tags.

9	WS16-EX1-002C	WS16-HOA-002C-AUTO	WS16_HOA_002C_AUTO	SELECTOR HAND-OFF-AUTO, AUTO SIGNAL, ELECTRICAL MOTOR, AIR COOLER WS16-EX1-002C	WSFWKOB	DI	0	8	6	18:06	.....	.....	.....	.....	.....
10	WS16-EX1-002C	WS16-HOA-002C-HAND	WS_HOA_002C_HAND	SLECTOR HAND-OFF-AUTO, HAND SIGNAL, ELECTRICAL MOTOR, AIR COOLER WS16-EX1-002C.	WSFWKOB	DI	0	8	7	18:07	.....	.....	.....	.....	.....
11	WS16-EX1-002D	WS16-HOA-002D-AUTO	WS16_HOA_002D_AUTO	SELECTOR HAND-OFF-AUTO, AUTO SIGNAL, ELECTRICAL MOTOR, AIR COOLER WS16-EX1-002D	WSFWKOB	DI	0	8	8	18:08	.....	.....	.....	.....	.....
12	WS16-EX1-002D	WS16-HOA-002C-HAND	WS16_HOA_002D_HAND	SELECTOR HAND-OFF-AUTO, HAND SIGNAL, ELECTRICAL MOTOR, AIR COOLER WS16-EX1-002D	WSFWKOB	DI	0	8	9	18:09	.....	.....	.....	.....	.....
13	WS16-EX1-002C/D	WS16-EX1-002C-PS	WS16_EX1_002C_PS	PERMISSIVE SIGNAL, STARTER MCC-002-2M, AIR COOLER WS16-EX1-002C	WSSG-D CONTROL/NET MCC	DO	0	6	3	06:03	.....	.....	.....	.....	.....
14	WS16-EX1-002C/D	WS16-EX1-002D-PS	WS_EX1_002D_PS	PERMISSIVE SIGNAL, STARTER MCC-002-3M, AIR COOLER WS16-EX1-002D	WSSG-D CONTROL/NET MCC	DO	0	6	4	06:04	.....	.....	.....	.....	.....
15	WS16-EX1-002C/D	WS16-EX1-002C-RS	WS16_EX1_002C_RS	RUNNING STATUS, STARTER MCC-002-2M, AIR COOLER WS16-EX1-002C	WSSG-D CONTROL/NET MCC	DI	0	1	3	11:03	.....	.....	.....	.....	.....
16	WS16-EX1-002C/D	WS16-EX1-002D-RS	WS16_EX1_002D_RS	RUNNING STATUS, STARTER MCC-002-3M, AIR COOLER WS16-EX1-002D	WSSG-D CONTROL/NET MCC	DI	0	1	4	11:04	.....	.....	.....	.....	.....

Anexo 7. Segunda parte de las Señales y Tags.