

# **AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO E INYECCION DE AGUA ZORRO 2**

Guillermo Braña, Cesar L. Civitareale, Carlos Yarke

Pan American Energy LLC, Unidad de Gestión Golfo San JORGE  
Democracia 51, Comodoro Rivadavia, Chubut.  
TEL: 0297-4499800

## **SINOPSIS:**

El presente trabajo muestra la evolución en las instalaciones de superficie que acompañaron el exitoso incremento de recuperación secundaria en el yacimiento Zorro del campo Cerro Dragón en la cuenca del Golfo San Jorge, República Argentina.

Desde un comienzo donde se inyectaban 3.000 m<sup>3</sup>/d de agua hasta la actualidad en que se tratan mas de 22.500 m<sup>3</sup>/d de fluido, la planta inyectora Zorro II ha ido transformándose al desafiante ritmo del desarrollo de la recuperación secundaria y la mayor conciencia del cuidado del medioambiente.

La mejora continua de proyectos de secundaria en Pan American Energy, produjo en el yacimiento Zorro este considerable incremento de inyección acompañado por nuevas perforaciones de pozos productores e inyectores. Se incrementó el número de horizontes a inundar sin renunciar al control de los caudales inyectados por capa, llegando a tener hasta 19 Packers en un pozo inyector. Con respecto a Diciembre de 2004 la producción de petróleo aumentó un 66%.

En el futuro se planea incrementar la inyección en 5000 m<sup>3</sup>/d por año.

La aplicación de nuevas tecnologías a esta planta la ha dotado de un riguroso control de proceso y una versatilidad que nos permite mirar con extremo optimismo de cara al futuro.

## **TRANSFORMACION DE LA PLANTA INYECTORA ZORRO II:**

En Octubre de 1993 se pone en marcha el primer proyecto de recuperación secundaria en el yacimiento Zorro afectando a pozos productores de tres estaciones. La planta respondía al diagrama operativo que se indica en la figura N°1.

El agua necesaria era producida por cinco estaciones por lo que demandó la construcción de los oleoductos hacia esta planta, donde era recibida en un tanque lavador de 1.600 m<sup>3</sup>/d, pasaba por un par de piletas impermeabilizadas con manta y red para completar la separación y culminaba en un tanque pulmón de 320 m<sup>3</sup>/d.

El petróleo del tanque lavador pasaba a un tanque de almacenaje de 320 m<sup>3</sup>/d donde lo tomaban dos bombas dúplex y lo transportaban hasta la planta de tratamiento de crudo. La vista panorámica de la planta en el año 1993 se puede apreciar en la figura N°2.

El proyecto contemplaba la inyección de agua en 14 pozos inyectores a través de dos colectores de inyección. Involucraba una inyección diaria de 3.000 m<sup>3</sup> con aproximadamente 3000 lb./pulg<sup>2</sup> en cabecera para lo cual se utilizaron cinco bombas quíntuplex.

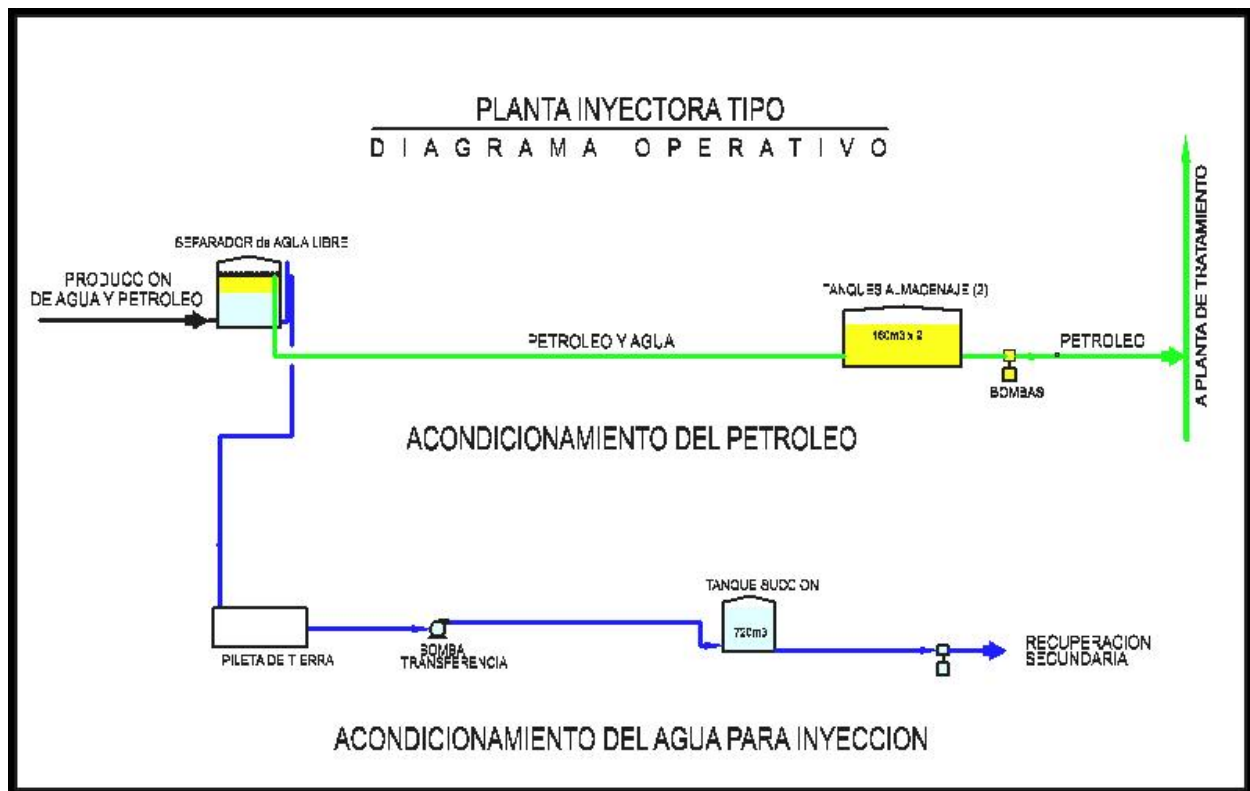


Figura N°1: Diagrama operativo de la planta Zorro 2 en el año 1993



Figura N°2: Vista panorámica de la planta Zorro 2 en el año 1993

Sucesivas etapas intermedias de ampliación iban involucrando cada vez mas tanques al proceso, de manera de obtener los estándares de calidad de agua requeridos.

En el año 1997 el diagrama operativo de la planta Zorro 2 era el que se indica en la figura N°3.

El fluido proveniente de las demás estaciones del distrito, comenzaba su separación en tres tanques cortadores de 1800 m³. El petróleo se derivaba a dos tanques de almacenaje de 320 m³ y el agua a un tanque pulmón de 5000 m³. Ocho bombas quintuplex bombeaban 6000 m³/d de agua a los

distintos bloques. La vista panorámica antes de la finalización de las construcciones del tercer tanque cortador y del pulmón de 5000 m<sup>3</sup>, se puede apreciar en la figura N°4.

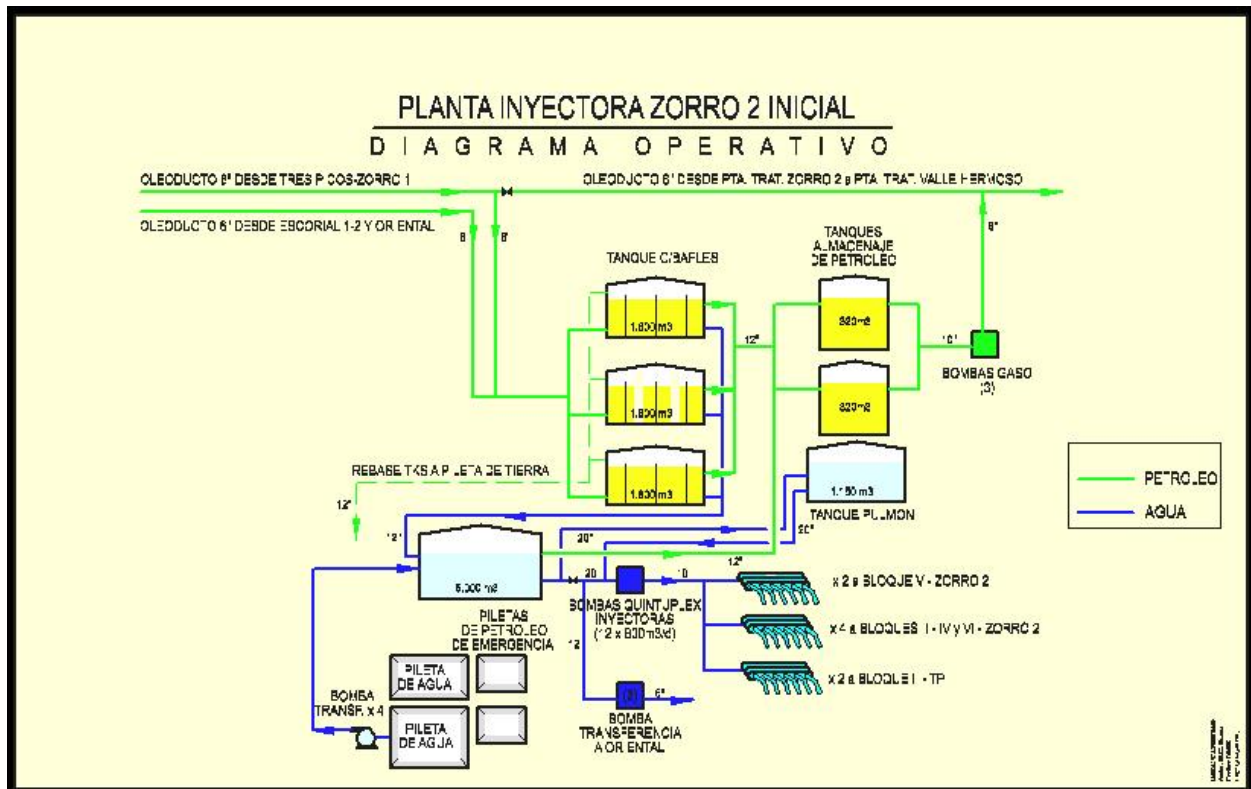


Figura N°3: Diagrama operativo de la planta Zorro 2 en el año 1997



Figura N°4: Vista panorámica de la planta Zorro 2 en el año 1997

Para el año 2000 el parque de bombas necesario para cumplir con los requerimientos de caudal y presión, y transferencias a otras plantas de inyección era de 17 equipos quintuplex, lo que se observa en la Figura N° 5





Figura N°5: Parque de bombas en el año 2000

En la actualidad la planta Zorro II provee de agua a cuatro proyectos de secundaria.

El diagrama operativo de la misma es el que se indica en la figura N°6. y su vista panorámica se puede apreciar en la figura N°7.

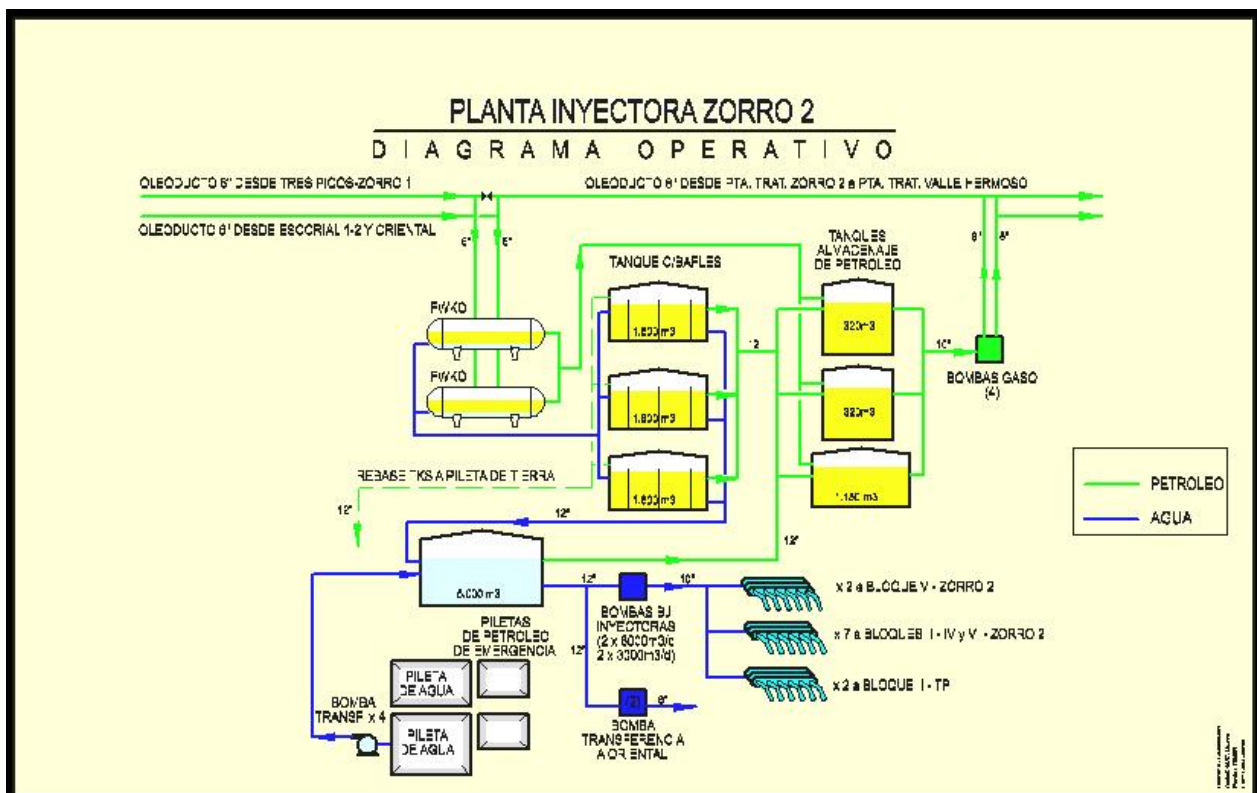


Figura N°6: Diagrama operativo actual de la planta Zorro 2





Figura N°7: Vista panorámica actual de la planta Zorro 2

Se inyecta en 51 pozos inyectoros a través de nueve colectores de inyección un caudal de 20000 m<sup>3</sup>/d con 3.000 lb./pulg<sup>2</sup> en cabecera, para lo cual se utilizan 2 bombas centrífugas multietapas de 8.000 m<sup>3</sup>/d y dos de 3.000 m<sup>3</sup>/d. como se muestra en la figura N°8



Figura N°8: Parque de bombas actual de la planta Zorro 2

La planta cuenta además con dos FWKO (Free Water -separadores) de 15.000 m<sup>3</sup>/d de capacidad cada uno, que reciben la producción de todas las estaciones realizando la primera separación. Y que se observan en la figura N°9. El agua separada va a tres tanques Skimer de 1600 m<sup>3</sup> y de allí a un tanque de 5.000 m<sup>3</sup> desde donde es bombeada a los pozos inyectoros.





Figura N°9: Vista de los equipos FWKO

Las antiguas piletas dejaron de ser parte del proceso dando lugar a un circuito totalmente cerrado. Todo el proceso está celosamente monitoreado con ayuda de un sofisticado lazo de control y telesupervisión

La pantalla general de control automático puede observarse en la figura N°10, y a manera de ejemplo se muestra en las figuras N° 11 y N°12 como se va accediendo a pantallas con mayor detalle del proceso

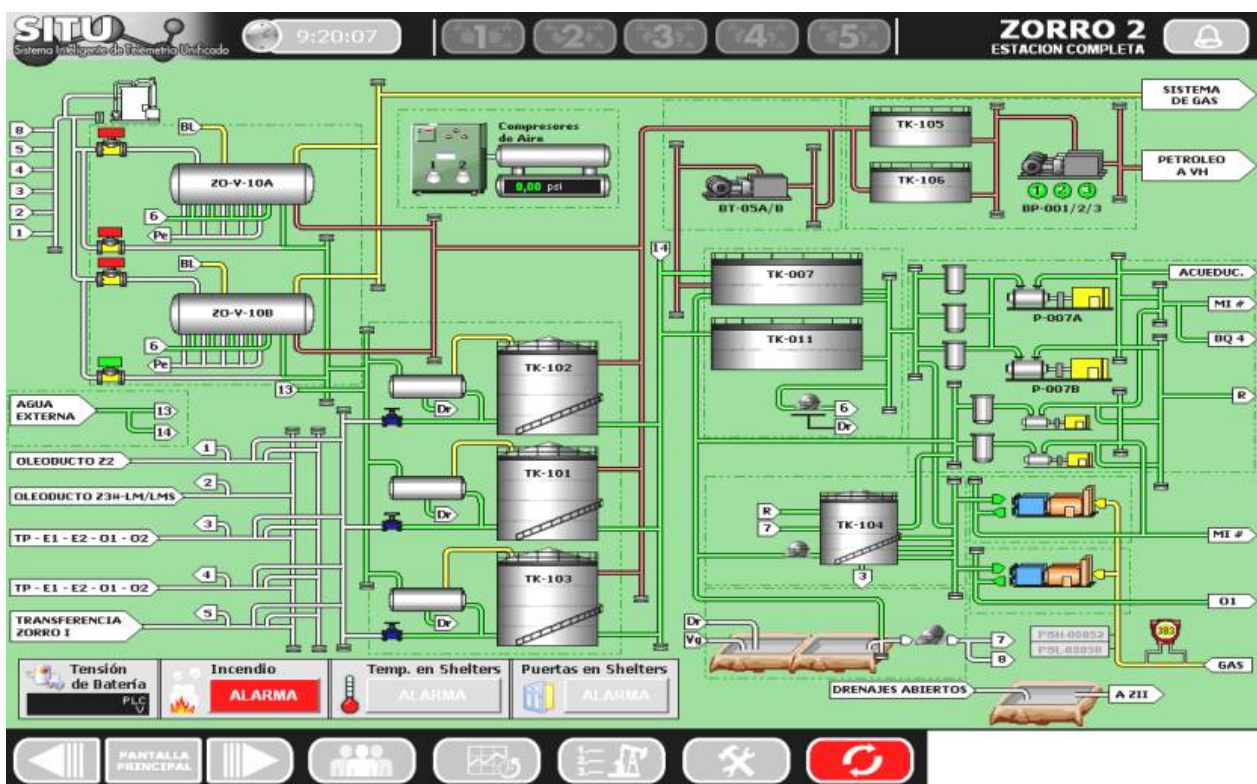


Figura N°10: Pantalla general de control automático de la planta Zorro 2

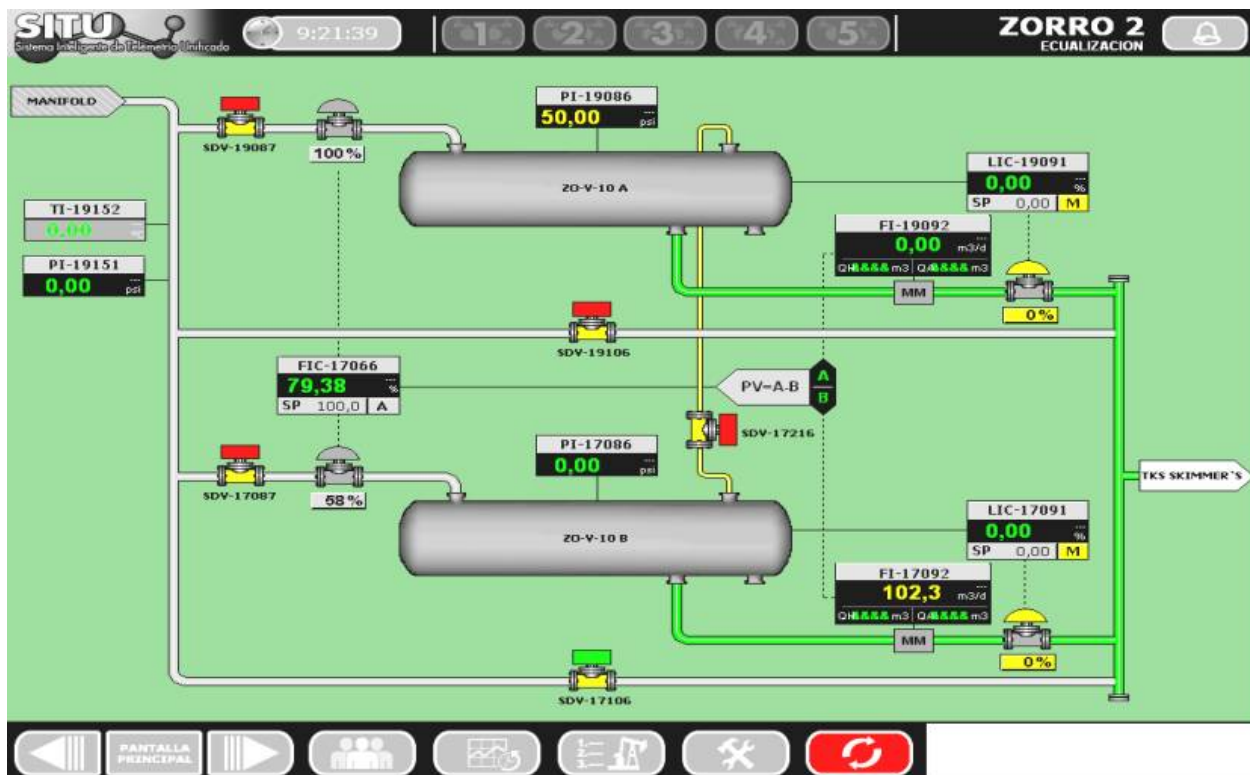


Figura N°11: Pantalla en detalle de control automático de la planta Zorro 2  
Control de proceso de FWKO

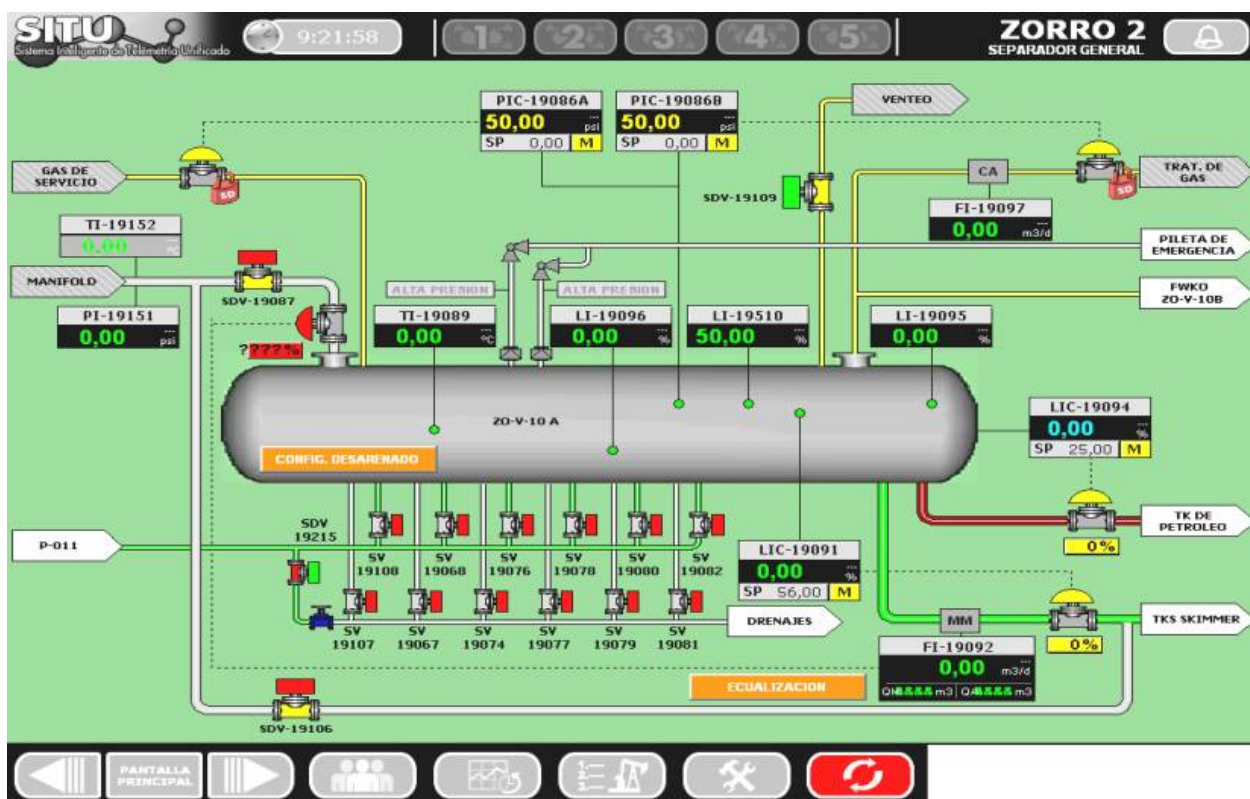


Figura N°12: Pantalla en detalle de control automático de la planta Zorro 2  
Control de proceso de FWKO



Las válvulas de control trabajan con un sistema de aire a presión. Se instaló una planta de aire seco que se puede ver en la Figura N°13. Dicha planta está compuesta de 2 compresores ( SULLAIR ) que alternan su funcionamiento para mantener presurizado el circuito de aire permanentemente



Figura N°13: Planta de aire seco para sistema de control

El circuito le suministra aire a todo el sistema de válvulas de control de las bombas de inyección, como así también al sistema de válvulas de control de los nuevos separadores trifásicos ( FWKO ).- Este circuito está distribuido por toda la planta de inyección permitiendo así utilizar el aire en sistemas de control ya existentes, reduciendo de esta manera las emisiones de gas a la atmósfera.-

Para asegurar que la calidad del agua a inyectar responda a los estándares requeridos el proceso de esta planta está complementado con la utilización de productos químicos inhibidores de incrustación, secuestrante de oxígeno, bactericida, y desemulsionantes.

Los puntos de inyección se pueden ver en el diagrama de la Figura N°14.

Por especificaciones del fabricante la calidad del agua que sale de los FWKO está en el orden de los 800 ppm. Al inyectar clarificante en el 1° proceso de corte de la planta se mejora la calidad del agua al orden de los 150 ppm ( salida de FWKO ) . Si seguimos el circuito del agua, de los FWKO se dirige a los tanques skimmers en donde con temperatura y tiempo de residencia, mas el clarificante antes inyectado conseguimos una calidad de agua a la salida del orden de los 30 ppm. El agua se almacena en el tanque pulmón de donde toman el agua las bombas de inyección con una calidad por debajo de los 10 ppm.-La calidad del agua de inyección es controlada por medio de un equipo que muestrea permanentemente el agua de inyección y evalúa el contenido de sólidos en la misma. Dicho equipo puede observarse en la Figura N° 15 y funciona bajo el siguiente principio:

Varios sensores ópticos miden la proporción entre la cantidad de luz dispersa y absorbida por las pequeñas gotas de hidrocarburos en el flujo de muestras. Las señales del sensor son luego tratadas por un microprocesador para producir una salida lineal.

La unidad es suministrada con ajustes de fábrica de acuerdo con las especificaciones. Los puntos de alarma vienen ajustados a 15 ppm.

El ajuste "Cero" viene también ajustado de fábrica y puede ser reajustado en el emplazamiento, usando agua limpia y los pulsadores ubicados en el panel frontal. La unidad dispone de dos circuitos de alarma independientes; ambos pueden ir ajustados separadamente de 1 a 99 ppm.



Ambas alarmas vienen ajustadas de fábrica a 15 ppm. Los puntos de ajuste pueden ser cambiados de acuerdo con los requerimientos de la instalación, por ejemplo, a 20 ppm ó a 50 ppm. No es posible el ajuste del nivel de alarma superior a 99 ppm.

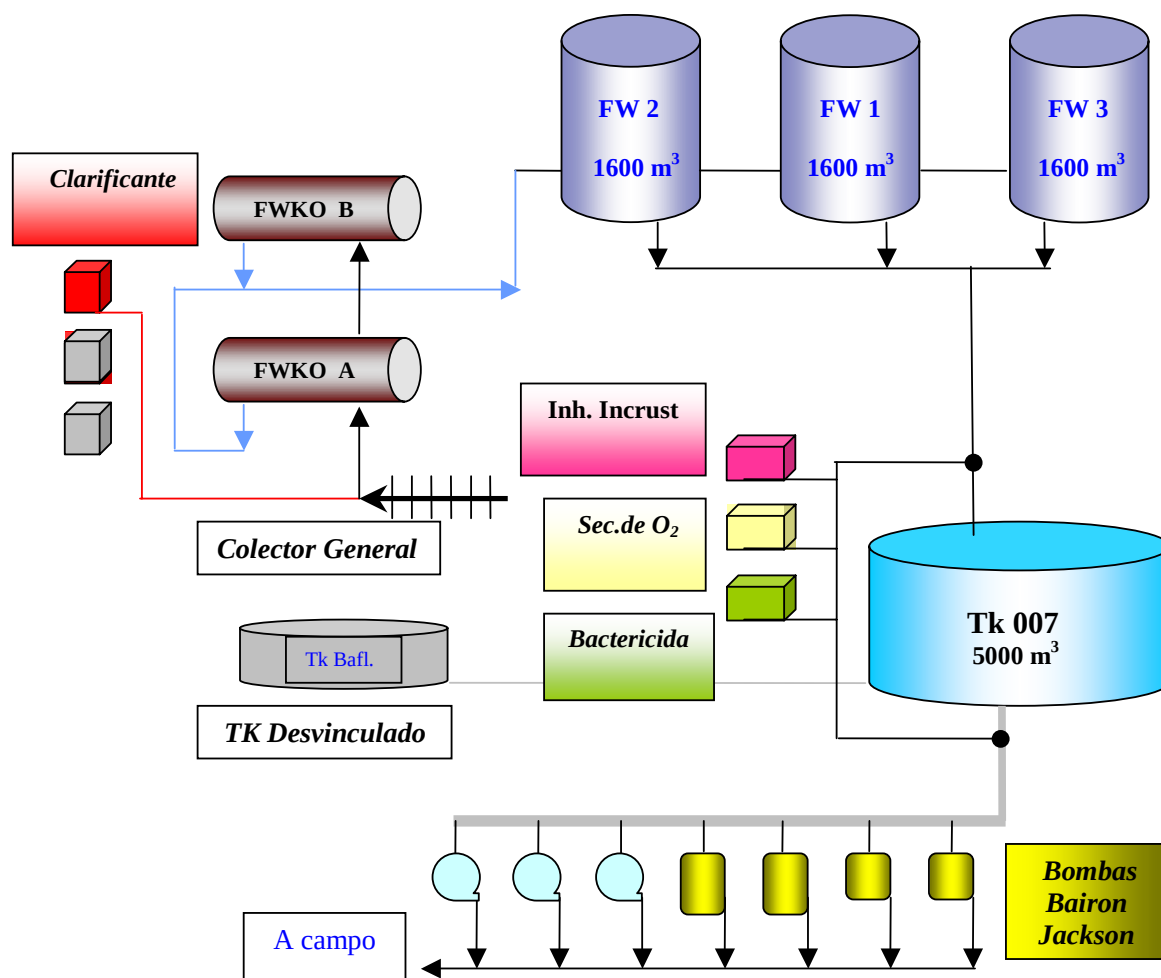


Figura N°14: Diagrama de puntos de inyección de productos químicos

En este modo, también podrán realizarse los ajustes individuales de los retardos de las alarmas y las señales de salidas entre 0 - 20 mA ó 4 - 20 mA. Ambas alarmas están conectadas a un indicador LED en el panel frontal.

Adicionalmente a la indicación de alarmas por LED, cada circuito está equipado con un relee de contactos libre de tensión. Dichos contactos pueden ser usados para un procesador externo de la señal o para control de funciones adicionales. Si ocurriese un error en el funcionamiento o fallo en el suministro de corriente, ambos relés conmutarán a condición de alarma.

El hecho de contar con esta información nos permite saber permanentemente la eficiencia con que esta trabajando la planta, ya sea el corte de los separadores (FWKO), como el de los tanques Skimmers y nos permite adelantarnos a una condición de funcionamiento anormal

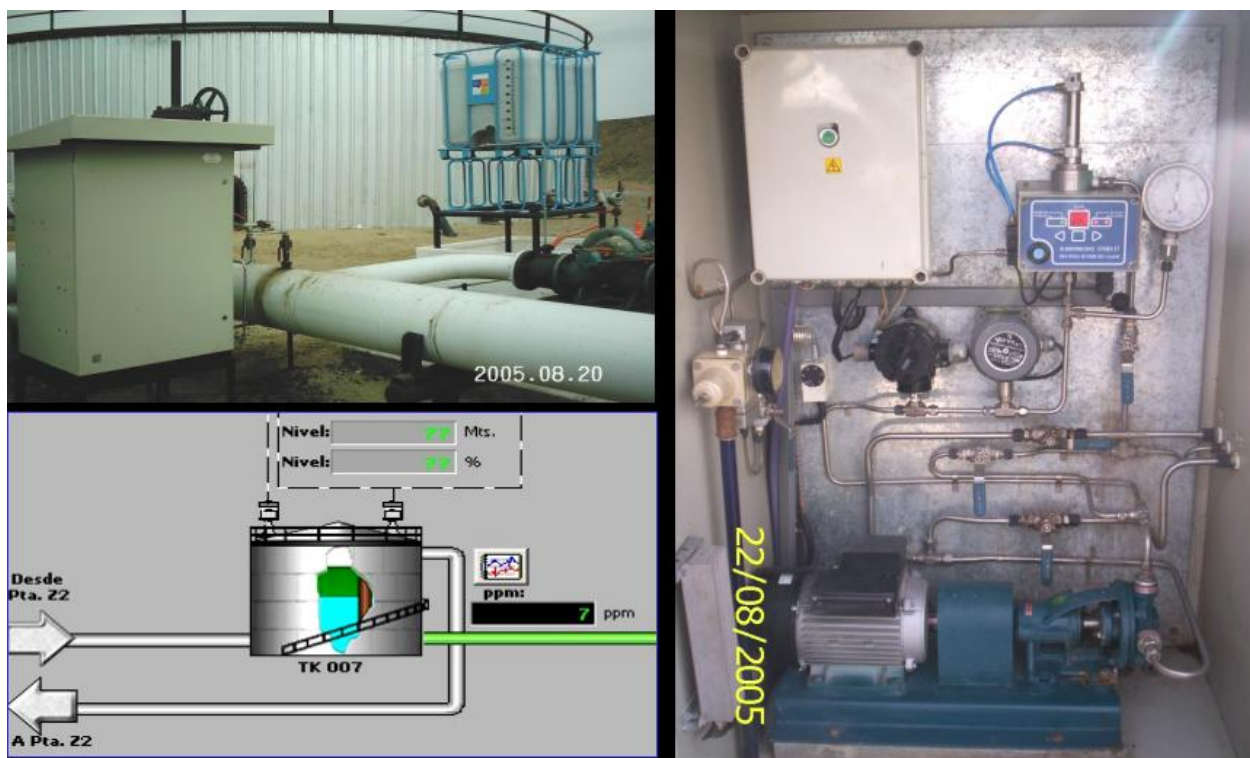


Figura N°15: Control continuo de calidad de agua

La planta de inyección cuenta además con un sistema de canaletas comunicadas entre sí , que colecta los posibles drenajes y/o pérdidas que sean ocasionadas tanto en las bombas de inyección, planta de inyección, como así también en el circuito de petróleo.

Todo el sistema de canaletas terminan en una cámara de 19m<sup>3</sup> que se puede ver en la Figura N°16 la cual cuenta con una bomba a tornillo que arranca y para automáticamente bombeando el posible fluido a los tanques de petróleo de la estación Zorro 2.-



Figura N°16: Vistas de la cámara principal de 19 m<sup>3</sup> del sistema de drenajes

Debido a que se prevé un crecimiento de 5000 m<sup>3</sup>/d de agua inyectada por año, ya se comenzó con las obras para la instalación de un tercer FWKO de 15000 m<sup>3</sup>/d, otro TK (tanque) pulmón de agua de 5000 m<sup>3</sup>/d, un TK de petróleo de 1150 m<sup>3</sup>/d y una bomba centrífuga adicional de 8000 m<sup>3</sup>/d.

En la Figura N° 17 puede observarse como fueron evolucionando los fluidos en la planta Zorro 2 y los distintos equipos que se vieron involucrados a lo largo del tiempo, donde:

qlP: Caudal de producción de fluido.

qwiP: Caudal de agua inyectada.

qltratado: Caudal total de fluido que se trata en la planta.

qoP: Caudal de producción de petróleo.



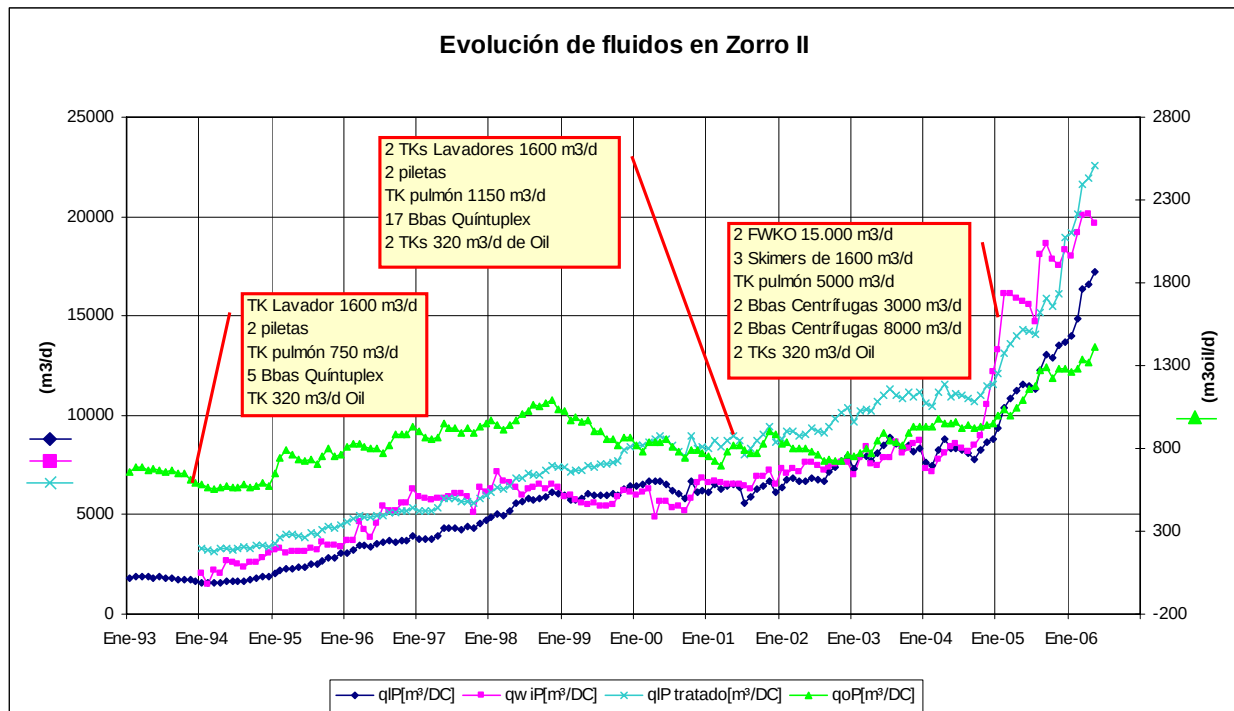


Figura N°17: Evolución de los fluidos en la planta Zorro 2

La Figura N° 18 permite visualizar dicha evolución a través de las distintas vistas panorámicas.

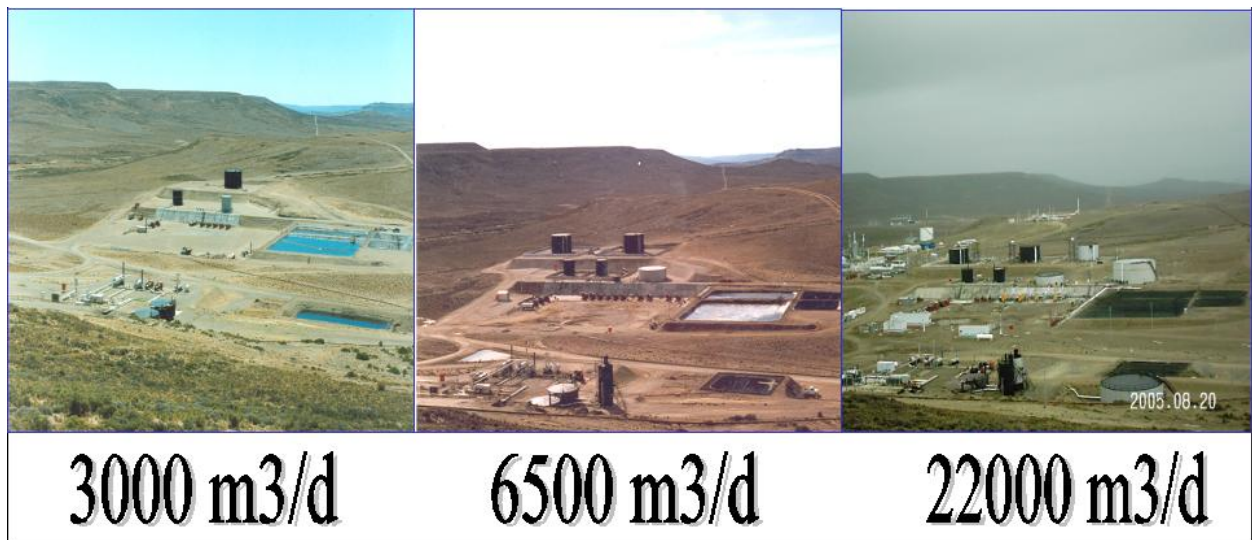


Figura N°18: Evolución de la vista panorámica de la planta Zorro 2

El éxito obtenido gracias al compromiso de cada una de las partes involucradas y de la constante búsqueda de nuevas oportunidades que caracterizan a nuestros equipos de trabajo, explican el optimismo con que, Pan American Energy, sigue llevando adelante proyectos de esta envergadura. -