

“AUTOMATIZACIÓN EN POZOS DE BOMBEO MECÁNICO EN EL YACIMIENTO DE CERRO DRAGÓN”

Pan American Energy ha diseñado y puesto en práctica un ambicioso proyecto de automatización en sus yacimientos de la Unidad de Gestión Golfo San Jorge. Esto implicó una reorganización de procesos operativos, administrativos y de gestión, cambios de puestos de trabajo y una labor en conjunto con todos los actores involucrados: empleados de la empresa y contratistas.

QUÉ TENEMOS EN EL CAMPO?

Pan American Energy LLC (PAE) en función a los objetivos planteados a largo plazo, tomó la postura de rever sus procesos operativos vinculados al desarrollo de su yacimiento ubicado en la cuenca del Golfo San Jorge, que posee una superficie de 3.478 Km² (equivale aproximadamente a 17 veces la Capital Federal, o lo que es lo mismo 347.764 Has. o un rectángulo de 90 por 50 km).

En la actualidad nos encontramos con una producción de petróleo, gas y agua inyectada record para el yacimiento. Los pozos son producidos en la actualidad con 6 sistemas de extracción artificial (Bombeo Mecánico (1793 pozos), ESP (381 pozos), PCP (32 pozos) con sensor de fondo, Plunger Lift (5 pozos), Surgentes (2 pozos), Jet Pump (1 pozo)), 2 plantas de tratamiento y un punto de entrega en Caleta Córdoba ubicado a 70 km de Cerro Dragón (ver cuadro 1).

Para poder manejar toda esta infraestructura se dividió el yacimiento en zonas geográficas denominadas Distritos, a su vez en equipos de personal operativos distribuidos estratégicamente en el yacimiento. La automatización pasó de tener, un rol de complementario a protagonista, al dejar de ser un conjunto de instrumentos que aportaban información para operar las instalaciones brindando información imprescindible en tiempo y forma para los distintos cálculos que intervienen en los procesos.

Uno de los pilares fundamentales de este desarrollo, se produjo debido a la mayor disponibilidad de potencia en las instalaciones, producto de la conversión de su fuente de energía de gas a generación de electricidad. En la actualidad generamos promedio de 2.400 MW-h por día para abastecer el 100% de nuestra demanda actual.

Dentro de los objetivos de la gestión a mejorar se encontraba la optimización de la información, calidad y precisión de los distintos procesos productivos de petróleo, gas, agua, seguridad y cuidado del medio ambiente.

Un profundo análisis de la situación de ese momento, fueron los detonantes que produjeron los sucesivos e importantes cambios en el modo de operar el yacimiento.

Situación final & Situación Actual

	Cantidad de pozos		Instalaciones		Producción		Inyección de agua (m3/d)
	Productores	Inyectores	Baterías	Plantas de Inyección	Petróleo (m3/d)	Gas (Mm3/d)	
Situación Inicial	1.523	225	48	15	8.700	2.600	17.700
Situación actual	2.214	410	56	20	14.490	7.700	115.754
Variación	+45%	+82%	+15%	+33%	+67%	+196%	+554%

Cuadro 1: En el siguiente cuadro comparativo se puede apreciar la evolución del proyecto de automatización desde el comienzo, acompañando directamente al desarrollo del yacimiento.

COMO PENSAMOS LA SOLUCIÓN

Ante la diversidad de necesidades de los usuarios se pensó en una estrategia técnica modular para satisfacer, el abanico de variables de cada uno de los sectores que conforma PAE, como puede observarse en la figura 1.

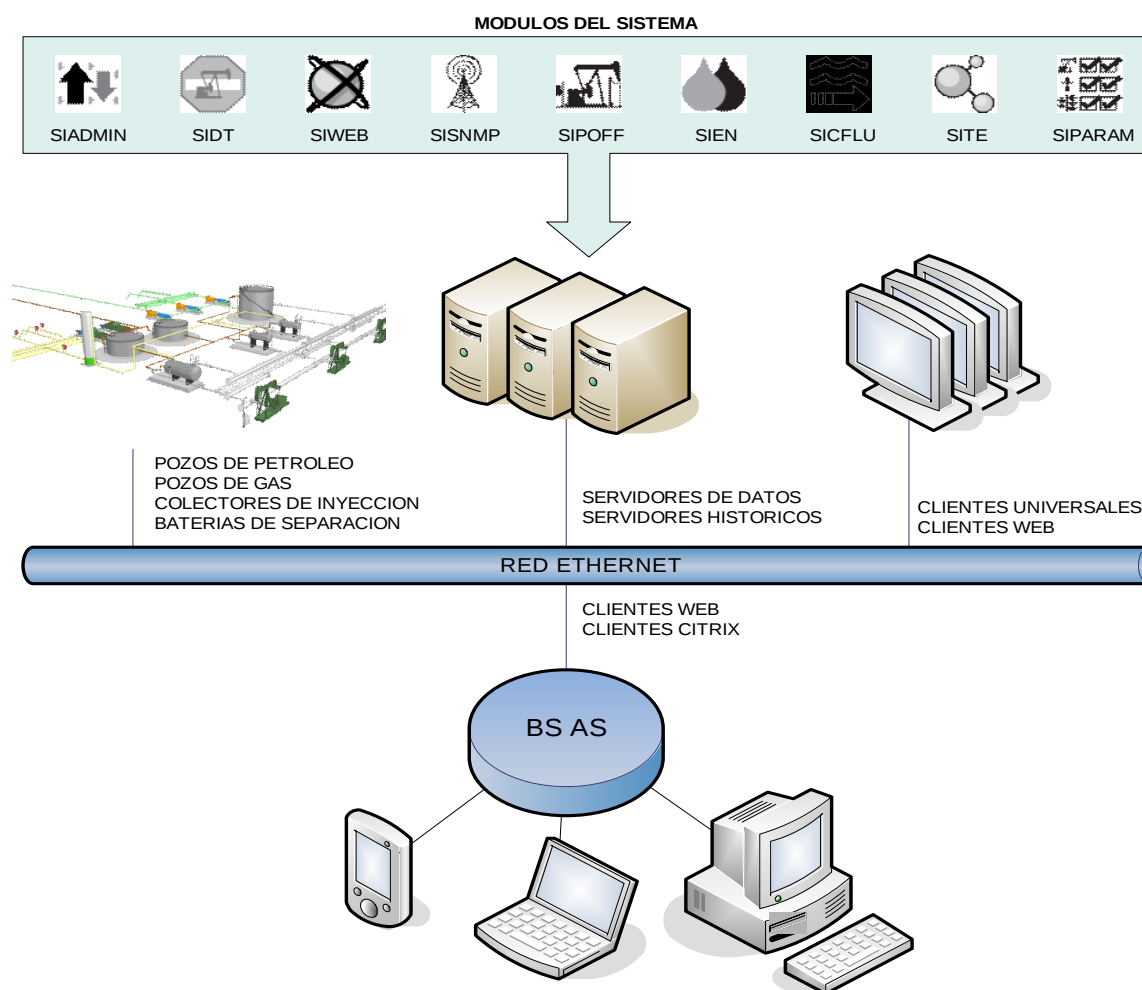


Figura 1: La arquitectura general del sistema SCADA, sistema SITU se compone de distintos módulos que se detallan en la línea superior.

SITU(Sistema Inteligente de Telemetría Unificad) es la solución propietaria elegida por Pan American Energy para los complejos requerimientos de supervisar múltiples sitios con múltiples tecnologías, unificando información y respondiendo a múltiples necesidades.

El objetivo de SITU es monitorear, organizar, almacenar y gestionar la información supervisada de sitios en forma transparente y segura, distribuyéndola a quienes la necesitan en forma rápida y sencilla, brindando valor agregado a nuestra operación.

La empresa contratista que desarrolló el sistema utilizó los siguientes departamentos internos, ingeniería de procesos, ingeniería básica y de detalle, instrumentación, telecomunicaciones y redes de datos, programación de PLC(Program Logic control), RTU(Remote Terminal Unit) y DCSs(Distributed Control System), sistemas SCADA(Sistema de control y adquisición de datos), análisis y programación en lenguajes de bajo y alto nivel, bases de datos relacionales, conectividad con ERPs(Enterprise Resource Planning), sistemas de producción, diseño gráfico, implementación, puesta en marcha, mantenimiento, calidad y seguridad.

Con esta cantidad de equipos, se denota la complejidad del sistema de automatización desarrollado y el trabajo en equipo que debió realizar tanto el contratista como PAE para poder realizar el desafiante emprendimiento y más aún, el proyecto fue diseñado de acuerdo a las necesidades operativas de PAE.

Dentro de los contratistas principales para el proyecto de SIPOFF contamos con las empresas proveedoras de los controladores PumpOff, la automatización, telemetría y gestión de información.

Los distintos módulos ayudan a distintos sectores de PAE, a mejorar su eficiencia ya que están disponibles en la red.

Estos módulos son:

SIADMIN: Administración integrada sitio, netamente administrativo del sistema.

SIDT: Administración de Down Time(tiempo que no produce un pozo) para pozos productores y máquinas rotantes. **SIWEB :** SITU en Web.

SISNMP: Supervisión de dispositivos de red vía SNMP desde SITU, para uso de comunicaciones.

SIPOFF: Sistema de telemetría y diagnóstico pozos con PumpOff.

SIEN: Sistema de ensayos.

SICFLU: Control de Fluidos; para agua, gas y petróleo.

SITE: Telemetría unificada. Telemetría de sitios.

SIPARAM: Es un submódulo de **SIADMIN**, netamente administrativo, para incorporación parametrizada de sitios. Se pueden nombrar otros sitios que vendrán

SIMSITU: Simulación y entrenamiento, **SIMA:** Sistema de manejo de alarmas y situaciones anormales. **SIWAP y SIMAIL:** SITU en dispositivos móviles y/o mail (en desarrollo). **SIESP:** Módulo para monitoreo y optimización pozos con ESP.

LA ARQUITECTURA

CLIENTES UNIVERSALES: mediante una interfase gráfica personal calificado puede operar el yacimiento aún en condiciones críticas (Scadistas).

CLIENTES WEB: a través de la red interna de PAE, (Internet Explorer) cualquier empleado puede acceder a la visualización de los datos y en el caso del modulo Sipoff, desde una máquina de escritorio el personal de PAE realiza los seteos, actualizaciones de instalación, como también la optimización y monitoreo de los pozos. Estos sectores son operativos de producción, ingeniería, mantenimiento eléctricos, mecánico, instrumentistas, líderes, programadores, supervisores de equipos y la organización de Bs. As. (Reservas, Desarrollo y todo aquel que quiera consultarlo).

CLIENTES CITRIX: Es similar a un cliente universal en donde algunas funciones están limitadas.

La importancia de este tipo de arquitectura, es que nos permite que el mismo sea [utilizado por todo el personal de PAE\(Licencias ilimitadas\)](#), habiendo [incrementado el número de usuarios de 30 a 170](#) que pueden llegar a trabajar en forma simultánea.

COMO SE DESARROLLO EL PROYECTO DE PUMP OFF (SIPOFF)?

En el año 2000 se instalaron los 20 primeros POC (Pump Off Controler) a modelo de prueba piloto. En el año 2002 una implementación parcial y en el año 2004 se efectúa un análisis de la performance del sistema, determinando una implementación global como una nueva alternativa acorde a las necesidades.

Después de utilizar un sistema Scada independiente, se decidió realizar una aplicación compatible, técnicamente al sistema de telemetría y alineado con las aplicaciones existentes.

Se conformó un equipo de trabajo de especialistas en las distintas áreas involucradas, definimos el alcance de como debería ser la nueva aplicación, empleamos el expertis que se había adquirido en los años anteriores, el cual fue capturado por el proyecto.

Durante el desarrollo aplicamos herramientas de calidad , consultando a los usuarios y modificando permanentemente el alcance, para no dejar ninguna inquietud de los usuarios sin cubrir.

Definió la organización procesos operativos, administrativos, de gestión y puestos de trabajo. Una vez comprometidos todos los actores involucrados, empleados de la empresa y contratistas sumaron su esfuerzo al objetivo común.

El proyecto nos hizo cambiar totalmente la modalidad de operación después de un lustro, por lo tanto, fue necesario aplicar la política de manejo del cambio y así romper con viejos paradigmas. **El Sistema fue realizado a la medida de PAE.**

Con este proceso, nos alineamos a los Elevados Estándares de Seguridad y Medio Ambiente involucrados a este tipo de operaciones.

Para el desarrollo del módulo de SIPOFF, se contó con la colaboración de la gerencia de ingeniería de producción y recuperación Secundaria, que desarrolló y validó los cálculos en conjunto con la empresa contratista, para un correcto análisis de los parámetros que afectan a la integridad del sistema en general.

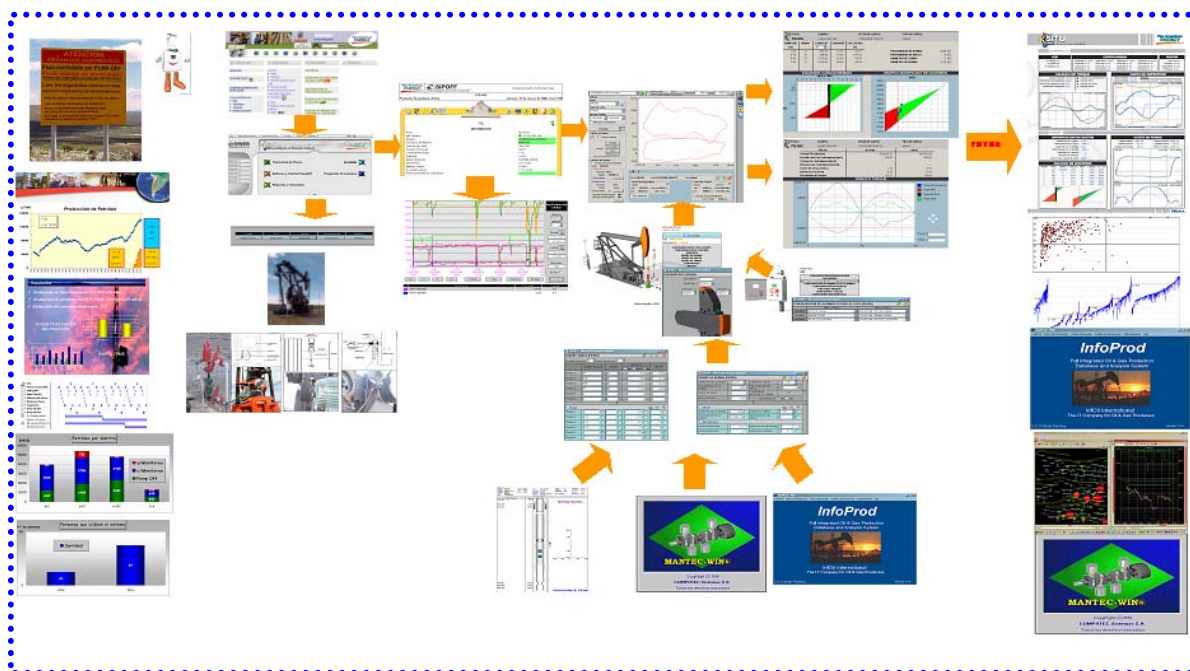
Este módulo se integró a la compañía nutriéndose de datos de los sistemas corporativos tales como el Mantec (Software de gerenciamiento de mantenimiento), InfoProd (Software de gerenciamiento de producción) y DIMS (Software de gerenciamiento de equipos de torres).

El POC instalado en los pozos tiene un mapa modbus con 40.000 variables, además de datos de instrumental colocado en los mismos tales como: sensor de vibraciones, Presión de Línea, Shutdown Manual, Shutdown por falta de Energía, Alarma Eléctrica del Motor (motoserver), By-pass Manual, Alarma por Alta y Baja Presión del Cilindro.

En una segunda fase de ejecución el módulo SIPOFF generará un devolución de la información procesada a los distintos software, Mantec, InfoProd, Sahara, etc.

Figura 2: Diagrama de flujo operativo

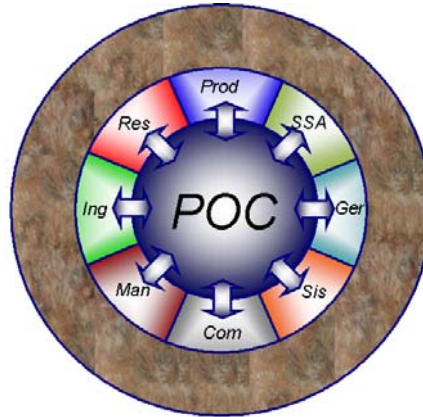
Esquema de donde proviene la información, como se gerencia, con que datos provenientes de otros sistemas corporativos se procesa y se devuelve la información.



Una vez concluida la fase ejecución del SIPOFF, se realizó una prueba piloto de implementación para verificar su correcto funcionamiento, después de 3 meses de pruebas y los resultados obtenidos, nos permitió realizar la migración total de los 700 pozos equipados con POC. La migración fue acompañada con una capacitación organizada por el sector de excelencia operativa. Se capacitó durante 24 jornadas de 4 hs cada una, con una asistencias de más de 15 personas.

Figura 3: Integración en PAE

Forma de representar la operatividad del sistema nutriéndose y devolviendo información a los distintos sectores involucrados en PAE.



El desarrollo del SIPOFF se basó en equipos interdisciplinarios que abarcaron las más diversas áreas.

-SIPOFF: no es un producto que se aplica a una problemática en particular, es una solución integrada a un sistema de telemetría y gestión de información global del yacimiento.

-SIPOFF: es el módulo de SITU desarrollado para incorporar al sistema controladores POC con todas las prestaciones propias de la tecnología Rod Pump Controller.

-SIPOFF: Es un sistema gerenciador de información, con 800 pozos y más de 250.000 de variables puntuales supervisadas y históricas.

Figura 4: Potencialidad del sistema

Datos del sistema en general



COMO GERENCIAMOS EL SISTEMA

Luego de la implementación del SIPOFF se definieron indicadores de gestión (KPIs)^(Key Indicator Performance), los que se analizaban a fin de cada mes y se implementaba un plan de acción tendiente a corregir los desvíos.

Dentro de estos planes de acción surgieron oportunidades de mejoras.

El feedback recibido de los usuarios condujo a mejorar nuestros resultados, nos permitió conocer la lógica del funcionamiento del controlador y mejorar nuestra interpretación.

Con capacitación personalizada logramos llegar a la causa raíz más eficientemente y aportamos soluciones en menor tiempo para no perder la motivación del grupo.

Con el análisis de los indicadores nos permitió mejorar la utilización del sistema SIPOFF, haciendo más eficiente su empleo e identificar exactamente que parámetros setear para obtener resultados.

A medida que el proceso evolucionó quedó claro que para minimizar los problemas de falla por pesca era necesario trabajar fuertemente con el golpe de fluido y el seteo de las cargas máxima. El segundo parámetro que debía ser tenido en cuenta es el tiempo de paro que nos permitió ahorrar energía.

Después de la estandarización del seteo de llenado de bomba en un 82 %, en un año incrementamos en un 17 % (34% a 51%) los pozos con llenados de bomba superior al 82%, influyendo esta acción en la reducción en un 60% del índice de pescas de varillas (de 0,74 a 0,44 intervenciones por pozos por años, en pesca de sarta de varillas).

Luego del cambio del sistema Scada, pudimos observar como se incrementó la utilización de la herramienta de gerenciamiento de pozos SIPOFF en un 514 % (de 7 a 36 veces al mes).

Con la utilización de estos KPIs también se pudo lograr una unificación de criterios en la forma de trabajar en la Unidad de Gestión del Golfo San Jorge(UG-GSJ).

Cerro Dragón tiene el 10.5 % de la producción de Argentina y de ese 10 % el 41 % de la producción de la UG-GSJ cuenta con POC, por lo tanto el 4.1 % de la producción de Argentina la optimizamos y monitoreamos con el SIPOFF.

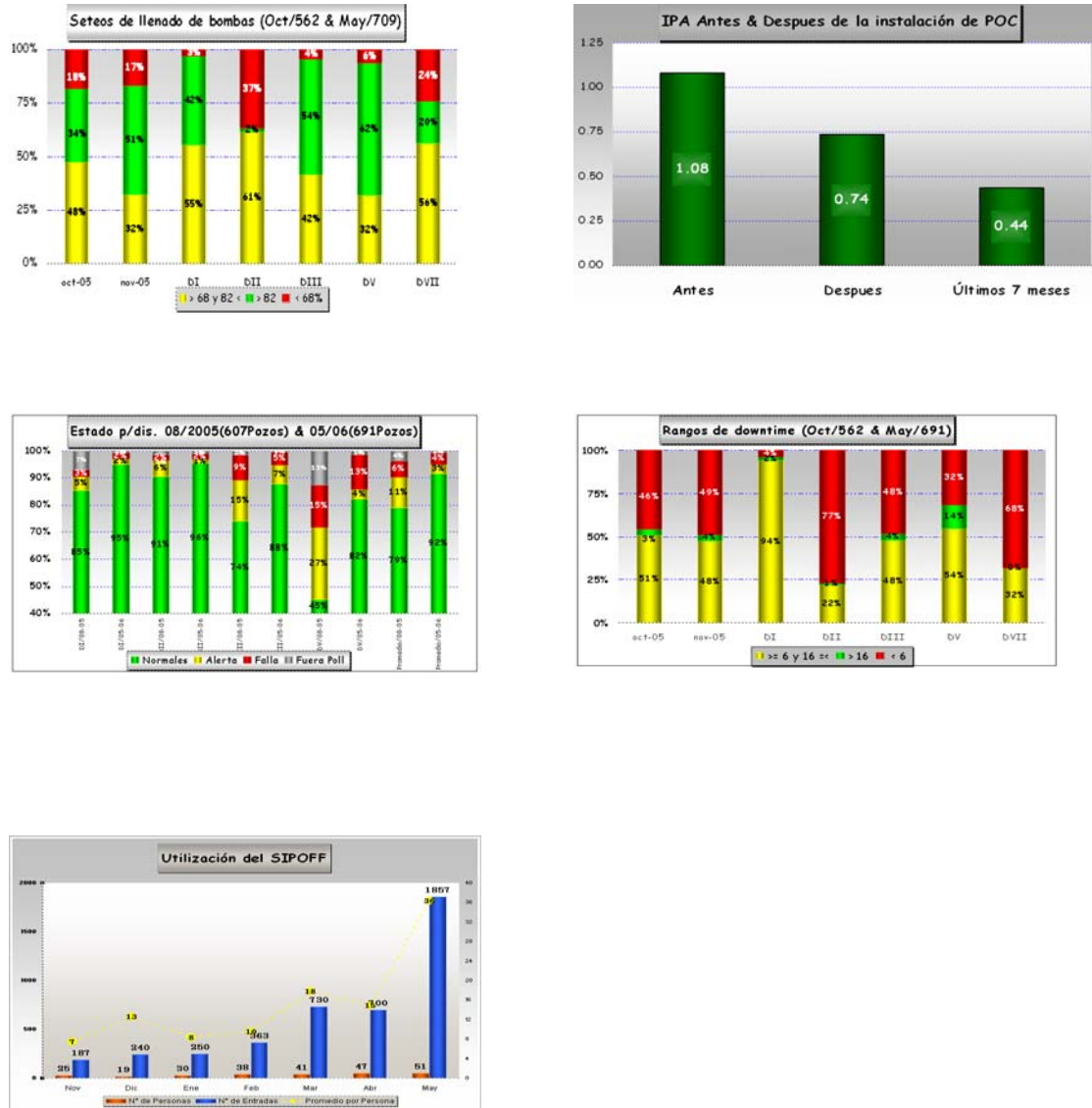
Tenemos que tener en cuenta que antes de la implementación de los POC el análisis se hacía como si fuera una foto instantánea del estado de explotación del pozo, actualmente tenemos la posibilidad de hacer un análisis de la situación en tiempo real, con valores históricos y tendencias de funcionamiento, que nos permite analizar con mayor precisión lo que está sucediendo en un pozo.

PAE es reconocida, porque sus prioridades son las personas y el respeto por el medio ambiente, al aumentar la cantidad de pozos comunicado estamos reduciendo en 203 veces, la posibilidad de un impacto ambiental y el riesgo sobre las personal.

Lo que también aprendimos es que para optimizar el ahorro de energía es, necesario trabajar con una función que denominamos, determinación automática del tiempo de paro, es por eso que comenzamos con la capacitación del tema.

Figura 5: KPIs (Key Indicator Performance),

Gráficos que utilizamos para gerenciar el proyecto



BENEFICIOS

- ❑ Sistema realizado a la medida de PAE
- ❑ Posibilidad de ser utilizado por todo el personal de PAE(Licencias ilimitadas)
- ❑ Incremento del número de usuarios de 30 a 170.
- ❑ Personas trabajando en forma simultanea.
- ❑ Incremento de la utilización de la herramienta en un 514 % (de 7 a 36 veces al mes).
- ❑ Reducción en un 60% del índice de pescas de varillas (de 0,74 a 0,44 intervenciones por pozos por años en pesca de sarta de varillas).
- ❑ 4.1 % de la producción Argentina la optimizamos y monitoriamos con SIPOFF.
- ❑ En 203 pozos incrementamos los estándares de Seguridad y protección del Medio ambiente.
- ❑ Aumento de eficiencia en detección temprana de fallas y pérdida de petróleo.
- ❑ Ayuda en la interpretación de las problemas y reducción tiempo.
- ❑ Una única interfase de operación.
- ❑ Manejo de alarmas único.
- ❑ Estadísticas y reportes integrados
- ❑ Manejo integrado de downtime de pozos productores.

DESAFIOS FUTUROS

Como toda herramienta con alto potencial de crecimiento, solamente hemos dado el primer paso .

Nuestros desafíos futuros serán : Colocar un equipo integrado por POC y un VSD que nos permitiría dar pronta solución a pozos con problema y que sin la intervención de las personas el mismo se autoregule para quedar con el régimen optimo de explotación.

Generación de un informe automático, que permita ser analizado por personal operativo y de ingeniería, el mismo será una fuente de información para programas corporativos de análisis.

KPIs: nuevos índices para seguimiento de gestión, que nos permitirán seguir los lineamientos de PAE, mejorar aspectos operativos, de comunicación, sistema y seguridad, etc.

Monitoreo de ESP(Electro Sumergible Bomba): Por último debido al éxito del monitoreo de pozos con bombeo mecánico se implementará el monitoreo a las bombas ESP.

NINGUN PROYECTO QUE MARQUE LA DIFERENCIA PUEDE LLEVARSE A CABO SIN EL COMPROMISO DEL RECURSO HUMANO, QUE INVOLUCRA A LA ALTA GERENCIA Y A CUALQUIER PERSONA EN CUALQUIER LUGAR, SI EL TRABAJO NO SE HACE EN EQUIPO.

PERSONAS INVOLUCRADAS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

PRODUCCIÓN (193 Personas)

- ▣ SCADISTAS (4 personas)
- ▣ SUPERVISORES (160 Personas)
- ▣ LIDERES DE PRODUCCIÓN (14 Personas)
- ▣ JEFES DE DISTRITOR (5 Personas)
- ▣ INSTRUMENTISTAS (5 Personas)
- ▣ ELECTRICISTAS (5 Personas)

MANTENIMIENTO

- ▣ COMUNICACIONES (4 Personas)
- ▣ AUTOMATIZACIÓN (7 Personas)
- ▣ MANTEC (4 Personas)

GPI

- ▣ (5 Personas)
- ▣ CONTRATISTAS (4 Personas)

INGENIERIA

- ▣ DE PRODUCCIÓN (16 Personas)
- ▣ DE WOOTERFLADING (17 Personas)

CAPACITACIÓN

- ▣ INTEGRIDAD (5 Personas)

ALTA GERENCIA

- ▣ (7 Personas) (Ricardo, Rafael, Carlos, Rafa, Alberto, Alberto, Daniel)

SERVICIOS

- ▣ TECNA (14 Personas)
- ▣ Lufkin (4 Personas)
- ▣ Skanska (4 Personas)

Autores:

Herial Angeletti, Edgardo Costa, Alejandro Luna, (Pan American Energy)
Sebastián Madsen (Lufkin Argentina S.A.)
Gustavo Cerezo (Tecna)