

**SISTEMAS DE SEGURIDAD EN POZOS GASIFEROS,
MONTAJE EN POZOS DUALES Y OPERACIÓN DE SSSV.**

Osvaldo Herrera Bassi
Pluspetrol Energy S.A.
Argentina

El Yacimiento Ramos se encuentra ubicado en la provincia de Salta, a 70 Km al SO de la ciudad de Tartagal, en el norte de la República Argentina, sobre las sierras de San Antonio. Con una reserva superior a 100 MM Mstd m³ de gas, es la segunda reserva de gas en la Argentina.(Figura N° 1) .

Su estructura es un anticlinal naturalmente fracturado, con los niveles productivos Devónico "B" (Huamampampa) y Devónico "D" (Santa Rosa). Los pozos perforados son de muy elevado potencial (en particular del nivel B), variando su caudal desde 500.000 std m³/día hasta 1.800.000 std m³/día. Desde el comienzo de su explotación en 1976, la producción fue incrementándose alcanzando una media diaria de 4.000.000 std m³/día, entre 1989 y 1992.

Actualmente la producción exacta es de 10.000.000 std m³/día. (Figura N° 2)

El Yacimiento se encuentra en el tope de una cadena montañosa, su topografía presenta un relieve muy accidentado, en una zona de clima tropical con torrenciales lluvias de verano y prolongados períodos de lloviznas en otoño. La vegetación es típicamente tropical y el suelo arcilloso. En estas condiciones, la transitabilidad de los caminos se torna dificultosa entre los meses de diciembre y junio.

Se diseña un sistema integrado de Captación de Gas y Operación de Pozos que permite cumplir con los objetivos propuestos (aumento de caudal con gran flexibilidad de repuesta a los cambios de la demanda), en óptimas condiciones de confiabilidad y eficiente nivel de operación.

Los pozos de la zona sur del yacimiento son los de mayor producción. Las fluctuaciones en la entrega de gas, ya sea por variaciones en la demanda o por cuestiones operativas, obligan normalmente a actuar sobre el caudal aportado por alguno de estos pozos. El telecomando de las válvulas de orificios regulable (VOR), permite responder a esas fluctuaciones sin necesidad de trasladarse hasta la zona más alejada del yacimiento.

1- GENERALIDADES

El sistema de seguridad fue diseñado para la protección de las personas instalaciones y medio ambiente. El sistema de seguridad de superficie esta llamado a ser monitoreado y controlado en forma remota y actuaren conjunción la válvula de orificio regulable.

El control remoto efectua desde la estación maestra ubicada en la planta de tratamiento de gas.

El sistema de telesupervisión y telecontrol de pozos permite, en la EM, obtener información de: Grado de apertura de la VOR, estado de las válvulas de seguridad de superficie y sub-superficie, presiones de boca de pozo y de línea, temperatura de boca de pozo, y tensión en baterías. Esta información se encuentra almacenada en el controlador RTU y es transmitida vía radio-modem a la estación Maestra.

Desde la EM se puede comandar remotamente la válvula de orificio regulable y cerrar remotamente las válvulas de seguridad de superficie (SSV), y sub-superficie (SSSV). Las órdenes para el telecomando llegan desde la EM vía radio-modem hasta el controlador, que las interpreta, y envía la señal eléctrica para el actuador de la VOR o para los solenoides del sistema de seguridad.

Los equipos instalados en cada pozo asociado al sistema de captación son: válvula (tipo aguja) de orificio regulable con actuador eléctrico, controlador remoto configurable (RTU), radio módem, sistema de generación y almacenamiento de energía eléctrica, sistemas de protección contra rayos y sobretensiones, instrumentos de medición y transmisores, y un panel de seguridad neumático con accesorios para operación remota. (Figura N° 3, 4, 5).

El actuador eléctrico va directamente acoplado a la VOR y utiliza un motor monofásico reversible alimentado con 24 VDC, la corriente máxima es de 4 A. Con una presión diferencial de 3000 psi, el motor tiene un consumo medio de 3 A; el recorrido total de la válvula requiere 6 revoluciones del actuador y para cada una demora 32 segundos. El sistema permite también la operación manual de la válvula. El

eje de salida de fuerza está niquelado para protección contra la corrosión. Los engranajes internos están permanentemente lubricados y soportan alto torque.

2- COMPONENTES.

a) Sistema de Alimentación.

Se toma alimentación neumática de la misma línea y se la reduce para poder operar los instrumentos del sistema mediante una válvula reguladora de presión del tipo 1305-D, esta presión reducida alimenta a un pulmón el cual acumula lo suficiente como para operar dos o tres veces el sistema; el mismo también está provisto de un drenaje automático de líquidos y una válvula que actúa por sobrepresión (PSV). (Figura N° 6)

b) Piloto Controlador.

Es un piloto que posee un sistema de censado de la presión de línea el cual habilita o no señales piloto de alta y baja presión. A su vez tiene la capacidad de ser armado según la instalación lo requiera.

Que las señales pilotos de alta y baja presión trabajen en serie o que lo hagan en forma individual. (Figura N° 7)

c) Panel de Comando.

El panel de comando, el cual es nexo entre el controlador y las válvulas de seguridad de superficie y sub-superficie.

Está compuesto por elementos necesarios para la operación del sistema hidráulico, tales como bomba de depósito de fluido, válvulas de sobrepresión, visores de nivel, drenajes, etc. A su vez todo esto se complementa con el sistema de regulación neumática, pilotos auxiliares, válvulas de tres vías, válvulas de cuatro vías y los indicadores y operadores manuales de todas las señales que este panel maneja.

(Figura N° 8, 9, 10)

d) Válvula de Seguridad de Superficie (SSV)

Es una válvula esclusa API 5000#, con un actuador neumático que puede ser simple ó doble efecto y de configuración normal cerrada, para lograr este tipo de operación debe armarse la válvula esclusa con un esclusa de pasaje invertido.

e) Válvula de Seguridad de Sub-Superficie (SSSV).

Es una válvula con un flapper y una camisa deslizante de accionamiento hidráulico que trabaja en el sentido del flujo y se encuentra montada entre los 60 y 90 mbbp. Esta válvula es de configuración normal cerrada.

f) Piloto de Descarga Rápida.

Es elementalmente una válvula de tres vías operada con una señal piloto, al faltar ésta, libera la presión contenida en el actuador neumático de modo que cierra la válvula de seguridad de superficie inmediatamente.

3- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

El principio de funcionamiento es básicamente neumático ya que a partir de una señal censada de presión de línea en un piloto controlador, el cual retorna señales piloto de alta presión y baja presión al panel de control.

Este piloto controlador puede ser calibrado por baja presión de 600 a 2000 psi y por alta presión de 1000 a 3000 psi, estos sets están determinados por los valores de presión de línea de conducción del pozo.

Al recibir la señal de habilitación el panel de control queda listo para operar las válvulas SSV y SSSV. El panel de control cuenta con dos lazos de operación neumática en serie aunque la operación de las válvulas difiere la SSV con accionamiento neumático y la SSSV hidráulico. Esta operación en serie garantiza que los dos circuitos deberán estar habilitados por alta y baja presión para poder operar. En el panel de control no se cerrará ningún lazo, ni habilitarán los pilotos auxiliares y por ende las válvulas de tres vías que comandan las señales motoras de las válvulas; Para la SSV una presión superior a los 150 psi y para la SSSV poder presurizar de forma controlada la línea hidráulica y así realizar la secuencia de apertura de la misma. La operación de apertura inicial de un pozo cuando la presión de línea esta por fuera de los valores seteados se logra mediante la operación de los enclavamientos manuales de cada circuito.

Teniendo la habilitación neumática u operando con el enclavamiento será necesario operar el piloto de descarga rápida que se encuentra montado sobre el actuador neumático de la válvula de superficie (SSV), este piloto es básicamente una válvula de 3 vías con accionamiento neumático, el cual para quedar en servicios debe ser operado manualmente esto habilitará el pasaje de la señal motora al actuador.

La válvula de sub-superficie en cambio requiere de una operación diferente ya que se debe presurizar la línea hidráulica con una presión de 1500 psi superior a la presión de boca de pozo para poder así abrir el ecualizador que esta posee.

Constructivamente la válvula de sub-superficie posee una camisa deslizante la cual protege un flapper que es el que realiza el cierre hermético metal-metal, en el bloqueo de la válvula.

Para los pozos con instalación dual, los cuales producen de dos niveles diferentes tenemos que comandar dos válvulas de superficie y dos válvulas de sub-superficie. El panel de control deberá recibir las señales piloto de los controladores y tendrá que habilitar la operación de cuatro válvulas.

En el modelo ideal para sistemas de seguridad de pozos duales de ninguna manera la operación de una de las salidas deberá influir sobre la otra.

En los pozos del yacimiento Ramos se ha tomado como norma el montaje de la válvula de superficie (SSV), pegada a la cruz de producción para así proteger todo el cuadro de salida del pozo el cual está más expuesto a la erosión por el diseño del mismo.

Además se monta una válvula de retención a pistón antes de la última válvula (truncal), que se encuentra en la locación, su función es anular el retorno de gas de la línea de producción hacia el pozo ante una eventual rotura de la salida o pérdida en la armadura, por cualquier falla en el sistema en una situación de emergencia podrá operarse un shut down de emergencia el cual posee una operación remota en la entrada a la locación y su accionamiento es neumático, al operarse este shut down se actúa sobre una válvula que trabaja por diferencial de presión y despresuriza de forma rápida la alimentación del panel de control por consiguiente los pilotos auxiliares y de esta forma bloqueando el pozo en su totalidad (válvulas SSV y SSSV).

4- MÉTODO DE MONTAJE EN POZO SIMPLE Y DUALES.

El método de montaje entre pozos de instalación simple y dual difiere específicamente de los tipos de armaduras y colgadores de tubing. En los pozos simples la instalación se ve facilitada por el hecho de tener que montar un solo liners de conexión hidráulica entre la SSSV y el colgador. En una distancia no superior a los 90 mts de profundidad.

En el caso de los pozos duales depende del tipo de colgador dual que se utilice ya que algunos poseen una sola conexión hidráulica para ambas líneas de alimentación hacia las SSSV. Lo cual complica las maniobras de terminación debiéndose empalmar ambos liners cerca de los colgadores, para esto usamos como método hacer un espiral por arriba y por debajo de las conexiones y así asegurar algo de flexibilidad cuando los tubings se desplacen en el momento de apoyar los colgadores.

En la actualidad los colgadores son fabricados para montar los liners en forma individual y así poder operar las válvulas con paneles duales.

5- OPERACIÓN

El método de operación para el sistema de seguridad varía según las condiciones en que se encuentra el pozo para la puesta en servicio, esto significa tener en cuenta la última operación del cierre del mismo:

- a) Posterior a shut down.
 - b) Cierre desde la armadura(razones operativas).
 - c) Bloqueo por alta o baja presión en línea.
- a) Si el pozo fue cerrado por shut down se deberá habilitar el sistema desde la sala de control recordemos que esta sistema posee dos tipos de shut down: Uno del sistema de telesupervisión y telecontrol vía radio modem y otro ESD. Neumático que se encuentra en locación del pozo. Cualquiera de estos dos que hayan sido operado causara el bloqueo simultaneo de las válvulas SSV y SSSV.
- Para poner en servicio se deberá habilitar el ESD que se haya accionado, en consecuencia el pozo siempre se encontrara con un valor de presión de B. Pozo inferior a la presión estática del mismo lo cual nos obliga al momento de abrir la SSSV presurizar línea hidráulica con el valor superior para así poder habilitar el auto ecualizador y abrir la válvula SSSV.
- b) Al realizar un cierre de pozo desde la armadura podemos bloquear la SSV para así obtener el valor de presión estática en el tubing y recién cerrar la SSSV. Esta maniobra nos da la ventaja de que al momento de abrir la SSSV. La bomba hidráulica solamente realizara el trabajo de desplazar la camisa y así abrir la SSSV, por estar la tubería con presiones ecualizada.
- c) Se deberá primeramente esperar que las presiones se estabilicen ó determinar la causa del cierre, ya que un corte por alta presión seguramente se deba al bloqueo de alguna válvula aguas abajo del pozo y un corte por baja presión por rotura de línea.

OPERACIÓN A DISTANCIA

En modo de operación normal la válvula sub-superficie se encuentra abierta y el actuador de la válvula de superficie se encuentra presurizado por ende la válvula esclusa de la SSV se encuentra abierta dejando paso a los fluidos del pozo. Se presentan los siguientes casos en las cuales las válvulas deben cerrar. (Figura N° 11)

- a) Por una alta presión en la línea de producción. Las válvulas de seguridad cierran por activación del piloto de neumático de alta presión. O el sensor de presión de línea detecta una alta presión que puede ser causada por una obstrucción en la línea o un cierre accidental u operativo de una válvula en la línea ó planta. Ante este evento las válvulas de seguridad cierran inmediatamente.
- b) Por una baja presión en la línea de producción las válvulas de seguridad cierra por activación del piloto de baja presión. Ó el sensor de presión de línea detecta una baja presión que puede ser causada por una rotura de línea ante éste evento las válvulas de seguridad cierran inmediatamente.
- c) Por un comando explícito desde la estación maestra. Por alguna razón el operador de planta puede querer cerrar el pozo desde la estación maestra
- d) Operación del ESD automático desde del Scada o desde del WCU.



Fig. N° 1

MODIFICACIONES:

Las modificaciones y cambios que se sucedieron con el tiempo dependieron en gran medida que los paneles originalmente vinieron contruidos para operar dos válvulas con accionamiento hidráulico y en la operación del los pozos del Yacimiento Ramos la SSV, es de accionamiento neumático y la SSSV, hidráulica. Luego el avance tecnológico en el diseño de las SSSV. Que pasaron a ser autoecualizadas

nos llevó a modificar el comportamiento del sistema, de esta manera se anularon consecutivamente con los cambios de válvulas los circuitos de retardos en la operación entre las dos válvulas. Recordemos que las primeras válvulas no nos permitía su apertura si ésta no tenía una presión diferencial menor a 200 psi.



Fig. N° 3

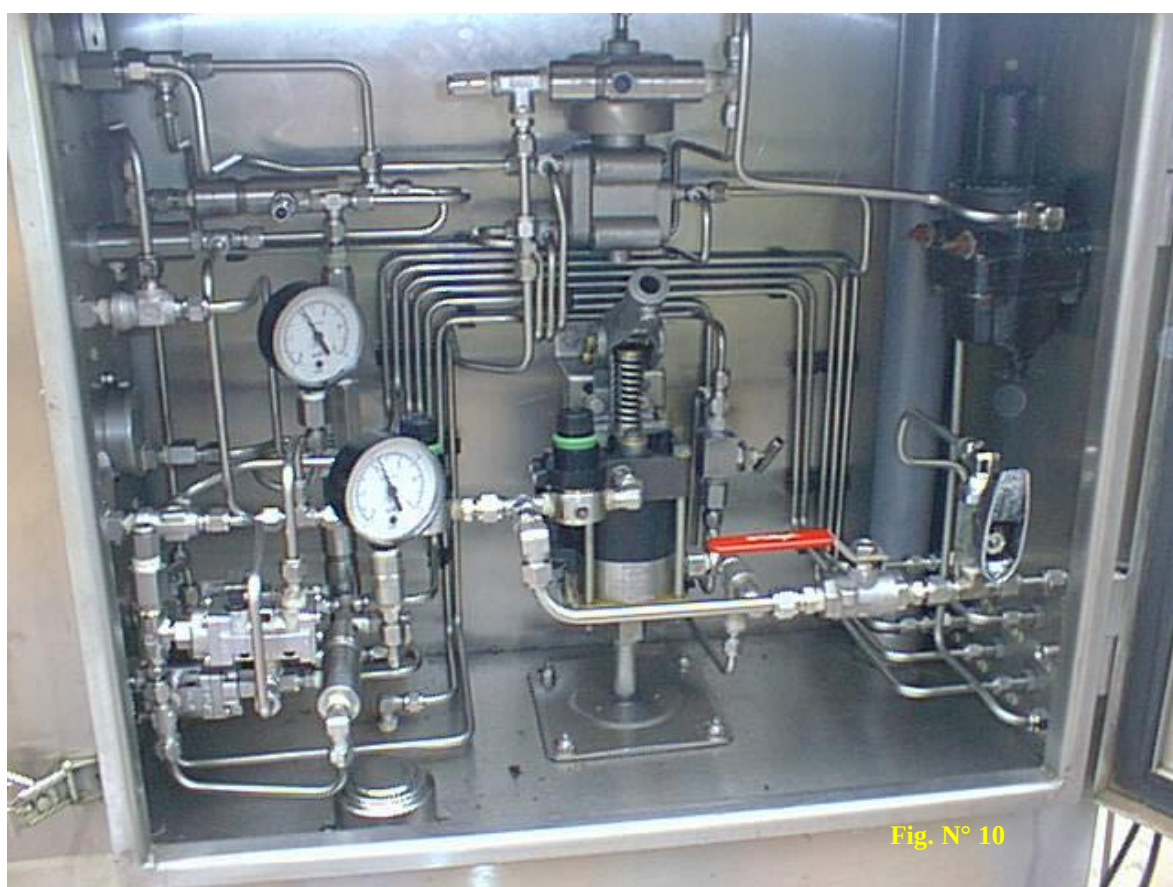




Fig. N° 6



Fig. N° 7





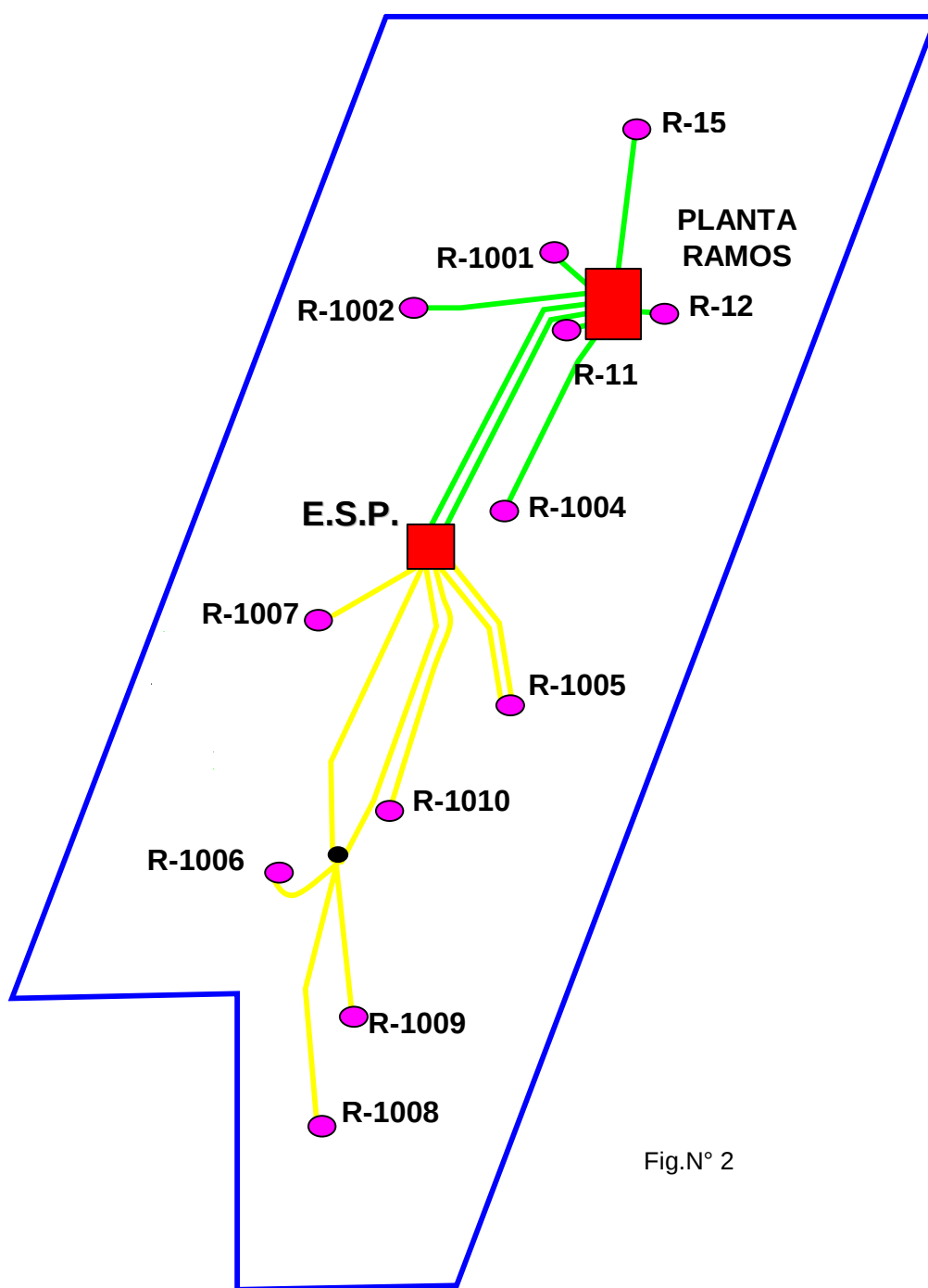


Fig.N° 2

**ESTRUCTURAL
YACIMIENTO
RAMOS**