

INCREMENTO EN LA SEGURIDAD Y OPTIMIZACIÓN DE COSTOS MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN

Rubén Pamich / Pablo Costilla
Weatherford International

Sinopsis

Abocados a la mejora continua en el campo de seguridad en los equipos de perforación, implementamos equipamientos automáticos en las zonas donde estadísticamente se producen los accidentes de mayor gravedad, esto es en el piso de entubación y durante la manipulación de tubulares en las maniobras diarias. Es por ello que se introdujeron dos equipos especiales para lograr este objetivo.

Uno de ellos permite reemplazar el operador enganchador por un brazo robótico operado remotamente que evita trabajar con el piso de entubar, y el otro equipamiento sustituye el sistema convencional de izaje de tubería (planchada más plano inclinado y bandeja a cable) por un sistema hidráulico (libre de cargas suspendidas).

Si bien el objetivo principal es incrementar la seguridad, podemos considerar que además estos sistemas optimizan los costos y disminuye los riesgos asociados a la perforación de pozos.

El uso del brazo robótico elude la necesidad del operador enganchador, elimina el piso de entubar, erradica los riesgos asociados a colisión entre bloque y piso de entubar, permite reducir los descartes y riesgos de fugas en conexiones de tubulares gracias a que la alineación de los tubos es óptima, y reduce la cantidad de paradas por viento durante la entubación.

Con respecto al sistema de izaje con planchada hidráulica, también se ahorra el tiempo de montar y desmontar la bandeja convencional, ya que la misma está fija en el equipo y además permite poner el tubo realizando movimientos controlados en una posición óptima para ser tomado por el elevador.

Introducción

Desde hace más diez años los equipos de perforación (rig) vienen experimentando cambios que se enfocan en la mecanización de las herramientas que lo conforman, reemplazando la operación manual del equipamiento por sistemas y herramientas que permiten minimizar el desplazamiento de personas en áreas peligrosas, operándolas remotamente.

Las tradicionales corridas de casing y tubing constituyen el 30% del tiempo total del trabajo e involucran a personas ubicadas en zonas peligrosas del equipo (rig) y equipamiento riesgoso cuya manipulación debe ser muy cuidadosa.

Se denomina enganchador (stabber) a la persona ubicada a 10m de altura por sobre el piso del equipo asegurado solamente por un cinturón de seguridad, parado sobre una estructura de espacio limitado llamada piso de enganche (stabbing board) y expuesto a las inclemencias climáticas. Estudios demuestran que a pesar de todos los esfuerzos realizados en seguridad, el piso de trabajo (rigfloor) y el piso de enganche son los lugares en donde ocurren la mayor cantidad de accidentes en los equipos de perforación.

El enganchador juega un papel importante en el proceso de entubación, su tarea es guiar la cañería en el momento del enrosque, y su trabajo es uno de los que mayor demanda física requiere y potencialmente mas peligroso.

Para abordar esta problemática se ha instalado en nuestro país un sistema de alineación vertical, que permite guiar la cañería durante la entubación el cuál consiste básicamente en un brazo hidráulico comandado a distancia por control remoto.

Este equipo se instala en reemplazo del piso de enganche sin modificación alguna en la torre de perforación.

Otro punto en el que se ha hecho hincapié es en la elevación y descenso de tuberías hasta y desde la boca de pozo. Actualmente se utilizan para ello los equipos denominados “bandeja a cable” (pick up & lay down machine). La bandeja transporta la tubería a través de cables de acero hasta o desde la boca de pozo utilizando un sistema de cargas suspendidas.

La nueva generación en bandejas denominadas “Large Unit” funcionan en base a cilindros hidráulicos y bielas de accionamiento sumado a componentes electrónicos. Su construcción estructural elimina todo tipo de cargas suspendidas y su comando a distancia quita a las personas de lugares de riesgos potenciales, ejerciendo un importante aporte a la seguridad de las personas.

Este trabajo describe las nuevas generaciones de equipos automatizados que contribuyen en gran medida a la seguridad y presenta la experiencia de los primeros equipamientos instalados en dos equipos operando para Total Austral en el yacimiento Aguada Pichana, Provincia de Neuquén.

Desarrollo

Brazo Hidráulico Robotizado (BHR)

El enganchador cumple un rol muy importante durante la entubación. Su trabajo es guiar la cañería en el momento del enrosque requiriendo para ello de un gran esfuerzo físico. Esta persona trabaja a 10m de altura por sobre el piso de trabajo en un espacio sumamente confinado especialmente cuando existen otros equipos alrededor de él. La tarea se realiza completamente a la intemperie, expuesto a todo tipo de clima, asegurado a la torre únicamente por un cinto de seguridad y en línea de fuego constante (*Figura 1*). La combinación de esta desfavorable posición con una tarea físicamente agotadora requiere un estado de atención constante que frente al mínimo descuido puede generar problemas serios. La experiencia demuestra que el enganchador esta involucrado en la mayoría de los accidentes que ocurren y desafortunadamente también en muchas fatalidades.

El BHR es una herramienta de alineación vertical de tubería que consiste básicamente en un brazo accionado hidráulicamente y comandado por control remoto. Se instala en los Equipos en reemplazo del piso de entubación, sin tener que hacer modificaciones (*Figura 2*).

Este sistema no solo permite quitar al enganchador de su peligrosa posición, sino que también permite guiar con mucha mayor precisión la cañería para realizar un buen enrosque ya que una vez que se encuentra la posición del centro del pozo al comienzo del trabajo ésta es memorizada por un sistema de control electrónico para repetir el mismo movimiento en las demás conexiones posteriores. Esto permite minimizar cualquier pérdida de tiempo y daños producidos por el cruce de rosca debido a una mala alineación.

El BHR es controlado remotamente por un sistema de control electrónico equipado con un Controlador Lógico Programable (PLC). Este acepta las entradas provenientes de un panel de control remoto que posee el operador y las convierte en movimientos del dispositivo mecanizado (*Figura 3*).

Para evitar colisiones entre el bloque o el topdrive y el BHR se instala dentro de la cabina del maquinista un panel que proporciona una señal luminosa que indica cuando el BHR esta en posición de trabajo y se apaga cuando esta en posición parking (posición vertical)

Aunque el sistema fue diseñado originalmente para mejorar los aspectos de seguridad, tiene como beneficio secundario el de ahorrar tiempo de equipo (rig-time). Un ejemplo claro de este beneficio es que posee capacidad de manipular tubulares cuando las condiciones climáticas sean muy desfavorables. Usualmente las operaciones de corridas de tubulares se detienen cuando la velocidad del viento excede un cierto límite y se torna peligroso para el enganchador. Este tiempo perdido puede salvarse utilizando el BHR.

Características

- ✓ El sistema posee un rango para manipular tuberías desde 2 3/8" a 36".
- ✓ Es liviano, aproximadamente 450 kg (1000 lbs) y fácil de montar en el equipo.
- ✓ Posee 4 grados de libertad: entrada /salida y derecha/izquierda en el plano horizontal (*Figura 4*).
- ✓ Se levanta y baja en el plano vertical para permitir que baje la sarta.
- ✓ Demanda una presión hidráulica de 2500 psi, y 15 gpm.
- ✓ Cubre un área de trabajo de 33° (*Figura 5*)
- ✓ Esta disponible en 3 medidas de brazo: 1m, 1.29m, 1.87m

Equipos de brazos robóticos instalados en Argentina

En nuestro país contamos con la experiencia de instalar 2 (dos) brazos hidráulicos, en los equipos DLS-147 y ODE-39.

En ambos casos se procedió de la misma manera, la cual pasamos a describir:

1. Se realizó un relevamiento de la torre del equipo para verificar que su instalación fuera factible y para determinar la medida del brazo que se debía utilizar.
2. Obteniendo las dimensiones de los perfiles sobre los cuales se colocarían los sistemas de sujeción y conociendo los demás accesorios presentes en los alrededores, se diseñó una placa base para el brazo en cada uno de los equipos (*Figura 6*). Finalmente podemos observar (*Figura 7*) la placa que constituye la base junto con el BHR instalados de acuerdo al modelo propuesto. Estos equipos se encuentran en operación desde marzo del 2006.

Aunque el sistema haya incluido un panel indicativo de la posición de la herramienta dentro de la cabina del maquinista esto no evitó incidentes en tres oportunidades. Probablemente la falta de atención al trabajo rutinario y el exceso de confianza hayan sido las razones de los incidentes sufridos.

A raíz de estos incidentes fueron revisados los procedimientos operativos. Dicha revisión fue consensuada con todos los involucrados hasta llegar a uno definitivo el cual se puede ver resumido en la cabina del maquinista para ser consultado cada vez que sea necesario (*Figura 8*).

Para evitar cualquier tipo de distracción por factor humano como segunda medida se estudió y diseñó un dispositivo para cada equipo, que nos permitiera eliminar la intervención intencional del maquinista cuando el brazo esta en posición horizontal ó de trabajo. Para ello se buscó actuar sobre el embrague del aparejo de manera que, tomando señal de la misma fuente de alimentación del switch de posición que posee el brazo, se comande un dispositivo que actuaría sobre el embrague o el acelerador del aparejo, eliminando su acción hasta que el brazo se encuentre en posición vertical y habilite nuevamente el circuito.

Bandeja hidráulica (Large Unit)

Todo tipo de herramienta o cañería se debe elevar desde el suelo o la planchada hacia la boca de pozo que será su lugar de trabajo. Antiguamente estas herramientas o tuberías se elevaban por medio de cables de acero, sogas y malacates, y alrededor de la acción se encontraban los operadores totalmente expuestos a los peligros que esto podían acarrear.

Las prácticas fueron mejorando y en este caso se comenzó a utilizar las bandejas a cable (pick up & lay down machine). Estos equipos consisten básicamente de una cuna sobre la que se deposita la tubería a mover transportándola a través de cables de acero. (*Figura 10*).

La nueva generación en bandejas denominadas “Large Unit” tiene como principio de funcionamiento, movimiento de bielas accionadas por cilindros hidráulicos controlados por componentes electrónicos. Su construcción estructural elimina todo tipo de cargas suspendidas y su comando a distancia quita a las personas de los lugares de riesgos potenciales, ejerciendo un importante aporte a la seguridad de las personas (*Figura 11*).

Este equipo reemplaza a la planchada que normalmente se encuentra en todo rig y evita colocar elementos adicionales en boca de pozo. Es comandado por control remoto desde el piso de trabajo lo que permite una visión panorámica y una mejor comunicación entre el operador de la bandeja y el operador de boca de pozo (*Figura 12*).

El sistema fue diseñado para mejorar los aspectos de seguridad, y tiene como beneficio secundario el de ahorrar tiempo de equipo (rig-time) al reemplazar la planchada y ser posicionado durante el transporte y montaje del equipo, es decir que se instala al comienzo del pozo y se mantiene en su lugar durante el tiempo que demande el trabajo.

Características:

- ✓ No posee cargas suspendidas.
- ✓ Posee un brazo secundario para ajustar el ángulo de descarga (*Figura 11*).
- ✓ Su peso total es de 27 toneladas.
- ✓ Tiene una longitud de 21 m.
- ✓ Altura máxima 12.65 m.
- ✓ Altura mínima 7.32 m.
- ✓ Carga máxima que soporta 3600 kg.
- ✓ Diámetro máximo de tubería 20”
- ✓ Posee motor eléctrico trifásico de una potencia 75 HP, 480V.
- ✓ Posee control remoto inalámbrico.
- ✓ Posee sensores láser de manera que si por alguna razón se corta el haz que cruza toda la longitud de la bandeja, esta detiene totalmente su funcionamiento.
- ✓ Se compone de dos grandes partes, el bastidor principal que pesa 13 toneladas y bandeja mas brazos principal y secundario que representan 14 toneladas.
- ✓ Permite obtener 12 combinaciones para ajustar la altura y distancia que se introducirá el extremo de bandeja sobre el piso de trabajo.

Equipos instalados en Argentina

En nuestro país contamos con la experiencia de instalar 2 (dos) bandejas hidráulicas, en los mismos dos equipos que operan para la compañía Total Austral descriptos anteriormente. Es decir que ellos poseen la nueva tecnología de bandeja y brazos hidráulicos operando en conjunto.

Describiremos la experiencia y los detalles de instalación. En ambos casos se procedió de la misma manera.

Con el objetivo de evitar cualquier contratiempo al momento de la primera instalación se realizó un relevamiento de la locación. Para ello se presentaron una serie de planos informativos y replanteos de posibles soluciones para salvar las posibles incompatibilidades que surgirían durante el montaje (*Figura 13*).

Se observaron en ambos casos las siguientes incompatibilidades, principalmente del tipo geométricas y de disposición de elementos en el equipo que debían salvarse:

- Reposicionamiento del manifold y línea de venteo
- Desplazar la posición de la escalera
- Adecuar la altura de los caballetes.
- Adecuar el ángulo y longitud del plano inclinado
- Construcción de planchada de aproximadamente 2.5m entre el plano inclinado y la bandeja hidráulica, para manipular herramientas y piezas adicionales en general que no necesitan de la intervención de la bandeja.

Una vez realizados estos arreglos se procedió a la instalación, montaje y primera operación del equipo el cual se desarrolló con éxito debido a la buena planificación previa.

El montaje se realizó con grúas y la bandeja se posicionó sobre una tira de nylon colocada en el suelo para evitar consecuencias ecológicas por derrame. Se termina alineando el equipo, asegurando la distancia deseada del extremo de la bandeja hasta la boca de pozo.

El tiempo de instalación llevó entre 30 a 45 minutos luego de realizadas las reuniones de seguridad y planificación (*Figura 14*), (*Figura 15*).

La operación de las bandejas se realizó en principio por personal de la empresa propietaria de la bandeja para luego entrenar y capacitar teórica y prácticamente al personal boca de pozo de la compañía de los equipos de perforación.

Como observación adicional podemos mencionar que el nylon colocado no contuvo de manera eficiente el fluido de perforación que traían las barras de perforación sumado a otros fluidos, por lo que en intervenciones posteriores se determinó colocar una bandeja de contención de derrames formando una cobertura o piso soldado que cubre toda la base de la bandeja.

Los equipos funcionan desde hace 6 meses de la manera que se había determinado constituyendo una herramienta más para mejorar la seguridad.

Conclusiones:

El equipo de perforación (rig) experimentando cambios que se enfocan en la mecanización de las herramientas que lo conforman, reemplazando la operación manual del equipamiento por sistemas y herramientas que permiten minimizar el desplazamiento de personas en áreas peligrosas, operándolas remotamente y a distancia.

Uno de los equipos de automatización es el sistema de alineación vertical, que permite guiar la cañería durante la entubación y consiste básicamente de un brazo hidráulico comandado a distancia

por control remoto. Este equipo se instala sin modificar la torre de perforación y en reemplazo del piso de enganche en el que se ubica normalmente una persona que se denomina Enganchador ubicada a 10 m de altura por sobre el piso del equipo asegurado solamente por un cable de seguridad, expuesto a las inclemencias climáticas. Estudios demuestran que a pesar de todos los esfuerzos realizados en seguridad, el piso de trabajo y el piso de enganche son los lugares, en los equipos de perforación, en los cuales ocurren la mayor cantidad de accidentes.

Otro equipo automatizado y de control a distancia que aleja a las personas de zonas peligrosas, son las bandejas hidráulicas. Su construcción estructural elimina todo tipo de cargas suspendidas y su comando a distancia quita a las personas de lugares de riesgos potenciales, ejerciendo un importante aporte a la seguridad de las personas. Este equipo permite la elevación y descenso de tuberías desde los caballetes y planchada hacia la boca de pozo y viceversa reemplazando los dispositivos que hasta hoy en día se utilizan, denominados “bandeja a cable”. Este trabajo describe a la nueva generación de equipos automatizados que contribuyen en gran medida a la seguridad y presenta la experiencia de los equipamientos ya instalados en dos equipos operando en yacimientos de Total Austral.

En cada uno de los equipos de perforación se han instalado un conjunto de brazo robótico y bandeja hidráulica. Para ello se han realizado estudios de factibilidad y propuestas de reformas lo que posibilitó que estas nuevas tecnologías sean aplicadas exitosamente, mejorando la seguridad como principal beneficio.



Figura 1



Figura 2

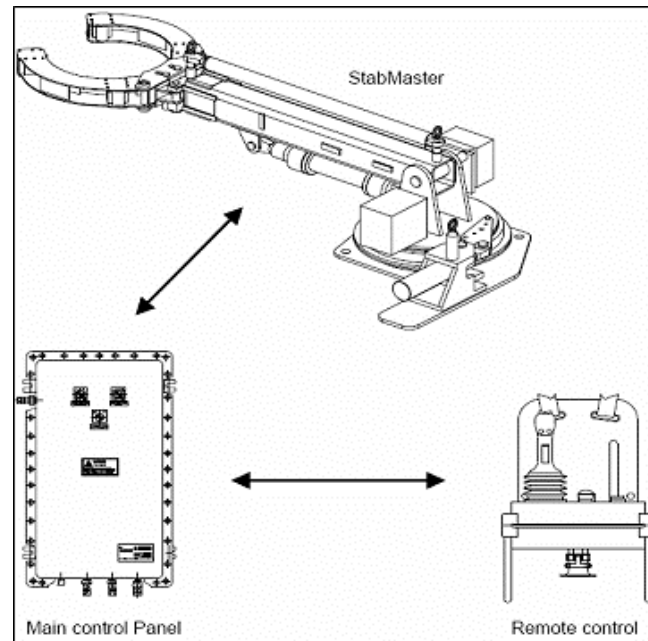


Figura 3

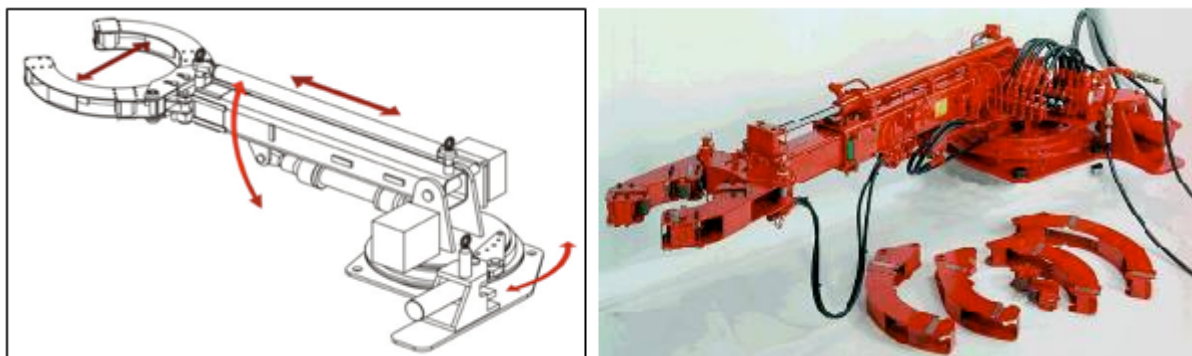


Figura 4

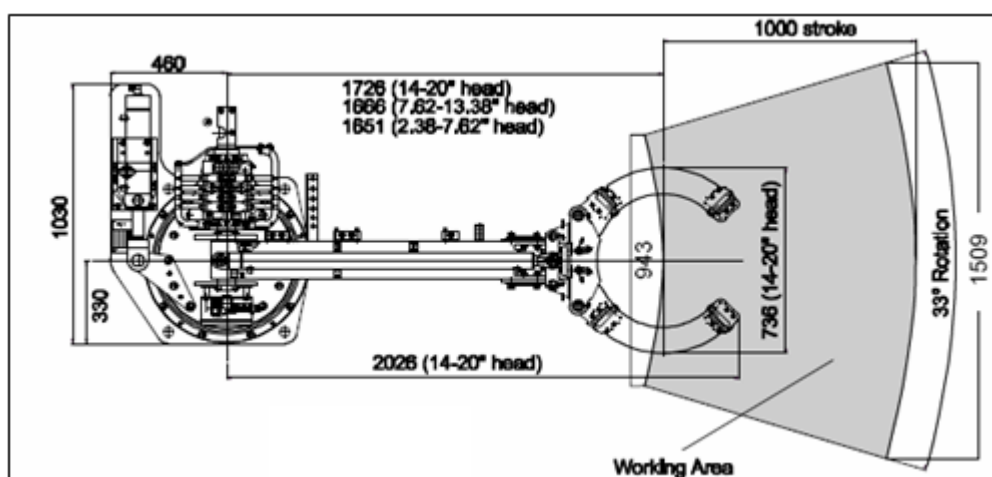


Figura 5

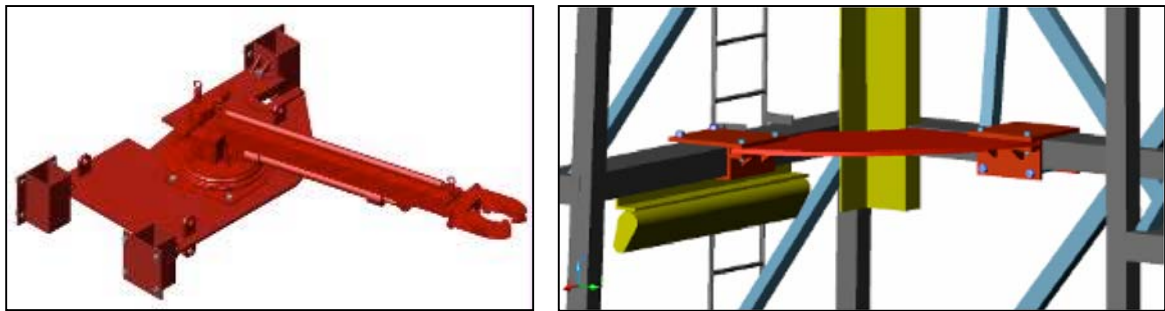


Figura 6



Figura 7

Operación con StabMaster

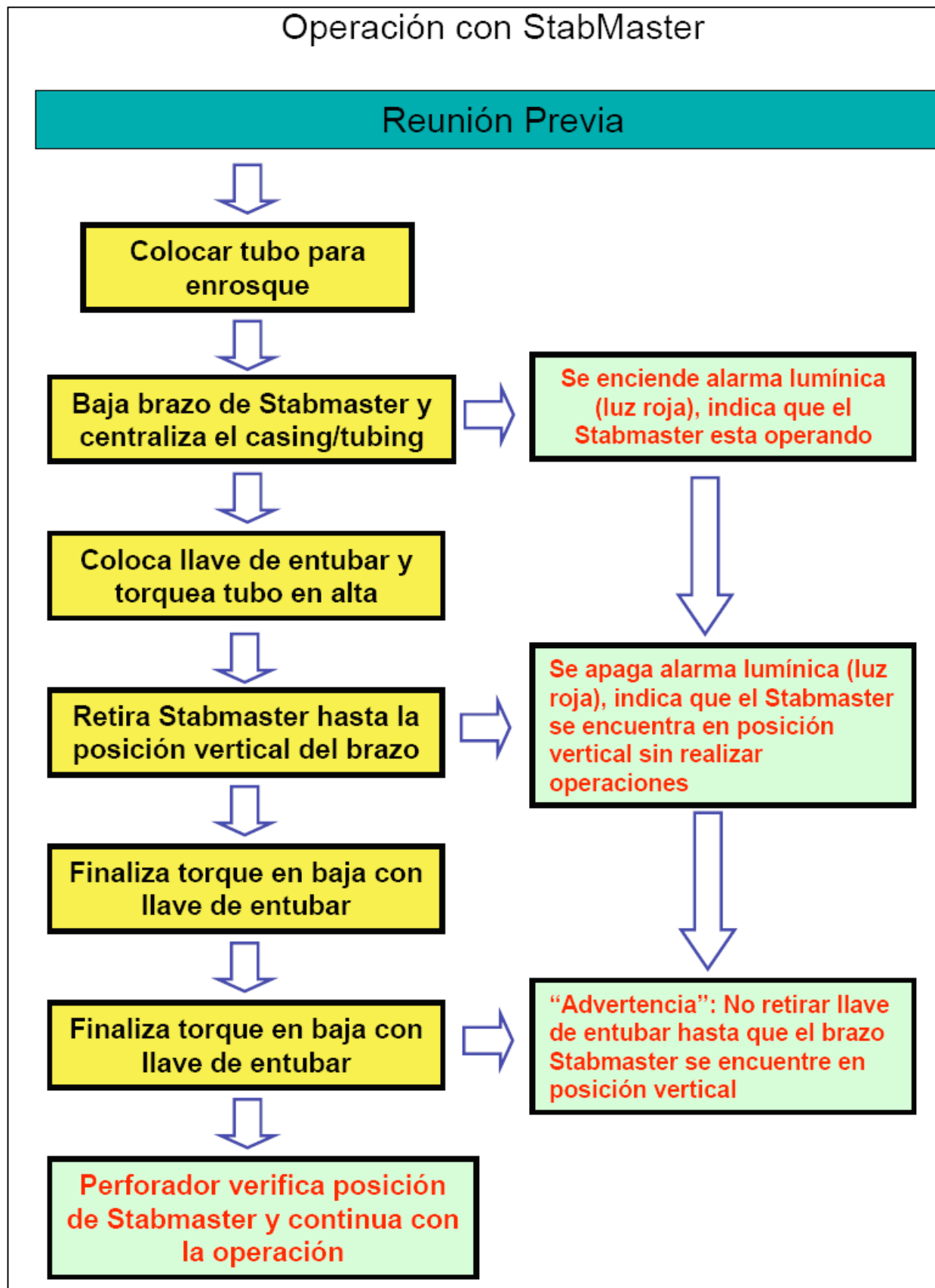


Figura 8

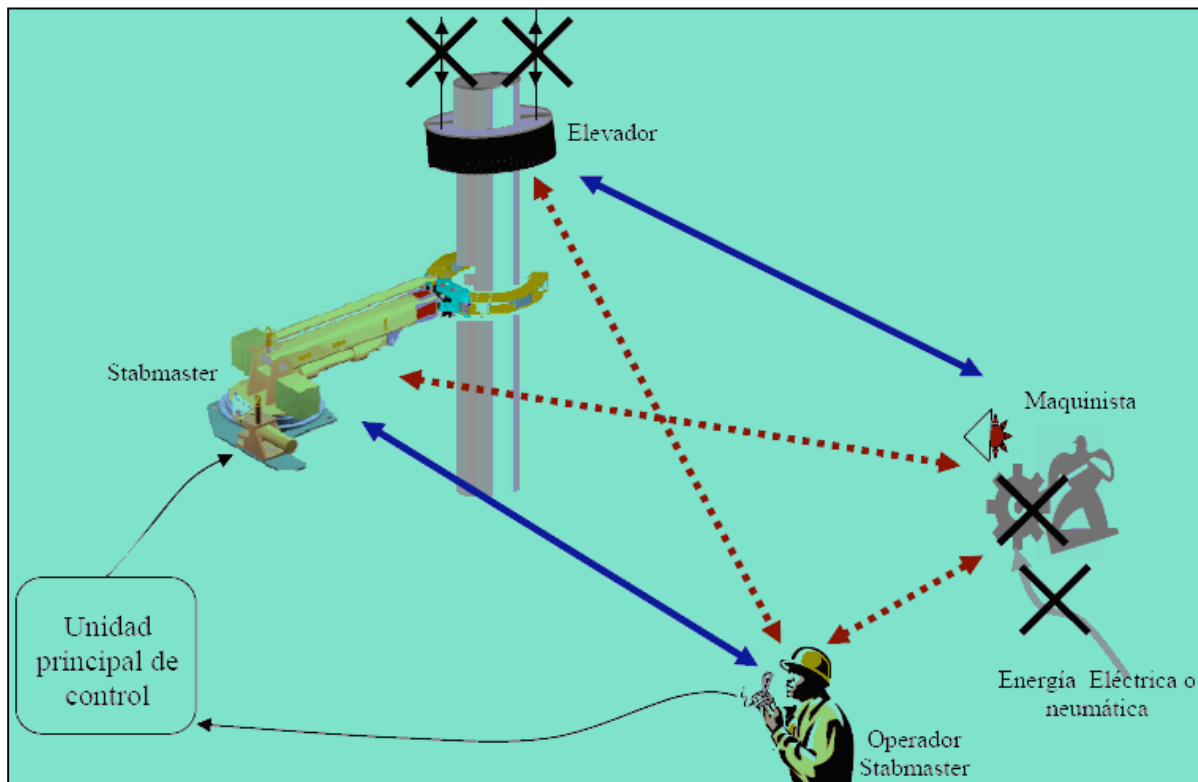
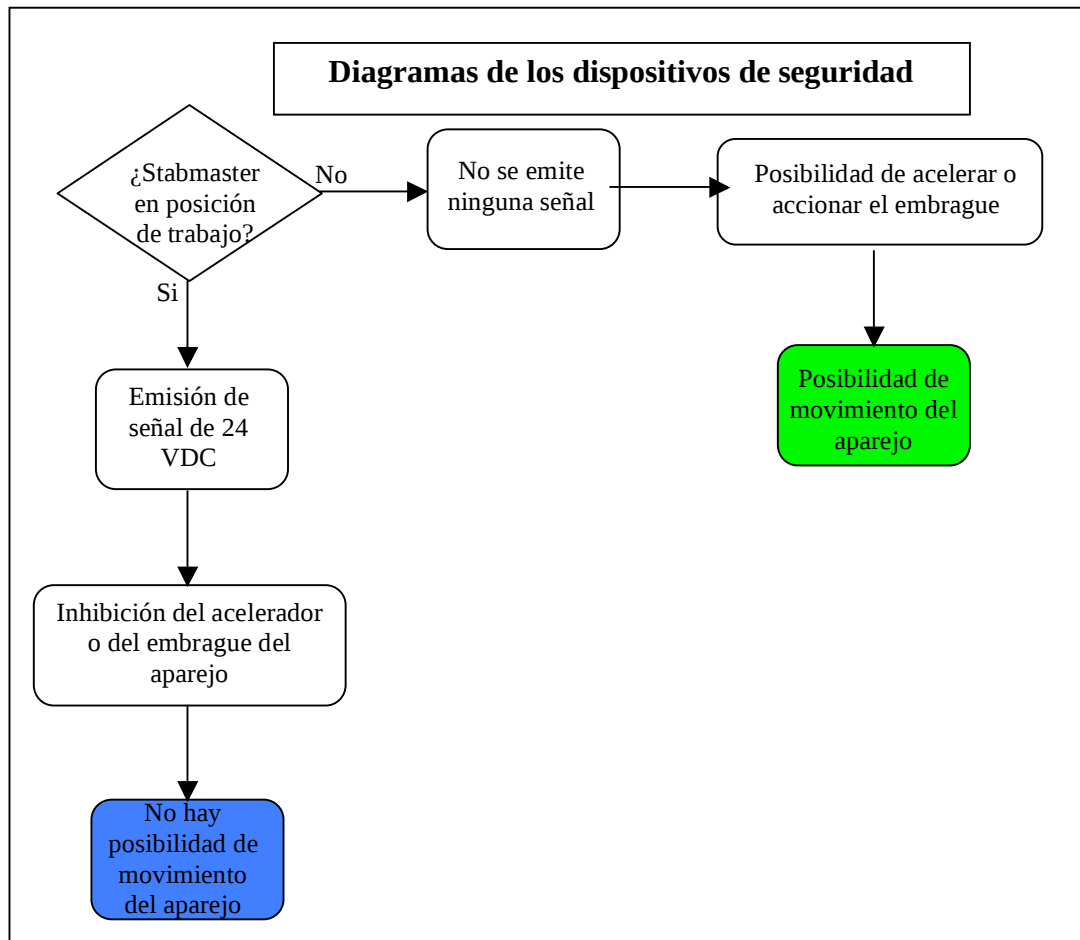


Figura 9

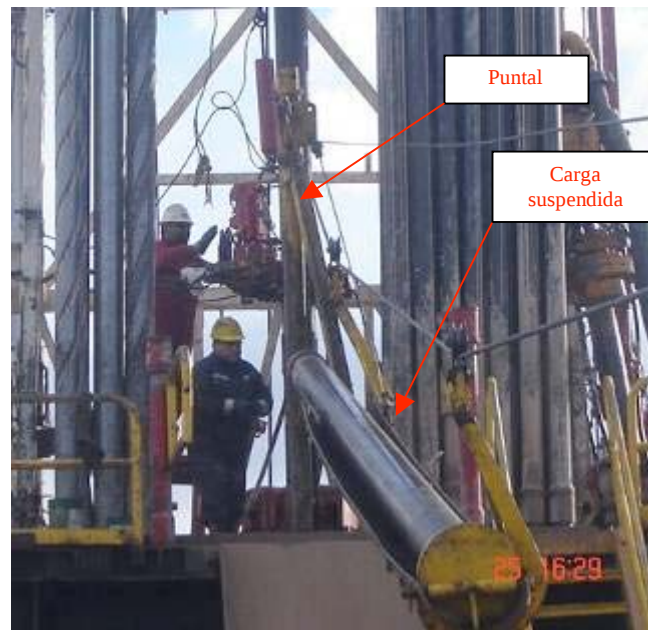


Figura 10



Figura 11



Figura 12

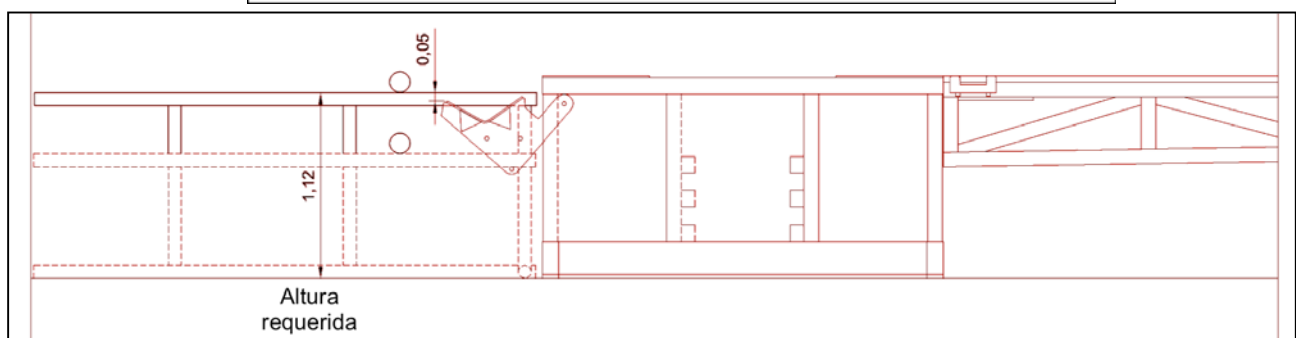
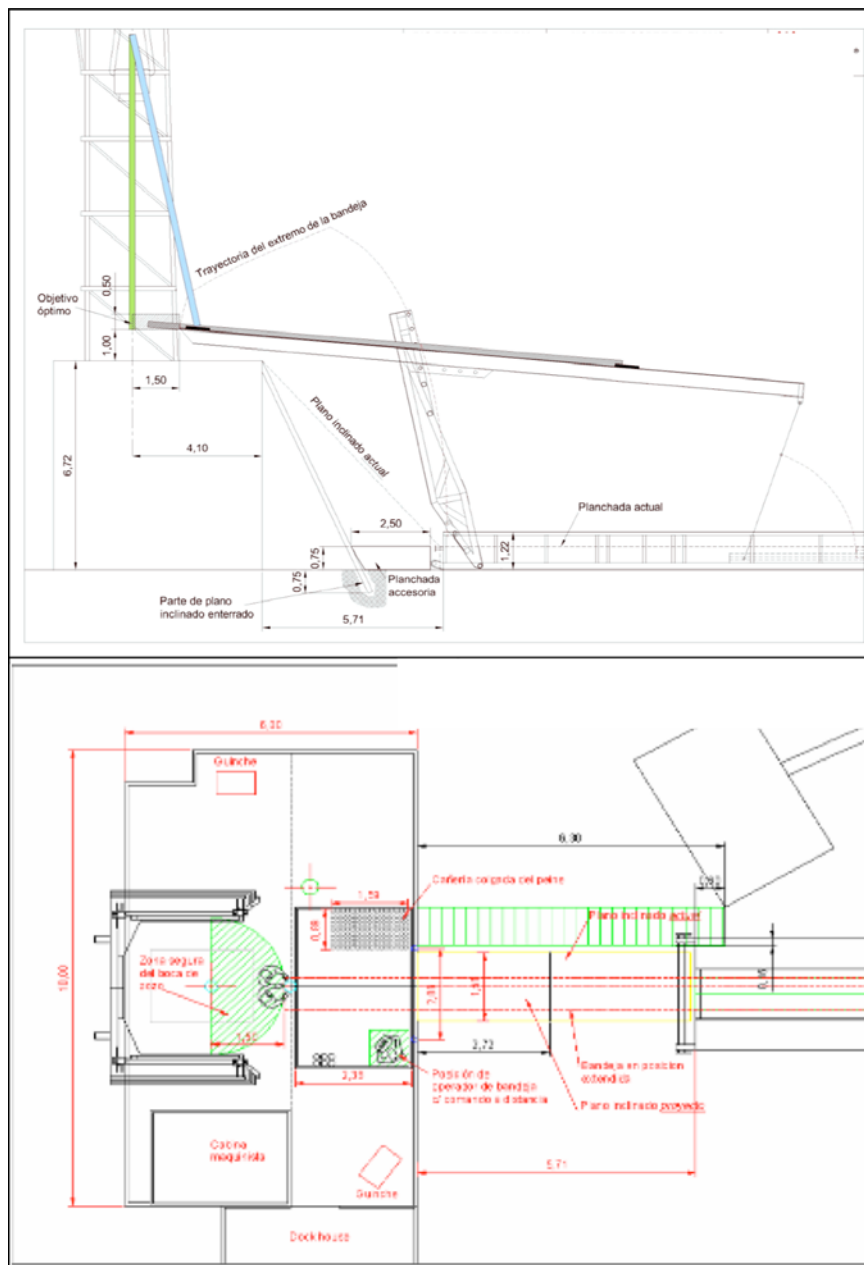


Figura 13



Figura 14



Figura 15