Laboratorio de Innovación en Tecnologías Mineras

Ingeniería de la perforación de pozos de petróleo y gas.

Vol. II: Actividades de Ingeniería, instalaciones y equipos.

2ª Edición revisada y actualizada

Madrid - 2020

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**Escuela Técnica Superior
de Ingenieros de Minas y Energía**

www.minas.upm.es

ADVERTENCIA

El presente documento ha sido preparado con una finalidad exclusivamente divulgativa y docente. Las referencias a productos, marcas, fabricantes y estándares que pueden aparecer en el texto, se enmarcan en esa finalidad y no tienen ningún propósito de difusión comercial.

Todas las ideas que aquí se desarrollan tienen un carácter general y formativo y el ámbito de utilización se circunscribe exclusivamente a la formación de los estudiantes de la UPM. La respuesta ante un caso particular requerirá siempre de un análisis específico para poder dictaminar la idoneidad de la solución y los riesgos afrontados en cada caso, además de una valoración de su incidencia en los costes de inversión y explotación. Consulte siempre a su ingeniería, consultor, distribuidor y fabricante de confianza en cada caso.

DOI: 10.20868/UPM.book.62718

Archivo Digital de UPM: <http://oa.upm.es/62718/>

Foto de portada: <http://www.3dprint.com>

Copyright © 2020. Todos los derechos reservados

Juan Herrera Herbert
juan.herrera@upm.es

Universidad Politécnica de Madrid (Technical University of Madrid)
E.T.S.de Ingenieros de Minas y Energía (H.T. School of Mines and Energy)
Laboratorio de Innovación en Tecnologías Mineras (Mining Technologies Innovation Lab)

Calle Rios Rosas 21
28003 Madrid (España)

Este documento ha sido formateado para su visualización y uso en dispositivos electrónicos y permitir ahorrar en el consumo de papel y tóner. Antes de imprimirlo, piense si es necesario hacerlo.

Contenido

1. CAMPOS DE INGENIERÍA EN LA PERFORACIÓN DE HIDROCARBUROS	7
1.1. Aspectos clave en el diseño y planificación.....	7
1.2. Consideraciones a la perforación de un pozo	8
1.3. La Ingeniería de Perforación y su campo de aplicación	10
1.4. Ingeniería de Instalaciones de Procesado.....	10
1.5. La Ingeniería Petrofísica y Geológica	11
1.6. Ingeniería de Yacimientos.....	12
1.7. Ingeniería de Producción	12
1.8. Planificación de la perforación	13
1.9. Diseño mecánico del pozo.....	14
1.10. Alcances de la perforación.....	16
2. TIPOS DE POZOS.....	19
2.1. Tipos de pozos.....	19
2.2. Pozos multilaterales y diseño espacial	20
3. ORGANIZACIÓN DE UN PROYECTO DE PERFORACIÓN	23
3.1. Obtención de permisos, derechos y autorizaciones	23
3.2. Autorización de Gasto (Authority For Expenditure – AFE)	24
3.3. Organización y recopilación de datos e informaciones	25
3.4. Diseño del pozo	26
3.5. Definición y especificaciones del Rig.....	27
3.6. Planificación. Ciclo “D-E-E” en la construcción del pozo	28
4. LAS INSTALACIONES DE PERFORACIÓN PARA HIDROCARBUROS	29
4.1. Instalaciones de perforación	29
4.2. Equipos para perforar en tierra firme	30
4.3. Equipos helitransportables.....	34
4.4. Barcasas (chalanas) sumergibles.....	36
4.5. Plataformas móviles autoelevables	37
4.6. Plataformas fijas autosuficientes y plataformas fijas con barcos de apoyo.....	40
4.7. Compliant Tower	51
4.8. Plataformas de tirantes o “tensión leg”	55

4.9. Equipos semisumergibles	59
4.10. Plataforma tipo Spar	64
4.11. Barcos perforadores	66
5. CONSTRUCCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	69
5.1. Acceso y construcción del emplazamiento.....	69
5.2. Construcción de la explanada y construcción de cimentaciones ..	71
5.3. Construcción e impermeabilización de la balsa de detritus y residuos de perforación	74
5.4. Movilización y montaje de equipos. Operación de Rig-up.....	75
5.5. Inspección y recepción del equipo.....	81
6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PERFORACIÓN..	83
6.1. Perforación de pozos	83
6.2. Unidad de workover.....	91
6.3. Tipos de completación	92
6.4. Completación del pozo	93
6.5. Componentes de la completación	98
7. ESTRUCTURAS DE PERSONAL EN LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN DE POZOS	99
7.1. Operaciones de perforación de pozos.....	99
7.2. Perfiles profesionales involucrados	100
7.3. La función del Gerente del Proyecto	100
7.4. Ingeniero del pozo	100
7.5. Dirección y supervisor en el emplazamiento del pozo	101
7.5.1. Offshore Installation Manager (OIM).....	101
7.5.2. El Toolpusher.....	102
7.5.3. Logistics Coordinator (Materials Man)	103
7.5.4. responsable de seguridad (Safety Officer).....	103
7.5.5. Camp Boss	104
7.5.6. Rig Administrator	104
7.6. Equipo del contratista de equipo	104
7.7. Equipos humanos y personal destacado en plataforma.....	105
7.8. Estructura de los equipos humanos	108
7.8.1. Departamento de Ingeniería	108
7.8.2. Departamento de Perforación	111
7.8.3. Departamento de Mantenimiento.....	112
7.8.4. Departamento Náutico.....	113
7.8.5. Departamento de Trabajos Submarinos:	114
7.8.6. Departamento de Servicios Generales	114
7.8.7. Departamento de Catering y Servicios	116

8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
----	---------------------------------	-----

1. CAMPOS DE INGENIERÍA EN LA PERFORACIÓN DE HIDROCARBUROS

1.1. ASPECTOS CLAVE EN EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN

En el ámbito de los hidrocarburos, un pozo bien sea exploratorio como de producción, es una obra de ingeniería encaminada a poner en contacto un yacimiento con la superficie. Dimensionar y planificar un pozo es una de las etapas importantes, en la que se establecen como premisas en el proceso los siguientes factores:

- Economía:
 - La estimación del coste de perforación para determinar la viabilidad económica de la perforación del pozo.
 - Control del coste para la minimización de los gastos totales de la perforación a través de un programa apropiado.
- Equipo adecuado.
- Seguridad del personal.
- Protección medioambiental.

1.2. CONSIDERACIONES A LA PERFORACIÓN DE UN POZO

Tanto el gas como el petróleo se encuentran almacenados a presión en los poros de la formación porosa. Cuando se perfora un pozo en la roca almacén, la presión hidrostática de la formación es la que empuja a los hidrocarburos fuera de la roca y a través del pozo. Cuando el pozo fluye, se extraen gas, petróleo y agua. De forma progresiva, los niveles se irán reduciendo a medida que se van agotando los

Coreplugs of chalk without and with oil.

Fuente: Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS) <http://www.geus.dk>

recursos.

Para perforar un pozo de manera segura y económica, se requiere reunir y coordinar un conjunto muy amplio de destrezas, habilidades y conocimientos especiales reunidos en diferentes capacidades profesionales.

Estas capacidades diferentes se materializan en forma de diferentes departamentos, compañías de servicios, contratistas especializados y consultores que, cada uno con su propia organización, proveen los servicios, actividades y trabajos necesarios.

Por ello, **el reto es planificar la perforación de tal manera que se pueda maximizar la utilización del depósito.** Para planificar la extracción, es fundamental la utilización de información sísmica y la visualización de modelos tridimensionales. A pesar de todo, la recuperación media rondará un 40 %, dejando un 60 % de las reservas de hidrocarburos atrapadas en la formación. En los mejores yacimientos, y con técnicas EOR (Enhanced Oil Recovery), la recuperación podría llegar hasta un 70 %.

En cualquier caso, la cantidad de aspectos y consideraciones fundamentales a tener en cuenta para el diseño de cualquier programa de pozo es muy numerosa y una de las más importantes es la propia selección del tipo de equipo de perforación. De entre los elementos a considerar se encuentran al menos:

- Territorio y características específicas de la zona en la que se va a operar.
- Rangos de profundidad de pozo y diámetros de perforación.
- Esfuerzos estimados sobre la tubería de revestimiento.
- Requerimientos de rotación de la mesa rotatoria (RPM).
- Tubería de perforación – Lastra barrena.
- Limitación en los paquetes de perforación.
- Sistemas de lodo, tanques, múltiples (manifold).
- Servicios auxiliares y energía requerida.
- Alturas de trabajo dentro de la estructura.
- Equipo de Control de Blow Out (Preventor).
- Controles
- Varios (cargadores, herramientas, instrumentos, etc.)

Cada nuevo descubrimiento puede crear nuevos problemas de perforación y obliga a perfeccionar nuevas técnicas y nuevas soluciones para superarlos.

1.3. LA INGENIERÍA DE PERFORACIÓN Y SU CAMPO DE APLICACIÓN

La Ingeniería de Perforación (Drilling Engineering) tiene la función de:

- Diseñar el pozo definiendo diámetros, revestimientos, cementaciones, tipos de lodo, parámetros de perforación y requerimientos mecánicos de los equipos a utilizar.
- Coordinación con las divisiones de geología y producción para obtener la información geológica y de producción de fluidos que permita una evaluación y posterior puesta en producción en su caso.
- Supervisar el programa concreto de actividades y trabajos necesarios para perforar el pozo.

1.4. INGENIERÍA DE INSTALACIONES DE PROCESADO

Por su parte, la Ingeniería de Instalaciones tiene la misión de especificar y diseñar:

- Los equipos de superficie que deben instalarse para el tratamiento de la producción, los sistemas de deshidratación para separar el agua del petróleo y gas y la puesta en especificación de los hidrocarburos.
- Los sistemas de medición.
- Los tanques de almacenamiento.
- Las instalaciones para sistemas de recuperación mejorada mediante inyección de agua y gas en el yacimiento.

La Ingeniería Petrofísica y Geológica

La Ingeniería Petrofísica y Geológica:

- Interpreta los datos suministrados por las muestras de formación (cuttings), el análisis de los testigos y la interpretación de los registros eléctricos y radiactivos utilizados en las distintas secciones del pozo.
- El objetivo final es determinar las características petrofísicas de la roca del yacimiento (almacén potencial), mediante la evaluación de su permeabilidad, porosidad y continuidad.

1.5. INGENIERÍA DE YACIMIENTOS

Los Ingenieros de Yacimientos:

- Desarrollan un plan para determinar el número y localización de los pozos que se perforarán en el depósito.
- Determinan el ritmo de producción adecuado para una recuperación óptima y las necesidades de tecnologías de recuperación complementarias.
- También realizan una estimación de la productividad y las reservas totales del depósito.
- Analizan el tiempo, los costes de explotación y el valor del crudo producido.

1.6. INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

Los Ingenieros de Producción:

- Supervisan el funcionamiento de los pozos;
- Recomiendan y ponen en práctica acciones correctoras, según proceda:
- Fracturación,
- Acidificación,
- Profundización,
- Ajuste de la proporción entre gas y petróleo o agua y petróleo,
- Cualesquiera otras medidas que mejoren el rendimiento económico del yacimiento.

Centro de optimización de perforación de Chevron en Texas (EEUU).
Fuente: cortesía de Chevron.

1.7. PLANIFICACIÓN DE LA PERFORACIÓN

La perforación de un pozo requiere de una **planificación detallada** ya que, para lograr los objetivos, se requieren estudios científicos, técnicas y experiencia en las actividades involucradas que van desde la localización del punto a perforar hasta la terminación del pozo.

Una base para la planificación es el análisis de la situación sobre el estudio racional de datos pasados, presentes y a obtener en un futuro.

Información geológica necesaria para un “well planning”:

- Datos de litología:
 - Columna estratigráfica con tipo de roca de formación
 - Formaciones por encima del yacimiento y roca sello.
 - Rangos de rumos e inclinaciones esperadas en la formación.
- Profundidad total esperada (probabilidad de tener que perforación a más profundidad)
- Potenciales riesgos de presencia de gases a menor profundidad.
- Estimación de presiones de poro.
- Zonas de producción potenciales (tipo de reservorio, fluidos de formación esperados).
- Programa de registro esperado e intervalos de muestreo.
- Posibles problemas en los pozos (pérdida de circulación, presión anormal, gas ácido, lechos de sal plástica, intervalos geotérmicos, lutitas, otros).
- Listado de los pozos más cercanos y los datos disponibles

1.8. DISEÑO MECÁNICO DEL POZO

Los objetivos del pozo se deben determinar con claridad y, a partir de estos, se selecciona la geometría del mismo. No se debe olvidar que el pozo se debe diseñar y planificar para la profundidad total programada, siempre de abajo hacia arriba y nunca de arriba hacia abajo.

Todo ello requiere:

- Diseño de programas y para evitar escapes al tiempo que permite la evaluación adecuada de la formación.
- El diseño integral del pozo y consolidar los planes operativos de la perforación: planes de perforación direccional, programas de fluidos, planes de varillaje, suministros y los programas de la broca.
- Especificación de equipos, materiales, suministros, calidades y plazos para ser utilizados en el proceso de perforación.
- Selección de proveedores de servicios, suministros, asistencia técnica, laboratorios y asistencia de todo tipo durante el proceso de perforación.
- Realización de cálculos y análisis de costes.
- El desarrollo de los contratos con los proveedores.

En la figura siguiente se describen las etapas y objetivos específicos del proceso de diseño y planificación de un pozo.

1.9. ALCANCES DE LA PERFORACIÓN

Los aspectos a tener en cuenta incluyen:

- Torres de Perforación y sus equipos
- Componentes de una torre de perforación rotativa
- Fluidos de Perforación
- Perforación del pozo
- Control de desviación
- Perforación horizontal y direccional
- Problemas en la perforación
- Perforación bajo balance
- Rocas y reservorios
- Mud Logging: procedimientos, instrumentación e interpretación

2. TIPOS DE POZOS

2.1. TIPOS DE POZOS

En función de su finalidad dentro de cada etapa, los pozos pueden clasificarse con arreglo al siguiente esquema:

Pozo Exploratorio: Algunas veces se llama pozo “wild cat”, y está orientado a determinar la existencia de gas o de petróleo. En ocasiones su alcance puede reducirse hasta ser simplemente un sondeo estratigráfico.

Pozo de Evaluación (también llamados Delimitadores, de Apreciación o de Avanzada): Se perforan para determinar la extensión del campo o la extensión que cubre.

Pozo de Desarrollo o Productor: Se perforan en un campo ya existente para explotar el yacimiento (o producir hidrocarburos). Dentro de los pozos asociados a la explotación de un campo, aparece una nueva clasificación según sean **Productor, Inyector, de Alivio, Etc.**

De acuerdo con el perfil de la trayectoria, pueden ser:

- Vertical.
- Desviado o direccional.
- Horizontal.
- Multilateral

Por su ubicación, pueden clasificarse en terrestre, marino de aguas someras, marino de aguas profundas y lacustre.

2.2. POZOS MULTILATERALES Y DISEÑO ESPACIAL

Los yacimientos pueden llegar a ser morfológicamente y estratigráficamente muy complejos. Por ello, en muchas ocasiones, los pozos se perforan con amplio desarrollo horizontal para poder alcanzar las distintas partes del yacimiento y con diferentes completaciones.

Representación gráfica de un emplazamiento con múltiples pozos direccionales.
Fuente: Questar

3. ORGANIZACIÓN DE UN PROYECTO DE PERFORACIÓN

3.1. OBTENCIÓN DE PERMISOS, DERECHOS Y AUTORIZACIONES

Well Selection

Requisitos ambientales y reglamentarios:

- Términos de arrendamiento y estipulaciones que se aplican bien a la concesión
- Estudios en campo para identificar el emplazamiento de perforación
- Permisos, licencias y autorizaciones (permiso de descarga de la plataforma, Autorización de perforación, etc.), y aprobaciones.
- Requisitos del programa de capacitación para el personal que trabaja en el pozo
- Información sobre el peligro del gas poco profundo, la sensibilidad ambiental, riesgos climáticos, etc.
- Condicionamientos impuestos por las autoridades de industria y de gestión de recursos minerales.
- Acuerdos de recuperación ambiental, restauración y/o abandono del emplazamiento
- Reglamentaciones estatales, nacionales o municipales relacionadas con la ubicación propuesta
- Acuerdo de adquisición de derechos y suministro de agua
- Acuerdo de recuperación del emplazamiento

3.2. AUTORIZACIÓN DE GASTO (AUTHORITY FOR EXPENDITURE – AFE)

Consideraciones relativas a la futura perforación respecto de la preparación de la AFE:

- Revisión de consideraciones de ubicación
- Esquema de las presiones de formación esperadas
- Revisión de posibles problemas de perforación
- Revisión de las consideraciones del plan direccional
- Seleccione tamaños de carcasa y profundidades de configuración
- Identificación del posible programa de lodo
- Preparación del diseño preliminar del casing y la cementación
- Identificación de posibles alternativas
- Requisitos de Wellheads
- Revisión de los requisitos de cementación
- Predicción del plazo de tiempo para la perforación, del rendimiento del pozo, de las prestaciones y rendimiento.

3.3. ORGANIZACIÓN Y RECOPIACIÓN DE DATOS E INFORMACIONES

Organizing and Data Gathering

Revisión de pozos próximos existentes en el área:

- Gráficos de progreso de perforación
- Informes diarios de perforación:
 - Datos de tubulares, registros de lodos, problemas hidráulicos, de perforación y cementación, completaciones, bottom hole assemblies, estudios direccionales
 - Registros y resúmenes diarios de lodos
 - Programas de lodos, problemas en el pozo, contaminantes, control de sólidos, problemas de tratamiento, costes de los muds
- Registros de bit
- Registros de mud logging
- Registro de testificación eléctrica.
- Regulaciones gubernamentales
 - Código de Regulaciones Federales
 - Órdenes estatales / Reglas de campo
 - Regulaciones del gobierno extranjero
- Contactos personales y de la organización (operadores presentes en zonas adyacentes y contratistas de perforación, etc.).

- Registros de logística (Transportes, puntos de suministro)
- Datos del tiempo meteorológico y climatología.

3.4. DISEÑO DEL POZO

3.5. DEFINICIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL RIG

Especificaciones del Rig:

- Lista de comprobación de la plataforma
- Capacidad para la manipulación de la tubería de revestimiento y de la sarta de perforación
- Capacidad de soporte de carga de la subestructura, altura de la subestructura
- Capacidad de elevación y frenado
- Rendimiento de las bombas de lodo.
- Portabilidad de la plataforma
- Potencia de los componentes de la plataforma: real versus nominal
- Accesorios de perforación

3.6. PLANIFICACIÓN. CICLO “D-E-E” EN LA CONSTRUCCIÓN DEL POZO

4. LAS INSTALACIONES DE PERFORACIÓN PARA HIDROCARBUROS

Las técnicas de perforación de sondeos petrolíferos han venido evolucionando de forma muy sustancial, lo que ha hecho que hoy día sea una de las actividades más dinámicas desde el punto de vista tecnológico y desde el punto de vista de la investigación y la innovación.

4.1. INSTALACIONES DE PERFORACIÓN

Se pueden clasificar ampliamente en 6 tipos diferentes:

- Equipos de Tierra.
- Equipos Sumergibles.
- Plataformas Autoelevables.
- Plataformas Fijas en el Mar.
- Equipos Semisumergibles.
- Barcos de Perforación.

En el caso de la perforación marina, se establece una clasificación en dos grandes tipos: Aquellas que tienen un BOP (preventor de erupciones) en la superficie y en las cuales se incluyen las fijas, auto-elevables, sumergibles y las tensión-leg por un lado y, por otro, aquellas que tienen un BOP en el fondo del mar y entre las que se incluyen las flotantes como son las semi sumergible y los buques de perforación.

4.2. EQUIPOS PARA PERFORAR EN TIERRA FIRME

Es cualquier equipo de perforación localizado en un emplazamiento en tierra firme. Se construyen en tres grandes tipos de configuraciones:

- Liviana,
- Mediana y
- Pesada.

Su movilización y desplazamiento se realiza mediante el uso de camiones de carga pesada y grúas.

Los equipos livianos sólo pueden perforar por debajo de los 1.000 m, mientras que los grandes son capaces de perforar a profundidades muy superiores a los 6.100

m.

4.3. EQUIPOS HELITRANSPORTABLES

Estas unidades están especialmente diseñadas para ser desarmadas en un conjunto de aproximadamente 300 piezas diferentes y cada una con un peso no superior a 3.000 Kg con el fin de permitir su transporte por helicóptero.

Son equipos destinados a su utilización en zonas y operaciones para las que no hay carretera de acceso.

4.4. BARCAZAS (CHALANAS) SUMERGIBLES

Son ideales para perforar en aguas interiores o muy someras, pantanos poco profundos, ríos, lodazales, bahías internas, etc. Pueden navegar por sus propios medios o simplemente ser remolcadas y, una vez posicionadas en el punto de perforación deseado, pueden ser ancladas de forma flotante o ser sumergidas mediante la inundación con agua de determinados compartimientos del casco para descansar en el fondo. Las profundidades medias del agua en las que operan estos equipos suelen estar en aproximadamente 10 m.

El equipo se apoya en el lecho y parte del mismo queda por encima del nivel del agua para permitir el trabajo de la cuadrilla de perforación. Su versatilidad les permite operar también en áreas con frío extremo.

4.5. PLATAFORMAS MÓVILES AUTOELEVABLES

Son las llamadas “jack-up”. Son instalaciones cuya principal función es la perforación y carecen de sistema de propulsión, por lo que son arrastradas por un remolcador hasta llegar al punto de destino. Están dotadas de patas estructurales que asientan en el lecho marino y que se pueden subir y bajar a voluntad para permitir los traslados de un punto a otro y asegurar los posicionamientos de la plataforma. Cuando las patas son izadas, el equipo flota en el agua y puede ser remolcado o transportado por barco a otra localización.

Al llegar a la nueva localización se bajan las patas hasta que penetren en el fondo y se afianza la estructura sobre el lecho marino. La plataforma se eleva entonces sobre el nivel del agua.

Estas plataformas pueden perforar en aguas de profundidades de hasta aproximadamente unos 120 m – 130 m de columna de agua.

4.6. PLATAFORMAS FIJAS AUTOSUFICIENTES Y PLATAFORMAS FIJAS CON BARCOS DE APOYO

Las plataformas fijas se utilizan para el desarrollo de yacimientos ya conocidos, ubicados en profundidades de agua de hasta 300 metros. Están formadas por estructuras de acero instalado en el lugar con estacas clavadas en el fondo del mar. No obstante, el promedio de alturas se encuentra alrededor de aproximadamente 70 m.

Una vez construidas, permanecen fijas en el lecho marino e inmóviles en su emplazamiento y tienen la capacidad de perforar varios pozos desde una misma localización. Son las preferidas para yacimientos que se encuentren en emplazamientos con hasta unos 200 m de columna de agua.

Pueden ser totalmente autosuficientes o asistidos por barcazas (chalanas) de servicio. Su principal función es la producción, canalizando el crudo y gas para mandarlos a tierra por vía submarina mediante tubería o hacia alguna mono boya donde los “buque tanques” puedan recibir la carga para su posterior envío a refinerías. Para la colocación de estas plataformas se requiere gran infraestructura de construcción. Existen tres tipos de plataformas fijas:

- Soportada sobre pilotes de Acero.
- Montada sobre tubo conductor hincado.
- Montada sobre pedestal sumergido y construido en hormigón.

Las “tenders” son barcazas en forma de plataforma que realizan operaciones de perforación sobre una plataforma o cabeza de pozo existentes.

A lo largo de los años,
la tecnología más avanzada
ha hecho posible que las plataformas
marinas lleguen a mayores profundidades.

From well to vessel

The job of process systems on the platforms is to separate the mixture of oil, gas and water flowing from the reservoir through the wells. The mixture undergoes a three-stage separation process on the platforms.

Gulfaks A can produce over 300,000 barrels (50,000 standard cubic metres) of oil a day. Gulfaks B has a daily capacity of 150,000 barrels, and Gulfaks C around 250,000 barrels of oil.

Gulfaks production is highly automated and mainly controlled from the central control room.

1. Pozo en tierra.

2. Plataformas marinas múltiples fijas.

3. Plataformas marinas independientes fijas.

4. Plataformas marinas independientes de hormigón, emplazadas por gravedad.

5. Monoboya flotante.

6. Petrolero de almacenamiento / transporte a tierra.

7. Plataformas flotantes con anclaje por cables tensos.

8. Colectores submarinos.

4.7. COMPLIANT TOWER

Son similares a las plataformas fijas, ya que tienen una estructura tubular de acero que hace de soporte de las estructuras de superficie que albergan las instalaciones. Sin embargo, se diferencian de las plataformas fijas en que son mucho más esbeltas y altas ya que se utilizan en aguas de mayor profundidad. Esta esbeltez les permite adaptarse y oscilar al ceder a los movimientos de agua y viento de forma similar a las estructuras flotantes.

Al igual que las plataformas fijas, están aseguradas al fondo marino con anclajes y pilas. La estructura que hace de pilar es de dimensiones mucho más estrechas que la de una plataforma fija anclada, y puede estar constituida por dos o más secciones. También puede tener

secciones flotantes en la parte superior de la estructura pilar con líneas de amarre desde esta hasta el fondo marino (guyed-tower designs) o una combinación de ambas.

La profundidad del agua en el emplazamiento previsto es la que dicta la altura de la plataforma. Una vez que la estructura inferior está asegurada al lecho marino, actúa como una base para la estructura superior y las instalaciones de superficie. Estas se montan por medio de grúas de alto tonelaje y capacidad, que colocan y aseguran toda la estructura de superficie sobre la estructura sumergida que emerge por encima del mar.

Estas plataformas pueden ser usadas hasta unas profundidades de hasta unos 900 m (3.000 pies).

Figure 13: Compliant tower concepts in the oil and gas industry

- a) "Dumb" tower
- b) Compliant piled tower
- c) Compliant tower with 'mass trap'
- d) Buoyant tower with flex joint
- e) Guyed tower with flex joint
- f) Articulated column

4.8. PLATAFORMAS DE TIRANTES O “TENSION LEG”

Son parecidas a las plataformas semisumergibles, excepto por su sistema de anclaje. Es un sistema flexible en la dirección del oleaje, lo que permite la disipación de la energía del mar y reduce los riesgos estructurales, manteniendo la plataforma sobre la ubicación deseada. Operan en profundidades de lámina de agua de entre 450 y 900 m.

Las plataformas “tensión-leg” se utilizan para el desarrollo de campos. Las estructuras de apoyo están ancladas en el fondo del mar a través de cables tubulares. La desventaja es que presentan una reducida capacidad de almacenamiento.

Image courtesy of The Bureau of Ocean Energy Management (BOEM)

4.9. EQUIPOS SEMISUMERGIBLES

Su construcción se basa en una estructura de patas y apoyos huecos sobre flotadores sumergidos que tienen compartimentos inundables con el fin de dar estabilidad a la plataforma una vez posicionada.

Requieren anclas y/o impulsores (posicionadores dinámicos) para mantener el conjunto en posición. Si el sistema legido es por medio de anclas, la plataforma se mantiene en la ubicación correcta utilizando entre 8 y 12 anclajes que actúan como resortes y son capaces de restaurar la posición de la plataforma. Cuando se emplean impulsores, se llaman de “Plataformas de Posicionamiento Dinámico” y son controladas por sistemas informatizados que controlan todos los sistemas para mantener el equipo estable sobre el pozo a perforar.

Utilizan instalaciones BOP submarinas para el control del pozo.

4.10. PLATAFORMA TIPO SPAR

Se utilizan en profundidades de agua de entre 600 y 3000 m. Consisten en una cubierta soportada por un cilindro vertical de gran diámetro. Su centro de flotabilidad se encuentra muy por encima de su centro de gravedad, lo que las hace muy estables.

Plataforma Perdido Spar

4.11. BARCOS PERFORADORES

Son unidades de perforación flotantes off-shore autopropulsadas. Emplean sistema BOP similares a los utilizados por las plataformas semisumergibles. Por sus propias características constructivas, no son tan estables como las plataformas semisumergibles, pero pueden perforar pozos en aguas más profundas.

Se posiciona, al igual que en el caso de las plataformas semisumergibles, mediante sistemas de anclas y/o sistemas de posicionamiento dinámico, manteniéndose en un punto que se encuentra en la vertical de una placa base de acero colocada en el lecho marino que tiene un hueco central para indicar el sitio en donde se perforará el pozo a través de ella.

From FAR Ltd.

5. CONSTRUCCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

5.1. ACCESO Y CONSTRUCCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

La primera tarea es la construcción y preparación del emplazamiento. Se empieza por construir una carretera de acceso y despejando de vegetación toda el área donde se ubicarán las instalaciones. Se construyen también las acometidas de agua y electricidad, así como el resto de infraestructuras.

Los emplazamientos a veces se ubican lejos de vías de comunicación y poblaciones. Es por ello que la primera dificultad es la construcción de las vías de acceso.

Una vez que el emplazamiento ha sido establecido, se inician los trabajos de preparación para la perforación, por lo que se acometen las siguientes etapas:

- Preparación del emplazamiento:
 - Desbroce y tala de la vegetación
 - Construcción de accesos
 - Nivelación del terreno
 - Ejecución de excavaciones
- Construcción y entubado de:
 - El Conductor Hole
 - El Rathole
 - El Mousehole
- Transporte de los equipos
 - Transporte de los equipos en convoyes de camiones
 - Descarga y disposición

Antes de que pueda comenzarse la perforación del pozo, se ejecuta la obra civil: desbroce, retirada de tierra vegetal y construcción de la explanada donde se ubicarán las instalaciones, los acopios y la torre de perforación con sus equipos auxiliares.

5.2. CONSTRUCCIÓN DE LA EXPLANADA Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES

Se inicia seguidamente la construcción de la explanada en la que se ubicarán todas las instalaciones e infraestructuras, siendo de especial atención la localización de la balsa de residuos y la construcción de las cimentaciones necesarias para los equipos.

Construcción del emplazamiento

Emplazamientos en áreas inundables

Yacimiento de Manifa (Arabia Saudí)

A continuación, se procederá a la construcción del antepozo y del “pilot hole”, cuya posición de determinará con precisión por parte del equipo de topógrafos. Junto a él se ubicará la posición del “mouse hole” y del “rat hole”, que también se excavarán

en ésta etapa para que posteriormente puedan albergar piezas del equipo durante la operación de perforación.

5.3. CONSTRUCCIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN DE LA Balsa DE DETRITUS Y RESIDUOS DE PERFORACIÓN

El proceso de perforación utiliza grandes volúmenes de fluido de perforación que circula a través de la sarta de perforación y de la boca y retorna por el espacio anular con los detritus de perforación. Para gestionar el fluido de perforación, conseguir la separación del detritus y las sustancias extraídas, además de la balsa se construye una instalación de limpieza y acondicionamiento de lodo.

La balsa debe ubicarse lo más próxima posible a esta instalación y a la torre. La tendencia de hoy día es la de separar los detritus mediante centrifugado para su posterior vertido a escombreras autorizadas.

Para prevenir la contaminación de suelos y de los acuíferos próximos, la balsa destinada a almacenar todo el detritus de la perforación y los lodos se impermeabiliza.

5.4. MOVILIZACIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS. OPERACIÓN DE RIG-UP

Concluidas todas las operaciones preliminares, llega el turno de traer el equipo de perforación y proceder a su ensamblaje. Una torre que puede perforar un pozo de una profundidad de 10.000 pies requiere un equipo de entre 50 y 75 personas para su montaje y una flota de entre 35 y 45 camiones con remolque para su traslado y montaje. El ensamblaje puede tardar del orden de tres a cuatro días.

5.5. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN DEL EQUIPO

Finalizado el montaje, toda la torre es entonces cuidadosamente inspeccionada para garantizar el cumplimiento de todas las especificaciones y de las medidas y normas de seguridad.

Ejemplo de lay out

6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PERFORACIÓN

6.1. PERFORACIÓN DE POZOS

La perforación de un pozo o agujero es una operación compleja de ingeniería donde todos los sistemas y equipos utilizados se eligen de acuerdo al objetivo por el que se lleva a cabo (verificación de la existencia de hidrocarburos en cantidades y calidades explotables o ya explotación de los mismos), la dureza de la roca a perforar, el diámetro del pozo que se pretende abrir, la profundidad que se desea lograr y las problemáticas que se afrontarán durante la operación. Todo ello, además, primando la seguridad de las personas y el respeto medioambiental como objetivos prioritarios de todas las operaciones en un proceso de diseño y ejecución extensivamente regulado por normas internas y externas.

Ello hace que sea indispensable un equipo humano multidisciplinar para el diseño y la planificación detallada de cada pozo.

La perforación propiamente dicha puede llevar entre dos y seis meses dependiendo de la profundidad programada y de las condiciones geológicas del subsuelo. Dependiendo del tipo de trépano y del tipo de roca, el avance de la perforación puede ser de entre 35 y 600 cm por hora. A medida que baja la broca, se van añadiendo tuberías de 9,45 metros de longitud a la sarta de perforación.

La broca es el elemento de corte utilizado en la perforación rotativa. A medida que la broca va rotando, tritura eficientemente la roca en los puntos de contacto mientras que el fluido expulsado a través de las boquillas despega las esquirlas de roca y las sube hasta la superficie. A medida que la broca profundiza, se van añadiendo nuevas secciones a la sarta de perforación.

Cuando el pozo alcanza la profundidad planificada, el Derrickman procede entonces a hacer circular fluido de perforación por todo el pozo para acondicionarlo para la operación de "logging", que es el proceso de medida y de registro de las características del pozo.

Diámetro de sección de pozo o barrena (pulgadas)	Etapas / Tubería de casing	Diámetro de tubería (pulgadas)	Profundidad de asentamiento (metros)
36"	Conductor	30	80 – 150
26"	Superficial	20	600 – 1.000
17" 1/2	Intermedio	16 – 13" 3/8	1.800 – 2.400
12" 1/4	Intermedio	9" 5/8	2.800 – 3.200
8 1/2	Producción	7	4.000 – 5.000

El proceso de perforación consiste en la excavación de un pozo de sección circular mediante la rotación de un trépano de perforación y la aplicación de una fuerza de empuje en el fondo. Mediante la acción combinada de ambos, se produce el progresivo arranque de fragmentos de roca que son extraídos con la circulación del fluido de perforación que se inyecta a través de la sarta. Este fluido es un lodo compuesto por agua, arcilla y varios productos químicos, que tiene además la función de dar consistencia a las paredes del pozo y refrigerar la broca. Este fluido inyectado retorna a la superficie por el espacio anular que queda entre la sarta y las paredes del pozo.

El movimiento de rotación de la sarta se genera y aplica a la sarta de perforación en la superficie por medio de la mesa de rotación o bien por medio del top drive, aunque también existe la posibilidad de generarlo hidráulicamente mediante un motor de fondo conectado a la barrena. Por su parte, la fuerza de empuje se genera con el propio peso de una parte de la sarta de perforación.

En superficie se dispone de un conjunto de instalaciones necesarias durante la perforación, entre las que destaca la de limpieza y reacondicionamiento del lodo de perforación, destinada a la limpieza en profundidad del lodo retornado, la separación de todos los contenidos e impurezas que ha recogido durante la operación, y para el posterior reacondicionamiento para devolverle las propiedades deseadas y su reinyección al pozo.

El fluido de perforación, tiene como funciones refrigerar la barrena de perforación, mantener las paredes del pozo, transportar los cuttings de perforación a superficie. El lodo en su retorno por el espacio anular, pasa a través de los “shakers” o cribas vibratorias, donde se separan los ripios o “cuttings”. Para las partículas sólidas más pequeñas se utilizan desarenadores centrifugos. Posteriormente el lodo pasa a través de un desgasificador que elimina el potencial gas contenido en el lodo. El lodo limpio es recirculado al pozo a través de la tubería de perforación como se ha indicado antes.

El “Blow Out Preventer (BOP)” o preventor de erupciones, se instala en la parte superior de la cabeza del casing antes de que se inicie la perforación. Dispone de válvulas de seguridad de alta presión, diseñadas para sellar el pozo y bloquear las fugas de gases y fluidos para evitar que pueda producirse un blow out.

Instalación de un BOP

La perforación se inicia con un pozo superficial de una profundidad establecida previamente y que usualmente baja entre 15 y 100 pies por debajo del nivel freático.

Se debe prestar especial atención en la prevención de la contaminación de las aguas subterráneas, lo que se consigue aislando los niveles freáticos con el casing y su cementación.

A medida que avanza la perforación, se va colocando la tubería de revestimiento del pozo o casing para revestir las paredes del pozo y, entre otras funciones, evitar que las paredes se derrumben y para aislar las capas acuíferas. Cada tubo tiene unos 12 metros de longitud y su diámetro varía según la profundidad del pozo. Esta operación se conoce como instalación del casing del pozo. Se establece, de esta forma, la siguiente secuencia:

- Perforación
- Introducción de la tubería de revestimiento

- Cementación de la tubería

Las tuberías del casing o de revestimiento son metálicas y deben instalarse a intervalos predefinidos en el proyecto de perforación. Tiene la finalidad de contener, mantener y proteger las paredes del pozo, pero más importante aún es asegurar que no se producen fugas de petróleo o de gas natural a través de ellas mientras asciende a la superficie y prevenir al mismo tiempo la infiltración hacia el interior del pozo de fluidos o gases desde la roca circundante.

El casing se diseña en función de los diámetros de perforación y de las características de las formaciones atravesadas y el régimen de presiones de

Typical Well Casing Diagram

(Not to Scale)

formación y empujes litostáticos. El casing, una vez instalado es cementado mediante técnicas de cementación.

El logging

www.marcelluscoalition.org

La información obtenida a través del logging permitirá conocer el tipo de fluidos que alberga la roca almacén. A partir de esta información es cuando se decidirá proceder o no a realizar las pruebas de producción.

Una vez realizada las pruebas de producción, se procederá entonces a tomar la decisión sobre su completación, operación que se llevará a cabo mediante la bajada del tubing y la realización de las consiguientes labores, denominadas “labores de workover”.

Una vez realizada las pruebas de producción, se procederá entonces a tomar la decisión sobre su completación, operación que se llevará a cabo mediante la bajada del tubing y la realización de las consiguientes labores, denominadas “labores de workover”.

- Completación del pozo.

- Instalación del cabezal del pozo (wellhead).
- Instalación del equipamiento de bombeo e impulsión.
- Aplicación de tratamientos oportunos a la formación.

Como parte de las labores de completación se instalará la tubería o 'tubing' introduciéndole a través del casing desde la superficie hasta la formación.

De esta manera, los hidrocarburos que se extraigan, ascienden a través de ésta tubería hasta la superficie. Entre el 'production casing' y el 'tubing' hay un packer en el fondo del pozo.

Un casing de producción tiene un diámetro que varía entre los 5 y los 28 cm (entre 2 y 11 pulgadas), estando la mayoría de los pozos de producción equipados con casings de 7 pulgadas.

6.2. UNIDAD DE WORKOVER

Unidad de workover

6.3. TIPOS DE COMPLETACIÓN

Hay tres grandes grupos de pozos convencionales:

- El más común es el pozo de petróleo con gas asociado.
- Los pozos de gas natural se perforan específicamente para ello y suelen dar poco o nada de petróleo.
- Los pozos para condensados dan gas natural, así como condensados, que se separan del gas natural en el cabezal o en el procesamiento posterior del gas natural.

Los pozos, en función de la presión de formación y del tipo de fluido, fluirán en régimen de flujo natural o con equipos de bombeo denominados equipos de levantamiento artificial (artificial lift systems), por lo que la completación diferirá en función del tipo de levantamiento artificial que se requiera.

Los equipos de levantamiento artificial más comunes son: bombeo electrosumergible, bombeo mecánico, bombeo hidráulico y bombeo por inyección de gas a través del espacio anular o 'gas lift'. En el caso de los pozos de gas natural, la producción se realiza en flujo natural sin intervención de equipos de bombeo.

Completación de pozo

6.4. COMPLETACIÓN DEL POZO

La completación del pozo es el proceso de terminación del mismo, de manera a que quede listo para producir petróleo o gas natural. En esencia, consiste en decidir las características de las tomas o entradas al pozo desde la formación productora de hidrocarburos.

Existen numerosos tipos de completación:

- **Open hole completions.** Constituyen el tipo más básico y solamente se usan en formaciones realmente competentes en las que no se produzcan desmoronamientos. Consisten en introducir el casing directamente en la formación, dejando abierto el final de la tubería, sin ningún tipo de protección.
- **Conventional perforated completions:** Consiste en introducir directamente el casing de producción a través de la formación. Además, las paredes de éste casing de producción están perforados con pequeños agujeros a todo lo largo de ese tramo, que permiten a los hidrocarburos fluir a través de ellos, al tiempo que se consigue con el casing la suficiente resistencia frente a la formación. Para crear los punzonados se utilizan dos técnicas la técnica del “cañoneo” con proyectiles a través del casing y la cementación y la técnica del ‘jet perforating’, mediante chorreo de arena a alta presión.
- **Sand exclusion completions:** Se diseñan para producción en zonas del yacimiento que produzcan arena, permitiendo el flujo del gas natural o del petróleo hacia el pozo, pero evitando la entrada de la arena al mismo mediante pantallas o filtros. Ambos tipos de barreras pueden ser usadas tanto en completaciones de tipo “open hole” o perforadas.
- **Permanent completions:** Son aquellas en las que la completación y el cabezal o «wellhead», se ensamblan e instalan con empacaduras permanentes, realizándose los trabajos de punzonado y otros trabajos de

Completaciones con punzonados

Conventional perforated completions: Las paredes del casing de producción deben de punzonarse con pequeños agujeros a todo lo largo del intervalo productivo, permitiendo a los hidrocarburos fluir a través de ellos, al mismo tiempo que se consigue con el casing la suficiente resistencia frente a la formación.

Para crear los punzonados se utilizan dos técnicas:

- La técnica del “cañoneo” con proyectiles a través del casing y la cementación
- La técnica del ‘jet perforating’, mediante chorreo de arena a alta presión.

Al objeto de mejorar la producción, a veces es necesario realizar operaciones de fracturación y acidificación.

terminación con herramientas de pequeño diámetro al través del tubing sin equipo de perforación. La completación de un pozo de éste modo puede asegurar ahorros muy significativos en costes.

- **Multiple zone completion:** Consiste en una completación en la que el pozo se asegura que los hidrocarburos de dos o más formaciones pueden ser extraídos simultáneamente sin que se mezclen entre sí. Es el caso, por ejemplo, de un pozo que se perfora a través de varias formaciones, o cuando se hacen desarrollos horizontales para conseguir una explotación más eficiente del yacimiento. Con el fin de mantener separadas entre sí diferentes completaciones, se utilizan empacaduras o packers de goma dura.
- **Drainhole completions:** Son una forma de perforación horizontal que se

hacen de forma radial al pozo y dentro de la formación desde un pozo vertical, con el fin de producir un drenaje de los hidrocarburos hacia el pozo.

Se usa más en pozos de petróleo que de gas natural.

FORMAS DE TERMINACIÓN DE LA ZONA PRODUCTIVA

SIN REVESTIR

LINER
RANURADO

REVESTIMIENTO
PERFORADO

LINER
PERFORADO

GRAVA REVESTIDO

GRAVA SIN REVESTIR

PUNZAMIENTO

FORMAS DE BAJAR EL CAÑÓN AL SONDEO

PUNZAMIENTO CON PROYECTIL

PERFORACIÓN CON CARGA CONFORMADA

PUNZAMIENTO DE UN POZO

COMPLETAMIENTO DE POZO - OPERACION DE CAÑONEO

6.5. COMPONENTES DE LA COMPLETACIÓN

Wellhead (Cabezal del pozo): Es el equipo fundamental para el control de la presión en superficie y del cual cuelgan las tuberías del casing y al que se conecta el BOP (blowout preventer) o el "Christmas tree" (árbol de navidad).

Christmas Tree: Es el principal ensamblaje de válvulas que controlan el flujo desde el pozo hacia la planta de procesamiento o, en su caso, que controla la presión de inyección al pozo. Permite el acceso para intervenciones en el pozo.

Tubing hanger: Este componente se ubica en la parte superior del cabezal y sirve de soporte principal del production tubing.

Production tubing: Es el conducto principal para el transporte de los hidrocarburos desde el depósito a superficie (o fluido de inyección cuando la finalidad del pozo es esa). Va desde el tubing hanger situado encima del cabezal, hasta un punto situado justo encima del tramo de producción.

Downhole safety valve (DHSV): Este componente se considera como el último recurso de protección de la superficie frente a una liberación incontrolada de hidrocarburos. Es una válvula cilíndrica con un mecanismo de cierre. Se instala en el production tubing y se mantiene abierta mediante un circuito hidráulico de alta que llega desde la superficie por una tubería de control de 6.35 mm (1/4") de diámetro. Esta alta presión es la que se opone a la presión del yacimiento y permite el flujo del hidrocarburo. La válvula se cerrará si se corta el circuito umbilical de alta presión o se dañan o incluso se destruyen el cabezal o el árbol de navidad.

Annular safety valve: En pozos con capacidad de impulsión de gas, muchos operadores consideran prudente la instalación de una válvula que aisle el espacio anular por la misma razón que se puede requerir una DHSV para prevenir el riesgo por fuga incontrolada de gas.

Landing nipple: Es un componente fabricado con un tramo corto de tubería pesada y una superficie interna mecanizada que proporciona un área sellada y un perfil de

cierre. Este elemento se inserta en la mayoría de las terminaciones a intervalos predeterminados para permitir la instalación de dispositivos de control de flujo. Hay tres tipos de dispositivos: no-go nipples, selective-landing nipples and ported or safety-valve nipples.

Sliding sleeve: Tiene un accionamiento hidráulico o bien mecánico para permitir la comunicación entre el tubing y la tubería anular. Se utilizan a menudo en pozos con múltiples depósitos para regular los flujos de/a las distintas zonas.

Production packer: Aísla el espacio anular entre el tubing y el casing interior y el pie del pozo con el fin de impedir que los fluidos de la formación puedan fluir a todo lo largo del casing y dañarlo. Se coloca generalmente cerca del pie del tubing, próximo a la zona de producción.

Downhole gauges: Es un sensor electrónico o de fibra óptica que permite una monitorización continua de la presión y la temperatura en el fondo del pozo. La transmisión de las señales puede hacerse por un conducto exteriormente al tubing o acústicamente a través de las paredes del tubing.

Perforated joint: Es un tramo de tubería perforada que se ubica por debajo del packer como punto alternativo de entrada para los fluidos del reservorio hacia el en caso de que la zapata quede bloqueada por la razón que sea.

Formation isolation valve: Ubicado al final de la completación, permite un aislamiento bidireccional de la formación. No es muy utilizado y suele presentar fallos.

Wireline entry guide: Este componente se instala al final del tubing, o de la zapata y está destinado a facilitar la retirada de elementos wireline proporcionando una superficie de que permite a la herramienta volver a entrar al tubing sin quedar atascada.

7. ESTRUCTURAS DE PERSONAL EN LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN DE POZOS

7.1. OPERACIONES DE PERFORACIÓN DE POZOS

En general, la operación de perforación se desarrolla 24 horas al día, 7 días en semana los 365 días del año.

Se asignan dos turnos completos para el desarrollo del proyecto completo.

La perforación se realiza por etapas: perforación, instalación y cementado del casing y continuación de la perforación, repitiéndose hasta que se alcanza la profundidad de la zona objetivo, con lo que el pozo adquiere un perfil de tipo

telescópico.

Una boca permanece en servicio entre 1000 y 2000 metros perforados. La sustitución de la broca de perforación requiere la retirada de la totalidad de la sarta de perforación. Esta operación se denomina “stripping out” y es un proceso que requiere bastantes horas hasta que se completa.

7.2. PERFILES PROFESIONALES INVOLUCRADOS

El conjunto de perfiles profesionales integrados en una operación es realmente muy variado en términos de pluridisciplinariedad, incluyéndose, especialmente, los siguientes:

- Geólogos.
- Geofísicos.
- Petrofísicos.
- Ingenieros de Producción.
- Ingenieros de Yacimiento.
- Gerente del Proyecto.
- Ingenieros de Pozo (Ing. de Perforación).
- Supervisor del emplazamiento del pozo.
- Personal del Contratista de Perforación (Ej: Transocean, etc.).
- Personal de la Compañía de Servicios (Ej: Schlumberger).

7.3. LA FUNCIÓN DEL GERENTE DEL PROYECTO

“El Gerente del Proyecto es responsable de la interfase con el cliente o promotor del proyecto, siendo necesario para gestionar de forma eficiente y rentable los

programas del pozo, incluyendo el cronograma de perforación, el presupuesto, la ejecución y evaluación del proyecto”.

7.4. INGENIERO DEL POZO

La función del Ingeniero de Pozos es entregar un pozo “adecuado a su propósito” que haya cumplido con los objetivos de los arrendatarios de la concesión y de los participantes en el proyecto. En términos generales, es conveniente recordar que:

- Ingeniería puede tomarse de 1 a 6 meses (o más) para cumplir con el objetivo, dependiendo de:
 - Información disponible.
 - Retos técnicos del pozo.
 - Área en la cual se perforará el pozo.
- Sin una ingeniería adecuada se puede esperar la aparición de problemas para cumplir con las expectativas y con el objetivo.

Entre las funciones y tareas a desempeñar por el ingeniero de pozo se encuentran las siguientes:

Contratos:

- Selección de Unidad de Perforación y los materiales requeridos.
- Recomendación sobre los contratos de servicios.

Diseño y Planificación del Pozo:

- Programa de Perforación y Terminación.
- Aprobaciones reglamentarias.

Procedimientos y Contingencias:

- Procedimientos de Perforación.
- Procedimientos para proteger el Medio Ambiente.
- Procedimientos de Respuesta a Emergencias.

Seguimiento de las Operaciones:

- Informes Diarios de Perforación.
- Control de la Logística Operacional.

Enlace con otras Entidades involucradas (Producción, Geología, Contratistas, etc.).

7.5. DIRECCIÓN Y SUPERVISOR EN EL EMPLAZAMIENTO DEL POZO

7.5.1. OFFSHORE INSTALLATION MANAGER (OIM)

Muchos operadores offshore han adoptado un modelo de gestión británico en el que existe la figura del Offshore Installation Manager (OIM), y lo han aplicado a sus operaciones en todas las regiones del mundo, independientemente de las regulaciones locales vigentes. En el Reino Unido, quien desempeña ésta función debe estar registrado oficialmente como OIM en la "Offshore Safety Division of the Health and Safety Executive" y el OIM es responsable de la salud, el bienestar y la seguridad del personal a bordo de la instalación, ya sea una plataforma de perforación o producción, o un buque de apoyo (por ejemplo, un flotel).

La figura y posición del OIM surgió a raíz de la investigación sobre el desastre de la plataforma "Sea Gem" en 1965, en el que la plataforma colapsó y se hundió en el sector sur del Mar del Norte con una pérdida de 13 vidas. Las conclusiones de la investigación recomendaban que "... debería haber una autoridad incuestionable en estas plataformas" y que "... debería haber el equivalente a la labor de control e inspección que hace el capitán de un barco, con suficiente autoridad para interrogar y exigir responsabilidades a los

responsables de diferentes aspectos de la gestión cotidiana del conjunto ". Estas recomendaciones dieron lugar a la aprobación de una ley en 1971, en virtud de la cual se exigen que un OIM registrado esté a cargo de cada instalación.

El OIM es el responsable general de la plataforma y su personal. Su posición es equivalente a la posición de Capitán a bordo de un barco y él / ella debe tomar una serie extensa de cursos de seguridad, medioambientales y de liderazgo para acumular los conocimientos teóricos necesarios para liderar un equipo de hasta 180 miembros.

El OIM también es el responsable general de toda la seguridad del personal a bordo, y se asegura de que todas las operaciones a bordo se realicen de acuerdo con todas las reglas y regulaciones. Él / ella también se asegura de que el representante del cliente se mantenga informado sobre todas las actividades y operaciones a bordo del equipo.

7.5.2. EL TOOLPUSHER

El **Toolpusher** es el encargado general de las operaciones realizadas en la instalación. Supervisa y dirige todas las operaciones y personal de los distintos departamentos de abordaje, con el objetivo de alcanzar las metas y objetivos de la empresa contratante de una manera segura y en un tiempo razonable. Ello incluye una amplia variedad de tareas, como pueden ser proveer del asesoramiento técnico adecuado, coordinar los planes de la compañía explotadora y de la empresa de perforación, gestión del personal y comunicación con el mismo para determinar sus necesidades, aseguramiento de que los informes precisos son completados debidamente, garantizar las operaciones pertinentes de mantenimiento y conservación de toda la instalación, realización de las órdenes de pedido de suministros y equipos, y asegurar el cumplimiento de todas las normas, políticas, procedimientos, normas y regulaciones estatales y corporativas existentes. Por supuesto, se espera que esta persona se encuentre en el lugar de trabajo y pudiendo ser requerida en cualquier momento las 24 horas del día. Suele tratarse de una persona que ha ido escalando puestos en el escalafón del personal de perforación, aglutinando progresivamente experiencia en todos los puestos clave,

sobre todo en el de perforador.

Es responsable de la planificación, coordinación, supervisión y ejecución de los programas del pozo.

Planificación y Coordinación:

- Plan de 24 horas, juntas diarias, reuniones previas al trabajo.
- Dar Instrucciones Escritas al Perforador.
- Elaborar Procedimientos Operacionales detallados.
- Requerimientos de materiales, listas de equipo.
- Planificación logística para 7 días.

Ejecución / Supervisión de las Operaciones:

- Coordina a todos los participantes del proyecto.
- Asegura el cumplimiento del Programa y los Estándares.
- Verifica todo equipo y herramienta que llegue al lugar.
- Maneja los materiales tales como cemento, aditivos químicos para lodos, etc.

Comunicación:

- Informes diarios y otros relativos a la operación.

Administrativas:

- Registro de Costes.
- Recepción y contabilización de Trabajos y Suministros de Contratistas.

Control de Calidad y Seguridad y Salud (QHSE):

- Asegura que la operación sea segura.
- Reuniones de Seguridad.
- Identifica y mitiga los riesgos.

7.5.3. LOGISTICS COORDINATOR (MATERIALS MAN)

El coordinador de logística es responsable del correcto funcionamiento del sistema de gestión de materiales. El/ella es responsable de preparar las requisiciones necesarias para piezas de repuesto y materiales en función de los límites de stock mínimos establecidos, así como de mantener registros precisos de las piezas y materiales utilizados, transferidos, perdidos o recibidos.

Para mantener esta posición, se suele requerir lo siguiente:

- Formación en compras, logística y administración de almacén

- Conocimientos de la terminología de trabajo y de los equipos utilizados en la industria de perforación en alta mar
- Competente en principios de gestión de seguridad
- Conocimiento del sistema de gestión corporativa tipo SAP o similar.
- Fuerte sentido del detalle, combinado con experiencia logística relevante.
- Experiencia internacional, por ejemplo, en la sección de mantenimiento.

7.5.4. RESPONSIBLE DE SEGURIDAD (SAFETY OFFICER)

El oficial de seguridad ayuda a la administración de la plataforma (rig management) a garantizar que el adecuado nivel de protección de salud, seguridad y medio ambiente (HSE) y que se cumplan con las normas y reglamentos aplicables en éste ámbito. Dirige campañas, iniciativas concretas, auditorías, inspecciones e investigaciones relacionadas con la seguridad en el trabajo, con especial énfasis en las normas y reglamentos relativos a la preparación para emergencias.

El Oficial de Seguridad debe tener conocimiento y comprensión de las leyes pertinentes, incluidas las leyes, reglamentos, procedimientos y acuerdos que rigen las operaciones y debe estar familiarizado con los principios de calidad, seguridad y gestión del medio ambiente.

El puesto de Oficial de Seguridad lo ocupa idealmente una persona con un mínimo de 2 años de experiencia en posiciones anteriores de Oficial de Seguridad combinadas con una experiencia mínima de 4 años en el exterior.

7.5.5. CAMP BOSS

El Camp Boss es responsable de todos los servicios del alojamiento y alimentación en la plataforma y dirige la tripulación de catering. Él/ella es responsable de la seguridad, los horarios de trabajo, el contenido del trabajo y la asignación de trabajo del personal de catering, y para mantener las existencias de alimentos. Para mantener esta posición, debe tener una cualificación en Cocinero certificado con un mínimo de cuatro años de experiencia, experiencia mínima de un año como “Chief

Steward” en buques de navegación marítima o una posición similar en la industria offshore. Su puesto requiere competencia en todos los aspectos de la cocina, la higiene de los alimentos, la rotación de existencias y los aspectos nutricionales de la planificación del menú

7.5.6. RIG ADMINISTRATOR

El Rig Administrator organiza la comunicación externa en la plataforma y es responsable de mantener el equipo de radio y telecomunicaciones. Él/ella monitoriza y registra las posiciones de los barcos y helicópteros que visitan la plataforma y mantiene la comunicación con los buques de abastecimiento y de aquellos que están en espera. Además de ver el tráfico de comunicaciones, incluido el tráfico en la frecuencia de emergencia, supervisa los sistemas de detección de incendios y gases a bordo, asiste al OIM con el trabajo administrativo y proporciona el pronóstico del clima diario.

Necesita un certificado GMDSS (GOC) y un buen conocimiento de la administración general. Además de experiencia con la administración general, la experiencia en buques en alta mar o de navegación marítima en una posición similar es un activo, pero no un requisito previo.

7.6. EQUIPO DEL CONTRATISTA DE EQUIPO

Las posiciones principales en el equipo del contratista son:

- Jefe de Equipo.
- Perforador.
- Asistente del Perforador.
- Operador de Torre, Bombeador, Encuellador, “Torrero”, Asistente del Técnico de Lodos, etc.
- Operarios de Plataforma del Equipo.

7.7. EQUIPOS HUMANOS Y PERSONAL DESTACADO EN PLATAFORMA

Dada la complejidad de las operaciones y el gran número de tareas a desarrollar, no es raro ni infrecuente que en una plataforma haya de 80 a 100 personas. En realidad, el límite siempre lo suele establecer la cantidad de plazas en los botes salvavidas y sistemas de evacuación y supervivencia con que cuenta la plataforma. Estas medidas de seguridad se complementan habitualmente con una “inducción” o breve curso de explicación de las reglas de seguridad y normas de la plataforma. Aparte, diariamente se mantienen reuniones de seguridad para evaluar el estado de los sistemas, manteniéndose siempre un flujo constante de informes. Si sucede algo, se investiga y se buscan las causas para evitar que se repita. También se realizan constantes evaluaciones de contaminación alrededor de la plataforma para asegurar que se cumple con lo exigido por la legislación marítima y ambiental.

Es habitual que los profesionales destinados a las plataformas deban asistir a una amplia variedad de cursos de seguridad industrial en estas estructuras. También se exige cada vez más el estar en posesión de las oportunas certificaciones para el trabajo a desempeñar. Muchas compañías, contractualmente, exigen que los trabajadores que van a contratar tengan años de experiencia, con independencia de que no es lo mismo un sondeo en tierra que uno marino.

La duración de las rotaciones de personal en la plataforma también es variable en función de la compañía, del puesto y de la labor desempeñada. El personal de perforación tiene rotaciones más largas que pueden llegar a 30 o 40 días seguidos antes de partir para un turno de descanso. Sin embargo, los cocineros y el personal de limpieza de camarotes y zonas comunes suelen tener rotaciones mucho más cortas, muy frecuentemente semanal.

Un sistema muy corriente suele ser el que consiste en un periodo de 14 días trabajados seguidos de 21 días de descanso; otros sistemas se basan en trabajar durante 1 ó 2 semanas y descansar por igual periodo, o en trabajar dos y descansar otras dos y así progresivamente hasta llegar a un turno de un mes, seguido de otro mes de descanso; y, en algunas ocasiones, debido a las especiales circunstancias del servicio prestado, tendréis que trabajar hasta que el trabajo esté terminado.

En relación con horario, hay que decir que se rondan las ochenta a cien horas semanales, lo cual podría parecer una semana de trabajo muy larga y agotadora. Aunque cada compañía establece sus criterios, en éste sector En términos generales, las jornadas son habitualmente de 12 horas continuadas, con turnos de medianoche a mediodía o de seis de la mañana a seis de la tarde. En cada turno hay, aproximadamente, la mitad del personal para garantizar la presencia constante de trabajadores en todas las operaciones. Hay que considerar que los empleados se encuentran en el puesto de trabajo las 24 horas del día, lo cual evita los problemas inherentes a los trabajos en tierra, tales como levantarse con prisa para conducir al lugar de trabajo, tener que comer el almuerzo o bocadillo de media mañana apresuradamente, etc.

Por otro lado, el tiempo libre de que se dispone en este tipo de trabajos es una de las atracciones principales del mismo. Pocas ocupaciones dan al empleado tal cantidad de tiempo para desarrollar sus actividades privadas y familiares, o para dedicarse a otra actividad profesional o negocio.

Con respecto a las condiciones de vida y la necesidad de hacer más llevadero el aislamiento, las instalaciones cuentan camarotes cómodamente equipados, buenas comunicaciones, cocinas bien equipadas, gimnasio, salas de ocio, etc. Se trata de hacer la estancia confortable, compensando la dureza del trabajo y asegurando con ello la calidad del trabajo. Aun así, no se puede negar que la vida y las condiciones de trabajo a bordo de esta clase de instalaciones industriales son duras y estrictas.

Lo cierto es que las condiciones de aislamiento extremo de un lugar tan peculiar, la presencia de un medio hostil, como es el mar abierto, rodeando toda la instalación y las condiciones de calor y frío intensos no dejan a nadie impasible. Hay que tener en cuenta que las condiciones varían en función del puesto. Así, los empleados de extracción y construcción, y sus ayudantes, trabajan al aire libre en las condiciones más duras; los geólogos e ingenieros dividen su trabajo entre las oficinas y la planta, siendo sus condiciones intermedias; y los gerentes, ejecutivos y personal administrativo trabajan en las oficinas, disfrutando de las condiciones más confortables.

El trabajar a bordo de una plataforma petrolífera ofrece una serie de ventajas e inconvenientes que deben ser tenidos en cuenta y valorados antes de decidirse a buscar trabajo en este sector.

VENTAJAS:

- Interesantes condiciones económicas provenientes de la combinación entre ingresos altos o relativamente altos y una carencia de gastos debido a la gratuidad del alojamiento y manutención.
- Desempeño de una actividad laboral totalmente internacionalizada, donde no será infrecuente tener que viajar por el mundo y trabajar en un entorno totalmente multicultural y plurinacional.
- Concentración de las tareas en turnos de trabajo largos y exigentes, lo que significa largos o relativamente largos turnos de descanso.
- Dependiendo de la compañía, también entran en éste capítulo la oportunidad de ascensos y promociones.
- Dependiendo del país y su desarrollo en el ámbito de los hidrocarburos y servicios asociados, cabe también incluir las posibilidades de cambiar

de empresa y/o destino una vez que se ha accedido a un determinado puesto.

INCONVENIENTES:

- Largos turnos y jornadas de trabajo extensas (12-14 horas diarias y 7 días a la semana).
- En muchos casos, necesidad de periodo de adaptación a las condiciones de trabajo en el mar y sus cambios que pueden producir mareos y síntomas diversos a los no acostumbrados.
- Disponibilidad laboral continua. Aunque el personal esté en sus horas libres, se le considera dispuesto para unirse al trabajo en cualquier momento.
- Alojamiento pequeño y compartido, muy lejos de las comodidades del hogar, compartido por al menos dos personas, que exige mutuo entendimiento y cooperación.

Fuente: Maersk Drilling

7.8. ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS HUMANOS

Al igual que en los demás sectores de la extracción de materias primas, en los últimos años el incremento de mujeres en la industria de los hidrocarburos es absolutamente significativo, incluso en cargos de alta gerencia.

Existe una amplia variedad de puestos de trabajo en las instalaciones marítimas de prospección y explotación de gas y petróleo y cada uno de ellos presenta unas exigencias determinadas y ofrece unas condiciones económicas en contrapartida. El mayor grupo de trabajadores está formado por los que se dedican a tareas de construcción y a labores de perforación y extracción de crudo, lo cual representa alrededor de un 30 a 35% del total; siendo el resto del personal gerentes, administrativos y personal de oficina. Por supuesto, el abanico de salarios también es muy amplio, en relación con cada una de las categorías profesionales. Las empresas petrolíferas contratan a personal de todo el mundo y con diversa formación.

Por otra parte, hay que considerar que todas las compañías quieren que el empleado ascienda. Necesitan operarios y técnicos preparados y expertos, lo cual hace que muchas de ellas lleven a cabo excelentes programas de entrenamiento y preparación. A continuación, la lista de departamentos y secciones existentes en las estas instalaciones marítimas.

7.8.1. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

Especialista en Fracturación Hidráulica: Desempeña las funciones de asesoramiento y consejo en materia de sistemas hidráulicos de fractura. Coordina con los departamentos de explotación y producción la aplicación de sistemas más precisos, con posterior evaluación de sus posibles beneficios y problemas, para lo cual debe realizar la identificación de los problemas que se presenten y proponer las soluciones a los mismos. Participa directamente en la investigación y desarrollo de proyectos en sistemas de fractura hidráulica de alta tecnología. Para éste puesto, se requiere que esté en posesión de una titulación en ingeniería del petróleo, mecánica, química o matemáticas aplicadas, así como una experiencia mínima de 15 años en técnicas de fractura hidráulica, analítica de presión de fractura, procesos informáticos para sistemas de fractura y en sistemas de fluidos para fractura y en geomecánica.

Ingeniero de Corrosión: Realiza la asesoría y preparación a técnicos e ingenieros en materia de tratamientos químicos, recubrimientos y materiales no metálicos, así como en materia de desarrollo de técnicas y especificaciones para aplicación de recubrimientos exteriores o interiores, sellados y materiales impermeabilizantes y anti incendio. También se ocupa de la realización de auditorías sobre actividades y trabajos de aislamiento y pintura industrial, aparte de la supervisión del trabajo de laboratorio en esta materia. Para el desempeño de las funciones de éste puesto se suele requerir una titulación en ingeniería química o equivalente, con una experiencia previa de entre 7 y 10 años en la industria petrolífera o del gas, aparte de acreditar una experiencia específica en diferentes tratamientos químicos para tuberías, tanques, buques, etc., como pueden ser las resinas reforzadas.

Ingeniero de Sistemas de Elevación: Entre sus funciones están las de asesoramiento y consejo en materia de sistemas artificiales de elevación, coordinación con los departamentos de explotación y producción para la aplicación de sistemas más precisos con posterior evaluación de sus posibles beneficios y problemas, identificación de problemas y proposición de soluciones a los mismos y, finalmente, participación en investigación y desarrollo de proyectos en sistemas de alta tecnología. Para ocupar éste puesto, se suele exigir al menos una titulación en ingeniería del petróleo, mecánica o alguna otra especialidad relacionada, como la ingeniería química, matemáticas aplicadas o ingeniería de recursos energéticos, además de una experiencia de entre 10 y 15 años en el ejercicio de alguna de las citadas especialidades. Se exige también un conocimiento técnico extenso en relación con métodos de extracción y bombeo, así como en su diseño y preparación, con conocimiento de sus ventajas y posibles inconvenientes. También se exige capacidad para trabajar en grupos multidisciplinarios de ingenieros dedicados a las distintas labores de perforación y extracción a bordo de instalaciones marítimas de explotación.

Ingeniero de Sistemas Submarinos: Es el responsable de todo lo relativo a las estructuras de estabilización y compensación de la plataforma y de las medidas de prevención de accidentes relativos a las estructuras submarinas de la estación, siendo además el responsable máximo del sistema BOP (Blow Out Prevention) de prevención de fugas, así como del mantenimiento y reparación de dichas instalaciones. Además, es responsable de los distintos proyectos y trabajos en aguas profundas, como pueden ser el desarrollo de los diseños de canalización submarina, análisis de estabilidad de fondos, tests de presión, operaciones de anclaje y fijación de estructuras, etc. Para ocupar éste puesto, se exige una titulación en ingeniería de sistemas hidráulicos, mecánicos, neumáticos y de control, además de una extensa experiencia en el campo de la instalación de sistemas de producción de petróleo o gas, así como en sistemas de control submarinos.

Ingeniero de Fluidos de Perforación: Sus funciones son las de preparar, controlar, tomar muestras y analizar los fluidos de perforación utilizados en la operación. Para éste puesto se requiere habitualmente estar en posesión de una titulación en ingeniería química o similar, así como un amplio conocimiento de sistemas, equipos y procedimientos de perforación y una experiencia mínima de 5 años en la profesión o en situación subordinada.

Ingeniero de Operaciones y Mantenimiento: Es el máximo responsable de que

todos los diseños originales de la fase de ingeniería lleguen a plasmarse en realidades técnicas operativas y asegurar que las instalaciones en desarrollo alcanzarán las especificaciones inicialmente planeadas de una forma acertada y segura, consiguiendo al mismo tiempo unos objetivos de competitividad comercial a través de una optimización de costes en los procesos de preparación de la instalación y producción. Sus responsabilidades también incluyen la preparación de manuales y especificaciones sobre técnicas operativas y de mantenimiento, así como diversos planes de entrenamiento y el desarrollo de las estrategias para llevar a cabo las distintas fases del proyecto. Además, para lograr todos estos objetivos, deberá coordinar al cuerpo de ingenieros con los conocimientos requeridos y expertos en campos específicos, como la logística y los suministros, manuales y terminología técnica, y procedimientos, con el fin de superar posibles obstáculos y dificultades. Por tanto, su labor se inicia en las oficinas de la empresa en tierra, pero, una vez los detalles técnicos y de ingeniería del proyecto se encuentran en un estado avanzado, el responsable puede ser requerido en el lugar de realización de los trabajos para supervisar la conclusión de los mismos. Para éste puesto se requiere habitualmente estar en posesión de una titulación oficial en ingeniería, así como una experiencia mínima de 15 años en operaciones en instalaciones de petróleo o gas, siendo imprescindible la experiencia previa en estas funciones y servicios a una empresa de gran envergadura en puesto similar.

Ingeniero de Perforación: Entre sus funciones se encuentra la de supervisar las operaciones de perforación. Es la persona que lleva a cabo la coordinación con los departamentos de exploración y de producción, especialmente cuando se trata de trabajar con técnicas de perforación novedosas y avanzadas o realizar el estudio para su posible aplicación para alcanzar unos objetivos marcados o resolver un problema concreto. También realiza la identificación de potenciales problemas y recomienda las soluciones más pertinentes, participa en programas de investigación y desarrollo de proyectos, lleva a cabo seminarios y procesos de entrenamiento de ingenieros en este campo tan específico y realiza auditorías sobre aspectos y operaciones en curso con el fin de recomendar las acciones oportunas y los cambios que resulten necesarios. Para cubrir éste puesto se requiere una titulación oficial en ingeniería mecánica, química o en otra disciplina de ingeniería relacionada con este puesto, además de una formación específica en procedimientos y técnicas de perforación y de una experiencia mínima de 10 años en estas funciones.

Ingeniero de Petróleo: Es el responsable del desarrollo, en colaboración con un equipo de científicos y otros ingenieros, de códigos para simuladores de reservas

que precisan escalas de cómputo de gran envergadura. También se ocupa de la realización de tests de análisis de pozos y yacimientos, de la aplicación de principios de química, ingeniería, matemáticas y física a la recuperación y separación de hidrocarburos y del asesoramiento y consejo en este campo de conocimiento tan específico. Coordina con los departamentos de explotación y producción la aplicación de sistemas más precisos, con posterior evaluación de sus posibles beneficios y problemas, realiza la identificación de problemas y la propuesta de soluciones, participa en proyectos de investigación y desarrollo de alta tecnología y lleva a cabo seminarios y programas de entrenamiento de ingenieros en este campo. Finalmente, también se ocupa de llevar a cabo auditorías sobre determinados aspectos de las operaciones en curso con el fin de recomendar cualquier acción o cambio que sea necesario. Para ocupar éste puesto, se requiere una titulación en ingeniería de perforación o del petróleo y un buen conocimiento y experiencia en utilización de equipos y procedimientos para control de pozos y yacimientos, a lo que hay que añadir experiencia previa en diseño y desarrollo de pozos verticales, horizontales o multidireccionales en instalaciones de explotación de gas o petróleo. También se piden antecedentes en simulación numérica de reservas, conocimientos en lenguajes de programación y entre 10 y 15 años de experiencia profesional en este mismo o similar empleo.

Ingeniero de Proyecto: Tiene la función de apoyar al jefe de proyecto y mantenimiento desde los estudios y diseños originales, organizando y optimizando el trabajo preparatorio en la instalación, hasta su terminación y, posteriormente, durante la ejecución de las operaciones de puesta en marcha. Para éste puesto se requiere una titulación en ingeniería y una experiencia mínima de 10 años en el ejercicio de la profesión.

Ingeniero de Termodinámica: Tiene la función de dar empuje al desarrollo y puesta en marcha de modelos de simulación de reservas, desarrollar modelos termodinámicos para sistemas complejos de hidrocarburos y llevar a cabo pruebas de simulación de flujo de fluidos de reserva a través de sistemas de tuberías y maquinaria. Para éste puesto, se suele requerir una titulación en ingeniería del petróleo o química y una experiencia mínima de 10 años en la industria del petróleo o gas.

Ingeniero Geotécnico: Se dedica a labores de estudio y valoración de las condiciones geológicas del lugar, de cara a la construcción segura y estable de todo tipo de estructuras y teniendo en cuenta los requisitos de seguridad necesarios para las mismas en caso de terremoto, corrimiento de tierras o cualquier otro incidente

natural. Para éste puesto se demanda una titulación en ingeniería geofísica y una experiencia mínima de 5 años en la profesión.

Sección de Ingeniería Civil

Jefe de Ingeniería Civil: Coordina proyectos de diferentes clientes, presta asesoramiento en temas técnicos y de procedimiento en materia de ingeniería civil y estructural. También tiene entre sus funciones el identificar nuevas tecnologías y sistemas con el fin de alcanzar el pleno desarrollo de los diferentes proyectos, manteniendo los costes en un nivel competitivo. Para ello, se responsabiliza de coordinar diferentes departamentos de ingeniería para analizar los más novedosos y más avanzados sistemas, herramientas, técnicas y conocimientos con el fin de valorar su posible aplicación a los proyectos en curso para alcanzar el desarrollo de los mismos en tiempo y modo eficaz. A estas funciones se añade las de realización de auditorías sobre los distintos aspectos de las operaciones con el fin de recomendar las acciones y cambios necesarios así como el prestar asistencia en la dirección de procesos de entrenamiento de los ingenieros civiles de reciente contratación. Para éste puesto se suele exigir una titulación en ingeniería civil o de estructuras con un extenso conocimiento y background en herramientas, procedimientos y sistemas asociados en proyectos relacionados con el petróleo y el gas. Se requiere además una cierta habilidad para las relaciones interpersonales y de liderato, aparte de una amplia experiencia en el sector no inferior a 12 años.

Supervisor de Construcción Civil: Es el responsable de la supervisión de concretos de trabajos de ingeniería civil en instalaciones petrolíferas o de gas en el mar. Para éste puesto, se requiere una titulación de ingeniero civil con al menos 10 años de experiencia en el campo de la construcción civil y la dirección.

Ingeniero Civil: Desarrolla las funciones de asesoramiento y consejo en materia y procedimientos de ingeniería civil y de estructuras, diseño estructural de elementos diversos, tales como armazones de acero, basamentos, fijaciones para sistemas de anclaje, soportes para canalizaciones y tuberías, etc., así como la preparación de las correspondientes especificaciones técnicas para los mismos. Realiza estudios y análisis detallados de las estructuras existentes, a fin de evaluar posibles problemas y necesidades para dar la mejor solución técnica y económica. Participa en la identificación de nuevas tecnologías y en la coordinación con otros departamentos para llevar a término los diferentes proyectos civiles y reducir costes.

Realiza auditorías sobre los distintos aspectos de las operaciones en curso para recomendar las acciones y cambios que sean necesarios. Para éste puesto se demanda una titulación en ingeniería civil o de estructuras con una experiencia mínima de 15 años en puesto similar y un extenso conocimiento de herramientas,

prácticas y sistemas estructurales y de ingeniería civil, así como de sistemas informáticos y programación relacionada con proyectos industriales de gas o petróleo. Se requiere una capacidad para diseñar estructuras civiles de acero y cemento.

7.8.2. DEPARTAMENTO DE PERFORACIÓN

Ingeniero de Perforación: Supervisa las operaciones de perforación en coordinación con los departamentos de exploración y producción en aquellos aspectos que tengan relación con técnicas de perforación novedosas y avanzadas, así como el estudio para su posible aplicación a los objetivos y problemas en curso. Debe afrontar responsablemente la identificación de potenciales problemas que puedan presentarse y aportar su recomendación sobre las soluciones pertinentes más adecuadas al caso concreto. También participa en programas de investigación y desarrollo de proyectos, dirige y presenta seminarios y procesos de entrenamiento de ingenieros en este campo y lleva a cabo la realización de auditorías sobre aspectos y operaciones con el fin de recomendar las acciones y cambios necesarios. Para éste puesto se requiere una titulación oficial en ingeniería mecánica, química o en otra disciplina de ingeniería relacionada con este puesto, además de una formación y experiencia mínima en materia de procedimientos y técnicas de perforación.

Perforador: Es el responsable del desarrollo de todos los procesos de perforación y de la maquinaria usada en los mismos, por lo que es uno de los puestos de mayor responsabilidad. Supervisa a todo el personal de perforación y los trabajos que se realizan en este departamento, mantiene al día los diarios de registro para los ingenieros y participa en las reuniones y entrenamientos de seguridad y prevención de riesgos diseñados para evitar cualquier posible problema o accidente. Para cubrir éste puesto, se requieren un extenso y completo conocimiento técnico y mecánico sobre los sistemas de perforación y los fluidos de perforación y un extenso entrenamiento previo en la utilización de estos sistemas y en seguridad y prevención de riesgos, siendo recomendable haber participado en cursos más específicos.

Asistente de Perforador: Es la persona a cargo de la instalación de perforación cuando el perforador no se encuentra en ella. Supervisa a todo el personal de

perforación y los trabajos que se realizan en este departamento, mantiene al día y actualizados los diarios de registro para el perforador y dirige y/o participa en las reuniones y entrenamientos de seguridad y prevención de riesgos diseñados para evitar cualquier posible problema o accidente. Conforme a las características del puesto, se requieren importantes conocimientos técnicos y mecánicos, teniendo que estar muy familiarizado con sistemas y fluidos de perforación, además de tener un entrenamiento previo en seguridad y prevención de riesgos.

“Mud Logger”: Se encarga de la toma de muestras del fluido de perforación y de su análisis. Para éste puesto se requiere un conocimiento técnico adecuado y una cierta experiencia previa en este campo.

Operario de Torre Perforadora (“Derrickman”): Es el último responsable de la torre de perforación (torre derrick), de la cual recibe su nombre. La mayor parte del tiempo se encuentra subido a ella durante los procesos de perforación y extracción, asistiendo al perforador en los procesos de subida y bajada de los elementos de perforación y de los segmentos de tubería que forman la sarta de perforación. Es el encargado de la inspección de la torre y del mantenimiento del equipo en perfecto estado de funcionamiento, elaborando los correspondientes informes. Cuando no se encuentra en la torre, controla la sala de bombas, asegurando que el proceso de mezcla de los fluidos de perforación se hace de forma correcta y segura, garantizándose su correcta viscosidad y composición química. En algunas ocasiones, presta asistencia a los roughneck y puede sustituir al perforador cuando se encuentra fuera de turno, temporalmente ausente o demasiado ocupado. Normalmente éste puesto se cubre con personal con conocimientos técnicos adecuados al puesto, obtenidos en el ejercicio de tal actividad o en puesto subordinado.

Operario de Bombeo (Pumpman): Asiste al operario de la torre de perforación en las diferentes operaciones llevadas a cabo en la sala de bombas, supervisando el fluido de perforación, asegurando su adecuada viscosidad y peso, etc. Algunas veces, puede ser requerido para trabajar como roughneck en la planta de perforación.

Mudman / Shakerman: Es el responsable del control de las cribas de separación del detritus de la perforación la sala de agitadores durante el proceso de perforación, monitorizando y controlando los agitadores, que son un sistema diseñado para separar los restos provenientes de perforación del líquido utilizado en ella mediante diferentes membranas vibrantes. Se encarga, igualmente, de controlar las propiedades del lodo resultante para evitar problemas y potenciales accidentes. Puede ser requerido para prestar asistencia a los peones.

Peón Especialista: Son los responsables de las tareas generales de la plataforma de perforación, como es el caso del mantenimiento de las zonas de cubierta limpias

y en orden, eliminación de óxido, pintura, etc. También se ocupan del suministro de cualquier clase de equipo o herramienta requerida, así como de asistir al operador de grúa a descargar los suministros y equipos desde los barcos, enganche y desenganche de la carga y el guiado de las maniobras de la grúa. Se trata de un puesto de trabajo considerado de base, aunque requiere alguna formación técnica y 6 meses de experiencia en puesto de entrada como roustabout en instalación de perforación terrestre o marítima.

Peón de Plataforma: Entre sus funciones está el responsabilizarse de las tareas generales como son el mantener las zonas de cubierta limpias y en orden, eliminación de óxido, pintura, etc.; suministrar cualquier clase de equipo o herramienta requerida, así como asistir al operador de grúa a descargar los suministros y equipos desde los barcos, enganchando y desenganchando la carga y guiando las maniobras de la grúa. Es un puesto de entrada que no requiere experiencia previa.

7.8.3. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Supervisor de Mantenimiento: Supervisa la totalidad de las actividades y trabajos del departamento y su personal, siendo el máximo responsable del mantenimiento de los equipos, instrumentos, herramientas y maquinaria eléctrica y mecánica en buen estado de conservación y funcionamiento.

Mantenimiento Eléctrico:

Electricista Jefe: Es el responsable de toda la instalación eléctrica de la plataforma, su correcto funcionamiento y de sus eventuales reparaciones, además de dirigir a todo el personal de esta sección.

Electricista: Es el responsable de las operaciones diarias de mantenimiento y reparación en los sistemas eléctricos de la instalación, tales como generadores, alternadores, componentes y sistemas eléctricos de los motores, etc. Monitoriza y

controla indicadores y sistemas de medición, recogiendo datos para el electricista jefe, el supervisor de mantenimiento y los ingenieros. El electricista debe ser una persona hábil e improvisadora, capaz de dar solución inmediata a problemas o fallos inesperados. Este puesto cuenta con posibilidades de promoción al de electricista jefe.

Electricista Asistente: Ayuda a los electricistas en sus funciones, pudiendo llegar a tal puesto.

Mantenimiento Mecánico:

Mecánico Jefe: Responsable de toda la instalación mecánica de la plataforma y de su personal, su correcto funcionamiento y posible reparación.

Mecánico: Se encarga del mantenimiento de toda la instalación mecánica de la plataforma, así como de ejecutar las reparaciones oportunas, pudiendo ser ascendido a mecánico jefe.

Mecánico Asistente: Ayuda a los mecánicos en sus funciones, pudiendo llegar a ocupar tal puesto.

Motorman: Responsable de asegurar el correcto y normal funcionamiento de los motores, sistemas de combustible, sistemas de agua, sistemas de desalación de agua marina en agua potable, suministro de aire y, en general, de todos los mecanismos relacionados y presentes en los procesos de perforación, todo ello orientado a un funcionamiento exacto que evite retrasos o paradas de sistema.

Mantenimiento de Aire Acondicionado y Climatización:

Jefe Técnico en Aire Acondicionado: Responsable de todo lo relativo al mantenimiento y reparación de toda la instalación. Se subordina al supervisor de mantenimiento.

7.8.4. DEPARTAMENTO NÁUTICO

Capitán: Sólo está presente en las plataformas autopropulsadas y, por supuesto, en los barcos FPSO. Dirige y supervisa todas las operaciones del buque, tanto en aguas jurisdiccionales como en alta mar. Determina el curso, las maniobras para evitar peligros y revisa continuamente la posición de la instalación. Maneja la maquinaria y comunica con otros barcos, por sí mismo o a través de subordinados. Supervisa los procedimientos de seguridad a bordo, del mantenimiento general y de las operaciones de carga y descarga. Además, lleva los diarios y registros de navegación.

Barge Supervisor: En las plataformas semisumergibles, se encarga de supervisar y coordinar las operaciones en la sala de control, siendo responsable de los procesos de lastrado y estabilización de la instalación, de las operaciones de

Técnico en Aire Acondicionado: Responsable de todo lo relativo al sistema del aire de la instalación en relación con el mantenimiento y reparación.

Personal General de Mantenimiento:

Capataz de Mantenimiento: Supervisa y dirige a un equipo de roustabouts dedicados a tareas de mantenimiento general.

Pintor: Responsable de todo lo relativo a pinturas y mantenimiento externo de la estructura de la instalación.

Soldador: Reparaciones y trabajos de soldadura en las estructuras metálicas. Los soldadores han de estar muy capacitados y mostrar un alto grado de preparación, pues la seguridad general en la instalación depende de ello. Pueden permanecer de forma fija en una explotación o ser desplazados continuamente a distintos lugares de trabajo para participar en distintos proyectos.

Peón de Plataforma: Sus funciones han sido ya descritas.

transporte y manipulación de suministros, comprobación de la correcta distribución de pesos en las operaciones de carga y descarga, tareas generales de reparación y mantenimiento, y de la supervisión de procedimientos y entrenamientos de seguridad y evacuación de la instalación en caso de necesidad.

Ingeniero de Estabilidad: Está a cargo de todas las operaciones llevadas a cabo para controlar la estabilidad de la instalación. Dirige las operaciones de manipulación y traslado de mercancías, los sistemas de lastre y de estabilidad, operaciones de carga y descarga para asegurar que las diferentes cargas son colocadas de acuerdo con las especificaciones de estabilidad de la instalación, y diseña y desarrolla procedimientos y entrenamientos de seguridad y evacuación de emergencia.

Controlador de Lastres: Responsable de ciertas operaciones relativas a la estabilización de la instalación. De manera más concreta, se encarga del control del sistema de válvulas que permite la salida y entrada del agua de mar en tanques diseñados para lastrar y estabilizar toda la plataforma.

Marinero Cualificado: Participa en las operaciones de vigilancia del barco y de la navegación, comprobación de la profundidad de las aguas en zonas de poca

profundidad; manejo de los distintos aparejos del barco (material de carga y descarga, ganchos y cordaje, anclas, bombas, mangueras, botes salvavidas, etc.); y realización de tareas generales de mantenimiento y limpieza como pueden ser eliminación de óxido, limpieza y pulido de elementos metálicos, cepillado y pintura.

Marinero Ordinario: Desarrolla tareas de limpieza y mantenimiento de todos las áreas del barco, así como colaboración en todos los trabajos de manipulación de materiales y útiles que no requieran de una formación especializada.

7.8.5. DEPARTAMENTO DE TRABAJOS SUBMARINOS:

Ingeniero Especialista en Sistemas Submarinos: Responsable de todo lo relativo a las estructuras de estabilización y compensación de la plataforma, de las medidas de prevención de accidentes relativos a las estructuras submarinas de la estación, siendo el responsable máximo del sistema BOP (Blowout Prevention) de prevención de fugas, así como del mantenimiento y reparación de dichas instalaciones. Además, es responsable de los distintos proyectos y trabajos en aguas profundas, como pueden ser el desarrollo fáctico de diseños de canalización submarina, análisis de estabilidad de fondos, tests de presión, operaciones de anclaje y fijación de estructuras, etc. Paa éste puesto se requiere una titulación en ingeniería de sistemas hidráulicos, mecánicos, neumáticos y de control; extensa experiencia en el campo de la instalación de sistemas de producción de petróleo o gas, así como en sistemas de control submarinos.

Asistente Ingeniero Especialista en Sistemas Submarinos: Sus funciones son las de ayudar al ingeniero de trabajos submarinos en los aspectos técnicos del trabajo realizado en este departamento. Suele tratarse de una persona con una actividad previa en temas mecánicos, de hidráulica y neumática, que ha recibido un entrenamiento especial para realizar estas funciones y con extensa experiencia previa en un puesto relacionado con este campo en una instalación marítima.

Buzo: Responsable de la realización de todos los trabajos y tareas submarinas bajo la dirección del ingeniero del departamento o de su asistente. Inspeccionan y reparan las diferentes instalaciones y maquinaria submarina, y están al cargo del equipo de inmersión.

7.8.6. DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES

Personal de Cubierta:

Operador de Grúa: Operación del sistema de grúas de la instalación, lo cual no es una tarea fácil, teniendo en cuenta la situación de viento y oleaje que presenta el lugar. Las operaciones de carga y descarga pueden llegar a resultar una tarea

delicada que requiere buenos reflejos y una actitud adecuada. La persona al cargo de las grúas debe revisar su estabilidad, asegurarse de que las cargas no son demasiado pesadas para su manejo y mantenerlas en buen estado, asegurando su correcta limpieza, pintura y mantenimiento.

Asistente de Operador de Grúa: Presta asistencia al operador de grúa en las tareas propias de su cargo. Suele tratarse de un roustabout con experiencia en el puesto y que ha adquirido la preparación técnica adecuada para el manejo de este tipo de maquinaria.

Capataz de Mantenimiento: Supervisa y dirige a un equipo de roustabouts dedicados a tareas de mantenimiento general. Suele tratarse de una promoción desde roustabout o puesto similar, con cierta experiencia en el mismo.

Peón de Plataforma: Puesto ya descrito anteriormente.

Personal Médico:

Médico: Responsable de prestar asistencia médica al personal, revisar periódicamente su estado, expedir medicamentos, mantener el material sanitario y llevar a cabo la redacción de informes médicos.

Enfermera: Sus funciones son las de asistir a cualquier miembro del personal y poner en práctica los tratamientos médicos a ellos encomendados, así como hacer los informes pertinentes a los médicos.

Puestos Diversos: En aquellas instalaciones en las que todavía subsisten sistemas antiguos, se requiere disponer de personal que desempeñe diversas funciones que poco a poco van desapareciendo

Encargado de Almacén: El almacenista está a cargo del depósito de provisiones y se encarga de la organización de las mercancías y suministros y de su adecuado inventario, así como de proveer al personal de todo lo que necesitan para la

realización de sus respectivas labores.

Operador de Calderas: Responsable de ciertas funciones básicas en la sala de calderas, tales como seguimiento de indicadores de temperatura, presión y estado de los diferentes sistemas, así como mantenimiento básico de los mismos.

Operador de Radio y Telecomunicaciones: Responsable de las operaciones realizadas en la sala de radio, sistemas de comunicación, listas de personal y de procedimientos de emergencia, etc.

Personal de Administración: Diversas labores de contenido administrativo características de este puesto.

Personal de Andamios: Responsables del montaje de andamios y estructuras provisionales para sostener a trabajadores y materiales durante la construcción, mantenimiento y reparación de diferentes estructuras. Es un trabajo itinerante, dependiendo de las exigencias y necesidades de la compañía.

Personal de Camarotes: Colabora en la cocina y lleva a cabo labores de limpieza y mantenimiento en general de la cocina y las habitaciones.

Responsable de Prevención de Riesgos: Es un trabajo itinerante, dependiendo de las exigencias y necesidades de la compañía. Este puesto requiere experiencia en operaciones de perforación y trabajos realizados tanto en instalaciones en tierra como en explotaciones marítimas, así como extenso conocimiento de todo tipo de equipos y sistemas relativos a esta industria; experiencia en manejo de sistemas informáticos y cualidades organizativas y de comunicación interpersonal; extensa formación en temas de procedimientos, normas y regulaciones, y política particular sobre seguridad abordando instalaciones marítimas; certificado en BOP (Blowout Prevention), control de pozos y prospecciones, asesoramiento sobre riesgos y otros cursos relativos a temas de seguridad; experiencia en entrenamiento de personal.

7.8.7. DEPARTAMENTO DE CATERING Y SERVICIOS

Encargado del Departamento de Cátering: Es el máximo responsable de este departamento, cuya función abarca todo lo relativo a la restauración, preparación de alimentos y su control de calidad. Para el desempeño de éste puesto se requiere formación culinaria oficial y extensa experiencia en puesto similar a bordo o en instalación hostelera en tierra.

Cocinero: Supervisa las labores de preparación de todos los alimentos y es el responsable de todos los operarios encargados de la cocina. Puede ascender a encargado del departamento de cátering.

Panadero/Repostero: Se dedica a la preparación de productos de panadería, hojaldres y masa para repostería.

Ayudante de Cocina: Desempeña tareas generales de limpieza de toda la cocina

y de sus utensilios, desempaqueta los productos y se encarga de su almacenamiento. Asiste al cocinero y a los demás empleados de la cocina en sus funciones. Es un puesto de entrada que no requiere experiencia previa.

Limpiador de Cocina: Sus tareas son las de limpieza y mantenimiento general de la cocina. Habitualmente es también un puesto de entrada que no requiere experiencia previa.

Friegaplatos: Se ocupa de la limpieza y mantenimiento general de las dependencias de cocina destinadas al servicio del personal de la instalación. Es un puesto de entrada que no requiere experiencia previa.

Camarero: Atención directa al personal, ofreciendo explicación sobre comidas y platos que sirve él mismo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernaola Alonso, J. (2004). "Introducción a los sondeos de petróleo y gas". Fundación Gómez Pardo. Universidad Politécnica de Madrid.

Beroiz C. (1994) "Origen, Migración y Acumulación del Petróleo y Gas". Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas (Madrid).

Bourgoyne, A; Millheim, K.; Chenevert, M.; Young, F.S. (s/f) "Applied Drilling Engineering".

Galp (2010): Perforación". <https://www.galpenergia.com/> (Consultado en Feb. 2020).

Gervilla, M. (2017). "Pozos para la Exploración y Producción de Hidrocarburos". Ciclo de Conferencias "Los Hidrocarburos en Nuestra Vida Diaria". Instituto Geológico y Minero de España & ACIEP. <https://www.aciep.com/> (Consultado en Feb. 2020).

Hyne, Norman J. (2001) "Nontechnical Guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling and Production". Penn Well Corporation (Tulsa, Oklahoma. EE.UU.) ISBN 0-87814-823-X.

Menendez Castro, A. (2013). "Aspectos de Producción". Instituto Mexicano del Petróleo. <http://http://www.oilproduction.net/> (Consultado en Feb. 2020).

Murchinson, William J. (sin fecha) "Rules of Thumb for the Man on the Rig"

Neumann, H.J.; Paczynska-Lahme, B.; Severin, D. (1981) "Composition and Properties of Petroleum". Ed. Enke.

Petroleum Extension Services The University of Texas. (s/f) "Drilling Fluid Control". The University of Texas. AT Austin Texas

Proskuriakov, V.A.; Drabkin, A.E., (1984) "Química del Petróleo y del Gas". Editorial Mir.

Refeenering (2014) "Petróleo y gas en aguas profundas: plataformas SPAR". <https://refineering.wordpress.com/> (Consultado en Feb. 2020).

Speight, J.C. (1980) "The Chemistry and Technology of Petroleum". Marcel Dekker Inc.

YPF (s/f). "Extracción Convencional"; <https://www.ypf.com/> (Consultado en Feb. 2020).

YPF (s/f). "Extracción No Convencional"; <https://www.ypf.com/> (Consultado en Feb. 2020).

YPF (s/f). "Extracción Offshore"; <https://www.ypf.com/> (Consultado en Feb. 2020).

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGIA
LABORATORIO DE INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍAS MINERAS

TECHNICAL UNIVERSITY OF MADRID
HIGHER TECHNICAL SCHOOL OF MINES AND ENERGY
MINING TECHNOLOGIES INNOVATION LABORATORY