



| Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo | | | |
|--|--------------------------------|---------------------------|------------------------|
| P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA | | | |
| Asignatura: | PERFORACIÓN I | | |
| Profesor Titular: | Ing° Claudio RODRIGUEZ | | |
| Carrera: | Ingeniería de Petróleos | | |
| Año: 2024 | Semestre: 7° | Horas Semestre: 60 | Horas Semana: 4 |

A. FUNDAMENTACIÓN

El nuevo profesional deberá estar preparado para desarrollar su actividad y obtener resultados interpretando la realidad de la región, del país y su inserción en el mundo del petróleo.

Su actividad profesional se llevará a cabo en áreas fundamentalmente técnicas, sin descuidar la correcta administración de los recursos utilizados, el impacto social causado y el cuidado del medioambiente. Esto implica que debe ser una persona de bien y poseer una sólida formación técnica en lo referente a planificación, estudios, proyectos, operación y control de equipos de perforación y la programación del pozo, compatible con el equipamiento seleccionado, teniendo en cuenta la faz económica, de higiene y seguridad, de gestión ambiental y de gerenciamiento de la operacion.

La Universidad debe aportar herramientas que lo conviertan en un profesional con solvencia para afrontar con éxito los problemas surgidos durante la perforación del pozo y debe preparar al ingeniero no solo para saber, sino para saber hacer “cuándo, cómo y dónde” aplicar sus conocimientos, técnicas y habilidades para generar las soluciones.

Esta asignatura está destinada a formar a los futuros profesionales en las técnicas para comprender y aplicar los criterios de selección de equipamiento y la programación del trabajo en la perforación del pozo, desarrollando la capacidad del uso de software específico, catálogos y cálculos de ingeniería aplicables.

A- EXPECTATIVAS DE LOGRO

Adquirir conocimientos de las máquinas, materiales, herramientas, insumos y operaciones utilizadas para la perforación de pozos petroleros. Desarrollar la capacidad de diseñar pozos petroleros.

Seleccionar y dimensionar los equipos e insumos necesarios para perforar pozos petroleros.

Programar y dirigir las operaciones necesarias para perforar pozos petroleros.



B- CONTENIDOS MINIMOS

Tipos de pozos. Equipos, clasificación, componentes, selección. Columna perforadora. Técnicas de perforación, peso, mm, hidráulica. Lodos de perforación, tipos, propiedades, ensayos. Circuito de lodo, pérdidas de circulación. Aprisionamientos y pescas.

OBJETIVOS

- Reconocer y describir los principios fundamentales que rigen el funcionamiento de los distintos elementos del equipo perforador para seleccionarlos, operarlos y solicitar su mantenimiento.
- Desarrollar capacidades de análisis, comprensión y transferencia de los conocimientos a la problemática puntual de la perforación del pozo.
- Calcular y confeccionar los programas de trabajo para la ejecución del pozo
- Desarrollar la capacidad de resolver problemas emergentes ante situaciones imprevistas .

CONTENIDOS

UNIDAD 1 - GENERALIDADES.

Perforación de pozos petroleros. Objetivos. Datos históricos. Etapas de la perforación. Tipos de pozos. Distintos sistemas de perforación. Clasificación.

UNIDAD 2 - EQUIPO ROTARY.

Elementos que lo componen. Descripción del equipo. Características generales. Torres y mástiles. Tipos. Características. Componentes de carga. Subestructura. Planta motriz. Función. Características. Tipos Potencias. Rendimiento. Sistema eléctrico. Corriente alterna. Corriente continua. Trasmisiones. Función. Tipos. Rendimientos. Descripción. Funcionamiento. Acoplamientos. Convertidores. Funcionamiento. Cuadro de maniobras. Componentes. Cajas de velocidad. Frenos. Embragues. Funcionamiento. Características. Sistema de elevación. Aparejo. Gancho. Corona. Descripción. Cuidado. Mantenimiento. Funcionamiento. Otros componentes: cabeza de inyección. Mesa rotary. Función. Componentes. Funcionamiento. Mantenimiento. Selección. Capacidad. Bombas de lodo. Función. Características. Descripción. Componentes. Principio de funcionamiento. Tipos. Mantenimiento. Línea de aspiración. Línea de expulsión. Rendimientos. Amortiguadores. Elementos de control. Peso. RPM. Presión. Caudal. Torque. Ajuste de tubulares. Niveles. Cables. Función. Tipos. Esfuerzos. Características. Rendimientos. Corrida y corte. Cálculos. Herramientas auxiliares: Elevadores. Cuñas. Grilletes (Amelas). Llaves. Kellyspiner Easy-Torque. Top Drive: Función. Características. Principio de funcionamiento. Componentes. Equipos automáticos y de última generación: descripción, funcionamiento, diferencias con equipos convencionales.

UNIDAD 3 - SELECCIÓN DE EQUIPOS ROTARY.

Prestaciones de Equipos de Perforadores: maniobras, potencias, velocidades. Tipos Equipos según diversos criterios de clasificación de Equipos Perforadores según Norma API: sistemas del Equipo, capacidades. Criterios de selección en base al programa de perforación del pozo.



UNIDAD 4 - COLUMNA PERFORADORA.

Elementos componentes. Descripción. Vástagos. Función. Material. Tipos. Esfuerzos. Desgastes. Fabricación. Reparación. Mantenimiento. Elementos auxiliares. buje-sustituto. Barras de sondeo. Función. Esfuerzos. Material. Dimensiones. Tablas. Propiedades. Recalques. Tipos. Ajuste. Mantenimiento. Tablas de propiedades. Carga marginal. Cálculos. Uniones. Función. Tipos. Características. Propiedades. Cuidado y mantenimiento. Esfuerzos. Tablas. Selección. Barras de sondeo especiales. Barras de aluminio. Características. Propiedades. Esfuerzos. Tablas comparativas. Barras extrapesadas. Tipos. Características. Función. Portamechas. Función Características. Tipos. Material. Fabricación. Selección. Esfuerzos. Fallas. Tabla de propiedades. Ajuste. Trépanos. Función. Diseño. Tipos. Descripción. Funcionamiento. Triconos. PDC. Diseño. Características. Diamantados. Fabricación. Usos. Desgastes. Costo métrico. Selección. Bit récord. Otros elementos de la columna. Estabilizadores. Rectificadores. Ensanchadores. Niples.

UNIDAD 5 - ESFUERZOS. FALLAS. ROTURAS DE LOS COMPONENTES DE LA COLUMNA PERFORADORA.

Esfuerzos en las barras de sondeo. Tablas. Cálculos. Descripción. Esfuerzos en portamechas. Tipos descripción. Esfuerzos en uniones. Fallas y roturas en barras de sondeo. En portamechas. Causas. Tipos. Cuidado y mantenimiento.

UNIDAD 6 - TÉCNICA DE LA PERFORACIÓN ROTARY.

Peso y rpm. Velocidad de penetración. Consideraciones generales. Peso sobre el trépano. Factores a considerar. Limitaciones. Velocidad de rotación. Efecto sobre la penetración. Limitaciones. Combinación de peso y rpm sobre el trépano. Hidráulica. Definición. Reología. Hidráulica de fondo de pozo. Funciones. Limpieza anular. Velocidad anular. Velocidad de deslizamiento de partículas. Tipos de flujos. N de Reynolds. Velocidad crítica. Pérdidas de carga. Potencia de hidráulica. Impacto hidráulico. Velocidad yet. Optimización de la hidráulica en el trépano. Máxima fuerza de impacto. Máxima velocidad yet. Modo de operación. Determinación gráfica de los parámetros hidráulicos. Software para programación de la hidráulica de pozos

UNIDAD 7 - LODOS DE PERFORACIÓN.

Función. Características. Propiedades físico-químicas. Ensayos elementos para ensayos. Química de las arcillas. Reología. Propiedades reológicas de los lodos. Viscosidad embudo. Viscosidad plástica. Punto de fluencia. Resistencia de gel. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Modelos reológicos: Bingham. Ley exponencial. Ley exponencial modificada. Alcalinidad y ph. Definiciones. Control. Determinaciones. Filtración. Concepto. Control. Densificantes. Tipos. Características. Tipos de lodos. Base acuosa. Inhibidos. No inhibidos. Lodos salados. Cálcidos. Tipos. Lodos base petróleo. Lodos poliméricos. Tipos. Polímeros. Características. Funciones. Usos, Tipos, Estructura, Clasificación, Distintos polímeros utilizados y su función. Lodos de ultima generación y especiales. Lodos aireados, aplicación y equipamiento. Pérdidas de circulación. Costos involucrados. Formaciones propensas a las pérdidas. Causas de las pérdidas inducidas. Prácticas operativas. Localización de la pérdida. Métodos para restablecer circulación.

Circuito de tratamiento de lodos. Sólidos indeseables. Tipos. Categoría. Régimen de excavación. Tamaño de partículas Control. Sedimentación Trampa de arena. Zarandas. Punto de corte. Tipos de zarandas. Mallas selección. Área abierta. Hidrociclones. Ley de Stokes. Cabeza hidrostática. Desarenadores Características. Desilter Características. Mud cleaner. características. Rendimiento de hidrociclones. Centrífugas Funcionamiento Piletas de lodos. Removedores. Agitadores Mezcladoras.



UNIDAD 8 - APRISIONAMIENTO Y PESCAS.

Aprisionamientos. Causas Métodos para liberar una herramienta aprisionada. Pescas. Tipos. Pesca de tubulares, de conos de trépanos mordazas. Determinación de punto libre. Desenrosque. Cuerda explosiva. Pescadores. Distintos tipos. Modo de operar los caños lavadores. Accesorios. Tijeras. Tipos. Operación.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La metodología de enseñanza – aprendizaje es teórico – práctica. Se utilizará proyector de power point . Se acompañará con videos que muestran operaciones de perforación, descripción de herramientas y detalles de equipos.

También se acompañará el dictado de clases con distribución de catálogos de herramientas. Los prácticos se encuentran detallados más adelante

Se realizarán visitas de campaña a equipos de perforación que trabajen en la zona y además visitas a empresas de servicio.

Se usa el modulo aula de Realidad Virtual con el Simulador de Realidad Virtual de Perforacion, como tarea extracurricular para completar los conocimientos impartidos en clases teoricas.

| Actividad | Carga horaria por semestre |
|---|-----------------------------------|
| Teoría y resolución de ejercicios simples | 48 |
| Formación práctica | |
| Formación Experimental – Laboratorio | 0 |
| Formación Experimental - Trabajo de campo | 0 |
| Resolución de problemas de ingeniería | 3 |
| Proyecto y diseño | 9 |
| Total | 60 |

PRÁCTICOS.

- 1 - Cables de perforación. (Resolución de problemas de ingeniería)**
- 2 - Selección de equipos. (Proyecto y diseño)**
- 3 - Visita de campo.**
- 4 - Columna perforadora. (Proyecto y diseño. Calculos de ingenieria)**
- 5 - Separadores de sólidos. (Proyecto y diseño)**
- 6- Visualizacion y operación de Simulador de Realidad Virtual CAVE de perforacion**

Visitas de campañas a equipos de perforación y empresas de servicio.



BIBLIOGRAFÍA

| Título | Autor(es) | Editorial | Año de edición | Ejemplares disponibles |
|---|-------------------------------|-----------------|----------------|------------------------|
| Apuntes Perforación I – vol 1-2-3 | R Ríos – R Rossi Rodriguez, C | ----- | 2007 | 1 |
| Applied Drilling Engineering | Bourgoyne, Millheim, Chevenet | SPE | 1991 | 4 |
| Drilling Fluids | Schlumberger | Schlumberger | 1994 | 1 |
| Hidromecanical Drilling-Jar -Manual | Halliburton | Halliburton | 1999 | 1 |
| Drilling Fluids | SPE | SPE | 1997 | 1 |
| Shale Shakers and drill fluids sistem | IADC | Gulf | 1999 | 1 |
| Advances Oil Well Drilling Eng. | Mitchell | Mitchell Eng. | 1995 | 2 |
| Introduccion to oil well drilling | Uvee InfoSystem | Uvee InfoSystem | 1999 | 1 |
| Petroleum Eng. handbook | Lake , Mitchell | SPE | 2006 | 2 |
| Trabajos Técnicos – Congreso de perforación | Varios | IAPG | 2007 | 1 |
| Pastecas y accesorios para cables | Crosby | Crosby | 2000 | 1 |
| Diseño de perforación de pozos | Varios | --- | 2007 | 1 |
| Fluidos de control | ---- | --- | 2007 | 1 |
| Equipos de perforación rotatoria | --- | --- | 2007 | 1 |
| Barrenas e hidráulica de la perforación | --- | --- | 2007 | 1 |
| Hidrocyclones | Svarosky, Thew | Kluwer | 1992 | 1 |



| | | | | |
|---|---------------------------|---|------|-----------|
| Manual de Perforación | YPF | YPF | 1995 | 3 |
| Columna de Perforación | Logiodice | Fac. de Ingeniería | 1996 | 4 |
| Contribución de la Ing. De Perforación al Progreso latino americano – vol 1-2-3 | varios | Congreso latinoamericano de perforación | 1998 | 1 – 1 - 1 |
| El ABC del petróleo y del gas | IAPG | IAPG | 2000 | 6 |
| Composite Catalogo | WorldOil (CD) | WorldOil | 2000 | 1 |
| Advavced oil well drilling Eng. : Hadbook and computer Progr. | Mitchell, Bill | Mitchell Engineer | 1995 | 2 |
| Drilling Fluids | SPE | SPE | 1997 | 1 |
| Perforating | Bell, Sukup, Tarig | SPE | 1995 | 1 |
| Clases de perforación | Mentucci (CD) | Fac Inf. | 2003 | 1 |
| Drill Stem Desing and Inspection | Hill | Hill | 1998 | 1 |
| Tech Facts | Baker oil tools | Baker Oil Tools | 2005 | 1 |
| Apuntes de cables | Rios Raul | Fac Ingeniería | 2005 | 1 |
| Recopilación de cables de acero | YPF | YPF | 2004 | 1 |
| Introducción a brocas de rodillos | Smith | Smith | 2003 | 1 |
| Bombas de lodo | Giglio,Vargas Quintavalla | Fac. Ingeniería | 2003 | 1 |
| Sistema de desgaste de trépanos | Hughes Christensen | Hughes Christensen | 1999 | 1 |



REGIMEN DE APROBACIÓN DE LA MATERIA

Para obtener la regularidad, los alumnos deberán tener una asistencia del 75 % a las clases teóricas, deberán realizar y aprobar los prácticos y deberán aprobar los parciales o sus recuperatorios.

Los trabajos prácticos se desarrollarán en clase en forma individual o grupal y los alumnos deberán presentar los resultados de los mismos para su revisión y aprobación.

Visitas de campo: Los alumnos deben presentar en forma grupal, un informe dentro de los 10 días de realizado la visita

Se realizarán dos parciales y sus correspondientes recuperatorios: Parcial nº 1: con los temas de los prácticos 1 y 2: Parcial nº 2: con los temas de los prácticos 3 y 4.

La materia se aprueba a través de un examen final.

4. EVALUACIONES PARCIALES Y FINAL

4.1 PARCIAL Nº 1: Incluye los temas de los prácticos 1 y 2 (Cables de uso petrolero y Selección de equipos) y la teoría de dichos temas.

PARCIAL Nº 2: Incluye los temas de los prácticos 3 y 4 (Columna Perforadora, y Separadores de sólidos) y la teoría de dichos temas.

Tanto los parciales como los recuperatorios se aprueban con 60 puntos.

4.2 EVALUACIÓN FINAL: (examen final): Los alumnos que obtengan la regularidad rinden un examen final en pizarrón en forma oral, a través del sistema de sacado de bolilla: El alumno elige bolilla y se le da un tema de la misma. Luego se le da un tema de la otra bolilla: Si los docentes de la cátedra lo consideran conveniente y/o necesario, se le hará preguntas de cualquier otro tema de la materia, con el objeto de verificar sus conocimientos.

Si las condiciones particulares de una determinada mesa de examen lo amerita, se podrá tomar el examen de alumnos regulares de manera escrita, total o parcial .

Los alumnos libres deben rendir primero un ejercicio práctico escrito y si lo aprueban, sacan bolilla para rendir en pizarrón, ídem al examen final de los alumnos regulares.

La evaluación escrita consistirá en un ejercicio teórico – práctico, sobre algún tema desarrollado en los trabajos prácticos durante el dictado de la materia.

Durante el el examen final, se valorará en la nota si el alumno aplica criterio e ingenio para responder o resolver un tema.

5. CONDICIONES PARA OBTENER LA PROMOCIÓN O REGULARIDAD

.Para obtener la regularidad, los alumnos deberán tener una asistencia del 75 % a las clases teóricas, deberán realizar y aprobar los prácticos y deberán aprobar los parciales o sus recuperatorios. La fecha límite para obtener la regularidad es la que corresponde al 2º recuperatorio.

6. INASISTENCIAS

Los alumnos deben tener una asistencia del 75 % a las clases teóricas y deben asistir a todos los prácticos y parciales para obtener la regularidad. Se contemplarán las inasistencias por razones especiales con su correspondiente justificativo.



7. REGIMEN ESPECIAL PARA ALUMNOS RECURSANTES

No hay régimen especial para alumnos recursantes.

Los alumnos libres pueden cursar la materia igual que los regulares, con la salvedad de que no pueden rendir los exámenes parciales ni sus recuperatorios.

Programa de examen

BOLILLA 1

- A-1)** Perforación de pozos petroleros. Objetivos. Datos históricos. Etapas de la perforación.
- 2) El equipo Rotary. Componentes. Descripción. Características. Torres y mástiles. Tipos. Dimensiones. Selección Componentes de carga. Subestructura. Cuadro de maniobras-Instrumental de medicion
- 3) Columna perforadora. Componentes. Descripción. Vástago. Función. Material. Tipos. Esfuerzos. Desgastes. Fabricación. Reparación. Mantenimiento. Elementos auxiliares.
- 4) Peso y rpm. Velocidad de penetración. Peso sobre el trépano. Factores a considerar. Limitaciones. Velocidad de rotación. Efecto sobre la penetración. Limitaciones. Combinaciones de peso y rpm.
- 5) Circuito de tratamiento de lodos. Sólidos indeseables. Tipos. Categoría. Régimen de excavación. Tamaño de partículas Control. Sedimentación Trampa de arena. Zarandas. Punto de corte. Tipos de zarandas. Mallas selección. Área abierta.
- 6) Lodos. Alcalinidad y pH. Definiciones. Control. Filtración. Control. Densificantes. Tipos.

BOLILLA 2

- A-1)** Equipo rotary. Planta motriz. Función. Tipos. Potencias. Rendimiento. Características. Sistema eléctrico. Trasmisiones. Función. Descripción. Funcionamiento. Acoplamientos. Tipos. Funcionamiento.
- 2) Selección de equipos. Prestaciones del Equipo. Maniobras, potencias, velocidades. Tipos de Equipos según diversos criterios de clasificación.
- 3) Columna perforadora. Esfuerzos en barras de sondeo, en portamechas, en uniones. Descripción. Cálculo. Tablas.
- 4) Pérdidas de circulación. Costos. Formaciones propensas. Causas. Prácticas operativas. Localización. Métodos para reestablecer circulación. Taponos obturantes
- 5) Lodos de perforación. Función. Características. Propiedades. físico-químicas. Ensayos. Elementos. Química de las arcillas.

BOLILLA 3

- A-1)** Equipo rotary. Bombas de lodo. Función. Características. Descripción. Componentes. Tipos. Funcionamiento. Mantenimiento. Auxiliares.
- 2) Selección de equipos: Clasificación según normas API. Sistemas de equipo, capacidades. Criterios de selección en base al programa de perforación.
- 3) Barras de sondeo. Función. Esfuerzos. Propiedades. Material. Tipos. Recalques. Ajuste. Carga marginal. Uniones. Función. Tipos. Características. Propiedades. Cuidado y mantenimiento. Selección.
- 4) Hidráulica. Función Limpieza anular. Velocidad anular. Velocidad de partículas. tipos de flujo. Número de Reynolds. Velocidad crítica.
- 5) Tipos de lodos. Base acuosa. Inhibidos. No inhibidos. Salados. Cálcidos. Base petróleo. Poliméricos. Polímeros.



6) Control de sólidos. Desilter, Mud Cleaner aplicaciones, selección, variables operativas, rendimientos. Centrifuga decanter. Aplicación y uso

BOLILLA 4

A-1) Equipo Rotary. Cuadro de maniobras. Componentes. Caja de velocidad. Frenos. Embragues. Sistema de elevación. Aparejo. Gancho. Corona. Descripción. Funcionamiento. Mantenimiento.

2) Columna perforadora. Barras especiales. Barras de aluminio. Características. Propiedades. Tablas comparativas. Barras extrapesadas. Función. Características.

3) Hidráulica, pérdida de carga. Potencia hidráulica. Impacto. Velocidad yet. Prestaciones de las bombas. Limitaciones.

4) Cables. Función. Tipos. Esfuerzos. Características. Rendimientos. Corrida y corte. Cálculos.

5) Aprisionamientos. Tipos. Causas. Métodos para liberar una herramienta aprisionada.

BOLILLA 5

A-1) Equipo rotary. Cabeza de inyección. Masa rotary. Función. Componentes. Funcionamiento. Selección. Capacidad. Mantenimiento.

2) Columna perforadora. Portamechas. Función. Características. Tipos. Selección. Esfuerzos. Propiedades. Ajuste. Otros elementos: rectificadores, estabilizadores, ensanchadores, nipples.

3) Hidráulica. Optimización de la hidráulica en el trepano. Máxima potencia hidráulica. Máxima velocidad yet. Modo de operación. Determinación gráfica de los parámetros. Software para cálculos hidráulicos.

4) Lodos. Reología. Propiedades reológicas. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Modelos reológicos. Bingham. Ley exponencial. Ley exponencial modificada.

5) Pescas. Tipos. Pescas de tubulares. Pesca de conos, mordaza, etc. Determinación de punto libre. Desenrosque. Cuerda explosiva.

6) Hidrociclones. Ley de Stokes. Cabeza hidrostática. Desarenadores Características. Desilter Características. Mud cleaner, características. Rendimiento de hidrociclones. Centrifugas Funcionamiento Piletas de lodos. Removedores. Agitadores Mezcladoras.

BOLILLA 6

A- 1) Equipo rotary. Elementos control. Peso. Rpm. Presión. Caudal. Toque. Ajuste de tubulares. Nivel de piletas. Herramientas auxiliares. Elevadores. Cuñas. Amelas. Llaves. Kelly spiner. Top Drive. Función. Componentes. Principio de funcionamiento. Componentes. Equipos automáticos

2) Columna perforadora. Trépanos. Función. Tipos. Diseños. Descripción. Funcionamiento. Triconos. PDC. Diamantados. Usos. Desgastes. Selección. Costo métrico.

3) Fallas, roturas, en barras de sondeo, en portamechas. Causas. Tipos. Cuidado y mantenimiento.

4) Lodos de última generación. Lodos aireados. Tipos. Aire. Niebla. Espuma. Características. Funciones. Usos.

5) Pescas. Pescadores. Tipos. Operación. Caños lavadores. Accesorios. Tijeras. Tipos.



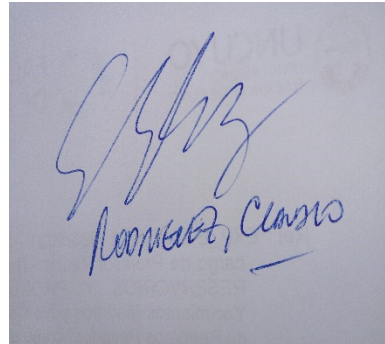
UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD
DE INGENIERÍA**

► 2012:

Año de Homenaje al
doctor D. MANUEL BELGRANO



Prof. Titular- Perforacion I