

<b>Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo</b>			
<b>P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>			
<b>Adecuación a la modalidad a distancia por Pandemia COVID-19</b>			
<b>Asignatura:</b>	<b>PERFORACION I</b>		
<b>Docente Responsable:</b>	<b>Prof.TITULAR Ing. RODRIGUEZ, Claudio</b>		
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería de Petróleos</b>		
<b>Año: 2021</b>	<b>Semestre: 7º</b>	<b>Horas Semestre: 60</b>	<b>Horas Semana: 4</b>

### **OBJETIVOS**

General: Que el alumno se capacite para trabajar en los equipos de perforación y dirigir la operación de los mismos.

Objetivos específicos:

- \* Conozca los elementos particulares y el funcionamiento de equipos de perforación y equipamiento periférico necesario para perforar un pozo
- \* Desarrolle la habilidad de comprender la aplicación particular y específica del equipamiento y técnicas para cada problemática en particular
- \* Que tenga la actitud analítica y crítica para encarar las adversidades y replanteos que se generen en la actividad profesional , siempre como premisa de lograr la mejor solución técnica para cada caso específico

### **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.**

**2.a-Sistema Elevación** Elementos que lo componen. Descripción del equipo. Características generales. Torres y mástiles. Norma API 4F. 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.

**2.b- Partes específicas** 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.

**2.c Elementos de medición y control** 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 EZY-Torq. Top Drive: Función. Características. Principio de funcionamiento. Componentes.

**2.d Equipos Modernos** 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 7K: sistemas del Equipo, capacidades. Criterios de selección en base al programa de perforación del pozo.

### **UNIDAD 4 - COLUMNA PERFORADORA.**

**4.a Partes constitutivas** 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.

**4.b 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.**

**6.a 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.

**6.b 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.**

**7-a Función y 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.

**7.b Modelos reológicos:** Bingham. Ley exponencial. Ley exponencial modificada. Alcalinidad y ph. Definiciones. Control. Determinaciones. Filtración. Concepto. Control. Densificantes.

**7.c Tipos de lodos.** 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.

**7.d 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.

**7.e 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.**

**8.a Aprisionamientos.** Causas Métodos para liberar una herramienta aprisionada.

**8.b 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.

**Modalidad Virtual** .para la aplicación de esta metodología de enseñanza se apelara a recursos digitales del manejo del material de la cátedra el cual se encuentra digitalizado, en nube digital.

Las clases teóricas y practicas se dictan de acuerdo a la evolución temática programada en el P1 y a la planificación del P2, se dictan clases en plataforma audiovisual Zoom, Google Meet o similar.

Los trabajos prácticos se envían con anterioridad a la fecha programada, la guía con el trabajo a considerar , y también se envía la explicación del desarrollo del trabajo práctico mediante un archivo explicativo de los pasos y considerandos del mismo. En la clase virtual del trabajo práctico se explica el desarrollo del ejercicio y se evacuan las consultas del material enviado con anterioridad. Las consultas se atienden vía mail o video llamada en un horario establecido tanto de temas teóricos como prácticos.

Se ha incluido este año participar en el Plan PICA (Plan de Implementación de Competencias Actitudinales) en conjunto con la Especialista Psicopedagoga y la Dirección de Carrera, con la finalidad de desarrollar los resultados del aprendizaje . Se han elaborado una serie de proyectos los cuales serán distribuidos a los alumnos en comisiones de trabajo, de tal modo que ello demande desarrollar el SABER HACER del alumno y su grupo comisión. Se evaluarán además conceptos de trabajo en equipo , actitud, liderazgo y comunicación.

Mediante la presentación final del proyecto por cada grupo/comisión se evaluara además la expresión oral y escrita

### ***DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA***

<b>Actividad</b>	<b>Carga horaria por semestre</b>
Teoría y resolución de ejercicios simples	40
Formación práctica	
Formación Experimental – Laboratorio	0
Formación Experimental - Trabajo de campo	0
Resolución de problemas de ingeniería	10
Proyecto y diseño	10
<b>Total</b>	<b>60</b>

### ***EVALUACIONES (S/ Ord. 108-10\_CS)***

#### **REGIMEN DE APROBACIÓN DE LA MATERIA**

Para obtener la regularidad, deberán realizar y aprobar los prácticos y deberán aprobar los parciales o sus recuperatorios.

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.

En la modalidad virtual los exámenes parciales se realizan mediante video llamada, donde a través de preguntas tipo y resoluciones puntuales de cálculos, se evalúa su conocimiento.

Los recuperatorios es la misma modalidad

**4.2 EVALUACIÓN FINAL:** (examen final): Los alumnos que obtengan la regularidad rinden un examen final, que en la modalidad virtual tiene el siguiente desarrollo:

\* Mediante una plataforma (Meet-Zoom, etc) se conecta el tribunal o integrantes de la cátedra, con los alumnos a rendir. Luego de establecer la metodología de la mesa, se

sortea el tema mediante una aplicación aleatoria. Una vez elegida la bolilla se asigna el tema y se evalúa bajo los considerandos de la resolución 45/2020 FI.

Los alumnos libres deben rendir primero un ejercicio práctico escrito, bajo la misma modalidad virtual, y si lo aprueban, sacan bolilla para rendir, 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 examen final, se valorará en la nota si el alumno aplica criterio e ingenio para responder o resolver un tema.

## 5. REGIMEN ESPECIAL PARA ALUMNOS RECURSANTES Y LIBRES

No hay régimen especial para alumnos recursantes. Estos se someten al mismo régimen de alumno regular

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.

El alumno en calidad de libre puede ser desaprobó los parciales o por abandono del cursado normal de la cátedra o por rendir mal 4 (cuatro) veces.

Pueden presentarse a rendir exámenes finales alumnos libres en cualquier situación.

### **BIBLIOGRAFÍA**

<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Editorial</b>	<b>Año de edición</b>	<b>Ejemplares disponibles</b>
Apuntes Perforación I – vol 1-2-3	R Ríos – R Rossi Rodriguez, C	-----	2007	1
Applied Drilling Engineering	Bourgoyne, Millheim, Chevenet,	SPE	1991	2
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	1
Trabajos Técnicos – Congreso de perforación	Varios	IAPG	2007	1
Pastecas y accesorios para cables	Crosby	Crosby	2000	1
Diseño de perforación	Varios	---	2007	1

de pozos

Fluidos de control	----	---	2007	1
Equipos de perforación rotatoria	---	---	2007	1
Barrenas e hidráulica de la perforación	---	---	2007	1
Normas API	American Petroleum Institute	American Petroleum Inst	1989 - 1992	1 - 2
Hidrocyclones	Svarosky, Thew	Kluwer	1992	1
Manual de Perforación	YPF	YPF	1995	1
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
En busca de petróleo	Shell ( video )	Shell		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
Maniobras y operaciones de perforación ( videos 1-2-3-4-5 )	Raul Ríos	Fac Ing.	2007	1 de C/u
Informes de práctica profesional supervisada	Varios	Fac. Ing	2006 a 2008	Varios

Tecnical manual solids and liquids separations Nalco

Nalco

1991

1

### **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 medición
  - 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. Tapones 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. Cálculos. 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.

#### **PRÁCTICOS.**

**1 - Cables de perforación. (Resolución de problemas de ingeniería)**

**2 - Selección de equipos. (Proyecto y diseño)**

**3 - Columna perforadora. (Proyecto y diseño. Calculos de ingenieria)**

**4 - Separadores de sólidos. (Proyecto y diseño)**



*FECHA, FIRMA Y ACLARACIÓN RESPONSABLE DE CÁTEDRA*