



DIPLOMADOS

Consolidación de la oferta educativa de la
UNAM para el Subsector **Hidrocarburos**

Manejo de la producción de hidrocarburos en la superficie

2020



Justificación

El concepto de manejo de la producción de hidrocarburos en la superficie hace referencia a los múltiples procesos que se realizan en las instalaciones petroleras con el objetivo de acondicionar las corrientes de aceite, gas y agua provenientes de los yacimientos, para su venta, entrega a refinación, reinyección o reúso. En términos generales, primero se recolecta la producción de los pozos y se transporta como una mezcla multifásica a través de tuberías hasta las baterías de separación; en este sitio, el aceite, gas y agua se separan en vasijas especiales, generalmente en dos o tres etapas; el aceite pasa al sistema de deshidratación y desalado, y se bombea hasta los puntos de venta. Por otra parte, el gas se procesa para recuperar condensados, y posteriormente se deshidrata, endulza y recomprime para reutilizarlo en las instalaciones o transportarlo a su destino. Finalmente, el agua se acondiciona para reinyectarla al yacimiento, reciclarla o depositarla en sitios adecuados.

Considerando la complejidad e importancia del manejo de la producción de hidrocarburos en la superficie, resulta claro que los cursos de capacitación y actualización en este tema son de interés para el personal que se desempeña en la industria petrolera. Por lo tanto, y con base en un análisis del perfil de competencias reportado por los principales operadores de la industria petrolera del país, se diseñó el presente Diplomado: ***“Manejo de la producción de hidrocarburos en la superficie”***.

Enfoque y objetivo del diplomado

El objetivo del diplomado es que los participantes fortalezcan sus conocimientos y habilidades con relación al diseño, operación, evaluación y monitoreo de los procesos que se realizan en las instalaciones superficiales petroleras para acondicionar al aceite, gas y agua producidos, y cumplir con las especificaciones de venta, entrega a refinación, reinyección o reciclaje.

El diplomado tiene un nivel intermedio y está dirigido a ingenieros petroleros y a otros profesionales de la industria petrolera y de las geociencias en general.

Estructura del diplomado

El diplomado comprende tres módulos:

1. Manejo de la producción de aceite en instalaciones petroleras.
2. Manejo de la producción de gas en instalaciones petroleras.
3. Tratamiento del agua producida en instalaciones petroleras.

En el primer módulo, orientado al manejo de la producción de aceite, se describen los elementos constitutivos de las instalaciones de producción. Se definen las principales propiedades termodinámicas del aceite, y se estudian los comportamientos de fases característicos de las sustancias puras y de las mezclas multicomponentes; asimismo, se analizan conceptos y métodos relacionados con los cálculos de equilibrio vapor-líquido. Se explican los mecanismos físicos involucrados en la separación del aceite, gas y agua; se describen métodos para dimensionar diferentes tipos de separadores, y se discuten su optimización y los problemas de operación más comunes que presentan. Con respecto al tratamiento de aceite, se abordan los principios físicos y los equipos utilizados para la deshidratación y el desalado. Los últimos subtemas están enfocados a los aspectos técnicos y regulatorios de la medición de hidrocarburos líquidos.

El manejo de la producción de gas se estudia en el módulo 2. Se comienza con la definición de las principales propiedades del gas natural; se discute su comportamiento de fases y se presentan ecuaciones de estado para predecir su comportamiento termodinámico; también se discute el equilibrio de fases vapor-líquido. Se analizan las propiedades del gas húmedo y la recombinación de fluidos en la superficie. Se tratan aspectos relevantes sobre la separación del gas. Con relación a los sistemas gas-agua, se estudia la solubilidad de ambos; se discuten los mecanismos de formación de hidratos, y métodos para predecir e inhibir su formación. Se discute la deshidratación y endulzamiento del gas natural, su compresión y flujo en tuberías. Se presentan temas técnicos y de regulación sobre la medición de hidrocarburos gaseosos.

El módulo 3 está orientado al tratamiento del agua producida en las instalaciones superficiales. Se describen las propiedades físicas del agua, su composición, muestreo y análisis de laboratorio. Se indican las especificaciones técnicas para su eliminación o reinyección. Se estudian los procesos, productos químicos, tecnologías y equipos para remover los contaminantes del agua producida.

Finalmente, se abordan el tema de la gestión del agua, y los aspectos hidrológicos y ambientales correspondientes.

Requisitos

Funcionarios públicos

Los funcionarios públicos serán sometidos a una pre-selección para asegurar tanto su permanencia como su compromiso de adquirir las competencias específicas en cada módulo.

Requisitos de ingreso

1. Identificarse como empleado o funcionario de una institución pública o privada.
2. Indicar su perfil académico para ubicarlo en el grupo que satisfaga dicho perfil (básico, intermedio y avanzado).
3. Entregar la documentación probatoria: identificación oficial, comprobante académico del último grado y currículum vitae.
4. Presentar el examen de admisión y obtener una calificación aprobatoria.

MÓDULO 1: MANEJO DE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE EN INSTALACIONES PETROLERAS

Instructores: Mtro. José Ángel Gómez Cabrera y Mtro. Juan de la Cruz Clavel López

Objetivos: Dar a conocer a los asistentes, los fundamentos, criterios para la selección, métodos de diseño y evaluación de los sistemas de recolección, separación, tratamiento, y medición del aceite en las instalaciones superficiales de producción petroleras.

Requisitos: Los interesados deberán tener:

1. Conocimientos básicos de Ingeniería Petrolera
2. Comprensión básica de textos en inglés.

Conocimientos y habilidades al concluir el módulo:

1. El alumno tendrá conocimiento de las propiedades del aceite, del comportamiento de fases, de los mecanismos de separación bifásica y trifásica, de la teoría de emulsiones y del principio de operación de los medidores de hidrocarburos líquidos.
2. Tendrá las habilidades y los criterios necesarios para seleccionar, dimensionar y configurar un sistema de separación bifásica y trifásica y un sistema de deshidratación de aceite crudo, que permitan obtener el hidrocarburo líquido con las especificaciones necesarias para su comercialización.
3. Adquirirá los conocimientos y criterios necesarios para seleccionar los medidores adecuados para cuantificar los hidrocarburos líquidos, así como su integración en una estación de medición, cumpliendo con la normatividad aplicable.

Criterios de evaluación del módulo

1. Participación en clase
2. Ejercicios cada sesión
3. Examen final

Temas:

1. **Generalidades**
 - 1.1. Terminología y conceptos básicos
 - 1.2. Sistemas de recolección y producción
2. **Propiedades del aceite**
 - 2.1. Densidad y gravedad API
 - 2.2. Factor de volumen
 - 2.3. Relación gas disuelto-aceite
 - 2.4. Compresibilidad y viscosidad
 - 2.5. Correlaciones para determinar propiedades
3. **Comportamiento de fases**
 - 3.1. Componentes puros
 - 3.1.1. Ecuación de Clausius-Clapeyron

- 3.1.2. Diagrama presión-volumen
 - 3.1.3. Diagrama densidad-temperatura
 - 3.2. Mezclas binarias y multicomponentes
 - 3.2.1. Aplicaciones
- 4. Equilibrio vapor-líquido**
 - 4.1. Separación flash y diferencial
 - 4.2. Cálculos de equilibrio vapor-líquido
 - 4.2.1. Soluciones ideales
 - 4.2.2. Soluciones reales
- 5. Separación gas-líquido**
 - 5.1. Mecanismos de separación
 - 5.2. Dimensionamiento de separadores bifásicos
 - 5.3. Separadores ciclónicos, teoría y aplicaciones
- 6. Separación trifásica**
 - 6.1. Separación agua-aceite
 - 6.2. Dimensionamiento de separadores horizontales y verticales
 - 6.3. Internos en los separadores
 - 6.4. Problemas de operación de separadores
 - 6.4.1. Espuma, parafina, arena, baches, emulsiones
- 7. Separación en etapas**
 - 7.1. Configuración del sistema de separación
 - 7.2. Selección de etapas y presiones de separación
 - 7.3. Optimización de sistemas de separación
- 8. Presas API y eliminadores de agua libre FWKO**
 - 8.1. Teoría y criterios de diseño
 - 8.2. Dimensionamiento
- 9. Tratamiento de aceite crudo**
 - 9.1. Teoría de emulsiones
 - 9.2. Selección de desemulsificantes - Pruebas de botella
 - 9.3. Tanques deshidratadores (Gun Barrel)
 - 9.4. Tratadores de calor
 - 9.4.1. Dimensionamiento y calor requerido

- 9.5. Deshidratadores electrostáticos
- 9.6. Sistema de deshidratación y desalado de aceite crudo

10. Medición estática de hidrocarburos líquidos

- 10.1. Medición con tanques
- 10.2. Determinación del volumen neto de aceite

11. Medición dinámica de hidrocarburos líquidos

- 11.1. Medidores de desplazamiento positivo
 - 11.1.1. Descripción, instalación y operación
 - 11.1.2. Registro de variables y cálculo de gastos
 - 11.1.3. Probadores y calibración
- 11.2. Medidores de turbina para líquido
 - 11.2.1. Descripción, instalación y operación
 - 11.2.2. Cálculo de gastos y calibración
- 11.3. Medidores másicos por efecto Coriolis
 - 11.3.1. Principio de funcionamiento
 - 11.3.2. Descripción, instalación y operación

12. Medición multifásica

- 12.1. Clasificación y principios de operación
- 12.2. Aplicaciones

13. Regulación de la medición de hidrocarburos líquidos

- 13.1. Lineamientos técnicos en materia de medición de hidrocarburos

MÓDULO 2: MANEJO DE LA PRODUCCIÓN DE GAS EN INSTALACIONES PETROLERAS

Instructores: Mtro. José Ángel Gómez Cabrera y Mtro. Juan de la Cruz Clavel López

Objetivos: Dar a conocer a los asistentes los fundamentos, criterios para la selección, métodos de diseño y evaluación de los sistemas de recolección, separación, tratamiento, compresión y medición del gas natural en las instalaciones superficiales de producción petroleras.

Requisitos: Los interesados deberán tener

1. Conocimientos básicos de Ingeniería Petrolera
2. Comprensión básica de textos en inglés.
3. Haber concluido satisfactoriamente el Módulo 1.

Conocimientos y habilidades al concluir el módulo:

1. El alumno tendrá conocimiento de las propiedades y características del gas, del comportamiento de fases, de los mecanismos de separación del gas, de la formación de hidratos, de los procesos de compresión y del principio de operación de los medidores de hidrocarburos gaseosos.
2. Tendrá las habilidades y los criterios necesarios para seleccionar, dimensionar y configurar los sistemas de separación y compresión del gas natural, así como un sistema de deshidratación de gas natural que permitan obtenerlo con las especificaciones necesarias para su comercialización.
3. Adquirirá los conocimientos y criterios necesarios para seleccionar los medidores adecuados para cuantificar los hidrocarburos gaseosos, así como su integración en una estación de medición, cumpliendo con la normatividad aplicable.

Criterios de evaluación del módulo:

1. Participación en clase
2. Ejercicios en cada sesión
3. Examen final

Temas:

1. **Generalidades**
 - 1.1. Terminología y nomenclatura
 - 1.2. Definiciones y conceptos básicos
2. **Características del gas natural**
 - 2.1. Composición, especificaciones
 - 2.2. Propiedades físicas
 - 2.2.1. Olor, sabor, toxicidad, peligrosidad
 - 2.2.2. Compresibilidad y expansibilidad

2.2.3. Temperaturas de encendido y de flama

2.2.4. Fases, solubilidad, poder calorífico

3. Comportamiento de fases

3.1.1. Componentes puros

3.1.1.1. Ecuación de Clausius-Clapeyron

3.1.1.2. Diagrama presión-volumen

3.1.1.3. Diagrama densidad-temperatura

3.1.2. Mezclas binarias y multicomponentes

3.1.2.1. Aplicaciones

4. Ecuaciones de estado

4.1. Gases ideales

4.1.1. Mezcla de gases ideales

4.2. Gases reales

4.2.1. Peng-Robinson

4.2.2. Soave-Redlich-Kwong

5. Equilibrio vapor-líquido

5.1. Separación flash y diferencial

5.2. Cálculos de equilibrio vapor-líquido

5.2.1. Soluciones ideales

5.2.2. Soluciones reales

6. Propiedades del gas seco

6.1. Densidad

6.2. Factor de volumen

6.3. Viscosidad

6.4. Compresibilidad isotérmica

6.5. Efecto Joule-Thompson

7. Propiedades del gas húmedo

7.1. Recombinación de fluidos de superficie

7.2. Factor de volumen del gas húmedo

8. Separación gas-líquido

8.1. Separación en etapas

8.2. Mecanismos de separación

- 8.3. Selección de sistemas de separación
- 8.4. Optimización de sistemas de separación
- 8.5. Dimensionamiento de separadores bifásicos
- 8.6. Separadores ciclónicos, teoría y aplicaciones

9. Medición de hidrocarburos gaseosos

- 9.1. Medidores de desplazamiento positivo
 - 9.1.1. Descripción, instalación y operación
 - 9.1.2. Registro de variables y cálculo de gastos
- 9.2. Medidores de turbina
 - 9.2.1. Descripción, instalación y operación
 - 9.2.2. Cálculo de gastos
- 9.3. Medidores de placa de orificio
 - 9.3.1. Instalación y operación
 - 9.3.2. Procedimiento para cálculo del gasto
 - 9.3.3. Efecto de líquidos y condiciones no estandarizadas
 - 9.3.4. Sensibilidad de factores y errores e la medición
- 9.4. Medidores ultrasónicos
 - 9.4.1. Principio de operación y selección
- 9.5. Estaciones de medición de gas
- 9.6. Regulación de la medición de gas

10. Sistemas gas-agua

- 10.1. Propiedades del agua
- 10.2. Solubilidad de gas en agua y de agua en gas
- 10.3. Mecanismos de formación de hidratos
- 10.4. Predicción e inhibición de formación de hidratos

11. Tratamiento del gas natural

- 11.1. Deshidratación del gas
 - 11.1.1. Absorción y adsorción
- 11.2. Teoría de separación multi-etapas
- 11.3. Sistema de deshidratación con glicol
- 11.4. Endulzamiento del gas natural

12. Compresión del gas

- 12.1. Procesos de compresión
- 12.2. Optimización de etapas de separación por requerimientos de compresión
- 12.3. Compresores reciprocantes
 - 12.3.1. Potencia de compresión
- 12.4. Compresores centrífugos
 - 12.4.1. Curvas de comportamiento
- 12.5. Estaciones de compresión

13. Flujo de gas

- 13.1. Fundamentos del flujo de fluidos
 - 13.1.1. Número de Reynolds y perfil de velocidad
 - 13.1.2. Patrones de flujo
 - 13.1.3. Teorema de Bernoulli
 - 13.1.4. Ecuación general de flujo de fluidos
- 13.2. Flujo en pozos de gas
 - 13.2.1. Presión de fondo fluyendo
 - 13.2.2. Producción de líquidos
- 13.3. Flujo en tuberías
 - 13.3.1. Flujo en tuberías horizontales e inclinadas
 - 13.3.2. Líneas en serie y paralelo

MÓDULO 3: TRATAMIENTO DEL AGUA PRODUCIDA EN INSTALACIONES PETROLERAS

Instructores: Mtro. Juan de la Cruz Clavel López y Dra. Ana Paulina Gómora Figueroa

Objetivos: Adquirir las bases, principios, tecnologías, procesos y condiciones operativas necesarias para obtener las especificaciones que el agua producida en las instalaciones superficiales petroleras debe presentar para su disposición o reciclaje en las actividades de la producción de hidrocarburos.

Requisitos: Los interesados deberán tener

1. Conocimientos básicos de Ingeniería Petrolera
2. Comprensión básica de textos en inglés.
3. Haber concluido satisfactoriamente el Módulo 2.

Conocimientos y habilidades al concluir el módulo:

1. El alumno adquirirá los conocimientos necesarios sobre las características de las aguas residuales generadas en las instalaciones petroleras; los cuales incluirán las bases teóricas, normatividad, tratamientos y gestión, con una visión integral en beneficio del ambiente.
2. Tendrá conocimiento sobre los principales procesos y operaciones unitarios utilizados en el tratamiento del agua producida en instalaciones petroleras
3. Tendrá la habilidad de interpretar los análisis fisicoquímicos del agua residual que se generan en la instalación. Así mismo, será capaz de realizar propuestas en la mejora del tratamiento de las aguas residuales. Finalmente, adquirirá la habilidad para la toma de decisiones en el manejo integral de las aguas residuales generadas en instalaciones petroleras.

Criterios de evaluación:

1. Participación en clase
2. Ejercicios cada sesión
3. Examen final

Temas:

1. **Propiedades del agua producida**
 - 1.1. Constituyentes del agua
 - 1.2. Aforo y muestreo
 - 1.3. Análisis de laboratorio
2. **Especificaciones del agua para su eliminación o inyección**
 - 2.1. Características físicas, químicas y biológicas
 - 2.2. Legislación
 - 2.3. Objetivos del tratamiento
3. **Proceso de tratamiento**
 - 3.1. Procesos y operaciones unitarios
 - 3.2. Remoción de contaminantes

4. **Tecnología y equipos de tratamiento**

- 4.1. Membranas
- 4.2. Resinas de intercambio iónico
- 4.3. Electrodialisis
- 4.4. Humedales
- 4.5. Reactores de oxidación
- 4.6. Otras tecnologías
- 4.7. Estudios de casos

5. **Productos químicos**

- 5.1. Remoción de dureza
- 5.2. Productos oxidantes
- 5.3. Productos floculantes
- 5.4. Productos para la desinfección

6. **Gestión del agua producida**

- 6.1. Usos del agua
- 6.2. Reúso y disposición

7. **Aspectos hidrológicos y ambientales**

- 7.1. Marco legal
- 7.2. Implicaciones hidrológicas
- 7.3. Medio ambiente