

### 1. Datos Generales de la asignatura

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Nombre de la asignatura:</b>    | <b>Ciencia y Tecnología del Gas Natural</b> |
| <b>Clave de la asignatura:</b>     | <b>PTC-1806</b>                             |
| <b>Créditos (Ht-Hp_ créditos):</b> | <b>2-2-4</b>                                |
| <b>Carrera:</b>                    | <b>Ingeniería Química</b>                   |

### 2. Presentación

|  |
|--|
| <b>Caracterización de la asignatura</b>  |
| Esta asignatura proporcionará los conocimientos necesarios para la producción de gas natural analizando el origen, exploración, explotación, manejo, distribución y almacenamiento de Gas Natural. Así como también identificará las operaciones que permiten eliminar sustancias contaminantes del gas natural, tales como los procesos de deshidratación y desulfurización y el comportamiento establecido en el transporte con flujo estacionario de gas y flujo multifásico del sistema gas-liquido. |
| <b>Intención didáctica</b>   |
| El temario está organizado en 5 unidades, donde el alumno comprenderá y aplicará la Ingeniería de producción de gas natural analizando el origen, exploración, explotación, manejo, distribución y almacenamiento de Gas Natural.  |

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

| <b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>                  | <b>Participantes</b>                | <b>Observaciones</b>  |
|---|-------------------------------------|---|
| Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos, junio de 2008. | H. Academia de Bioquímica y Química | Reunión Local de evaluación Curricular de la Carrera de Ing. Química. |
| Instituto Tecnológico Superior de Acayucan, Febrero de 2014.    | H. Academia de Ingeniería Química   | Reunión Local de evaluación Curricular de la Carrera de Ing. Química  |

### 4. Competencias a desarrollar

|   |
|---|
| <b>Competencia general de la asignatura</b>   |
| Identificará las propiedades del gas natural, sus fases de comportamiento, sus procesos de separación y purificación, así como sus propiedades de flujo a través de sistemas de conducción para su almacenamiento y transporte. |

| <b>Competencias específicas</b>   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificará el origen y propiedades del gas natural.</li><li>• Conocerá las fases de separación gas-líquido.</li><li>• Identificará los diferentes procesos de deshidratación y desulfuración</li><li>• Conocerá los sistemas de conducción de gas natural</li><li>• Conocerá los sistemas de almacenamiento y transporte de gas natural</li></ul>   |
| <b>Competencias genéricas</b>   |
| <b>Competencias instrumentales</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Solución de problemas.</li><li>• Toma de decisiones</li><li>• Propiciar en el alumno la habilidad de captación de información oral y su posterior realización.</li><li>• Capacidad de organización y Planificación</li></ul> <b>Competencias interpersonales</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Habilidades interpersonales</li><li>• Aplicación de aprendizaje colaborativo</li><li>• Desarrollar la capacidad de manejar la crítica y autocrítica de manera constructiva</li></ul> <b>Competencias sistémicas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fomentar la habilidad para manipular los diferentes tipos de problemas involucrados en el procesamiento, purificación, transporte y almacenamiento de gas natural.</li><li>• Desarrollar la capacidad para la solución de problemas y aplicarlos a la vida diaria.</li></ul> |

## 5. Competencias previas de otras asignaturas

| <b>Competencias previas</b>   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar los diferentes tipos de hidrocarburos saturados e insaturados.</li><li>• Conocer los mecanismos de transferencia de cantidad de movimiento.</li></ul> |

## 6. Temario

| Temas |  | Subtemas  |
|-------|--|---|
| No.   | Nombre   |   |
| 1.    | Gas natural propiedades, origen y desarrollo     | 1.1 Introducción a la ingeniería de producción de gas natural.<br>1.2 Gas natural: origen de fuentes de gas natural<br>1.3 Otras fuentes de combustibles gaseosas.<br>1.4 Exploración de yacimientos de gas natural<br>1.5 Producción de gas natural<br>1.6 Sistemas de procesos para gas natural<br>1.7 Ecuaciones de estado, gases ideales y gases reales<br>1.8 Determinación de la presión crítica y la temperatura crítica.<br>1.9 El factor de compresibilidad del gas z.<br>1.10 Propiedades relacionadas con el factor z.<br>1.11 Compresibilidad de gases.<br>1.12 Viscosidad de gases.<br>1.13 Calor específico para gases hidrocarburos.<br>1.14 Casos de estudio. |
| 2.    | Comportamiento de fases y separación gas-líquido | 2.1 Comportamiento de fase cualitativo de Hidrocarburos.<br>2.2 Comportamiento de fase cualitativo con equilibrio líquido-vapor.<br>2.3 Pronósticos del comportamiento de fase.<br>2.4 Equipos de separación.<br>2.5 Tipos de separadores.<br>2.6 Principios de separación.<br>2.7 Factores que afectan la separación.<br>2.8 Diseño del separador.<br>2.9 Etapas de separación.<br>2.10 Separación a baja temperatura.<br>2.11 Limpieza del gas.<br>2.12 Cálculos flash.<br>2.13 Casos de estudio  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 3. | Sistemas gas-agua y procesos de deshidratación y desulfuración                 | <p>3.2 Contenido de agua en gases naturales.<br/> 3.3 Hidratos del gas.<br/> 3.4 Inhibición de hidratos por inyección aditiva.<br/> 3.5 Deshidratación por absorción.<br/> 3.6 Deshidratación por adsorción.<br/> 3.7 Deshidratación por expansión con refrigeración<br/> 3.8 Procesos de eliminación.<br/> 3.9 Procesos de endulzado en estratos sólidos.<br/> 3.10 Procesos de absorción físicos.<br/> 3.11 Absorción química. Los procesos alkanol-amina.<br/> 3.12 Absorción química. Los procesos carbonatados.<br/> 3.13 Casos de estudio</p>  |
| 4. | Flujo estacionario y flujo multifásico gas-líquido de gas a través de tuberías | <p>4.1 Introducción.<br/> 4.2 Fundamentos del flujo de gas.<br/> 4.3 Flujo vertical e inclinado de gas en una sola fase.<br/> 4.4 Flujo de gas sobre terreno montañoso<br/> 4.5 Flujo de gas a través de restricciones<br/> 4.6 Perfil de temperaturas en sistemas de gas fluyendo<br/> 4.7 Método aproximado para sistemas de dos fases.<br/> 4.8 Flujo multifásico.<br/> 4.9 Carga de líquido en pozos de gas.<br/> 4.10 Casos de estudio.</p>   |
| 5. | Almacenamiento, transporte y medición del gas natural.                         | <p>5.1 Introducción.<br/> 5.2 Sistemas de almacenamiento.<br/> 5.3 Flujo estacionario en sistemas simples de tuberías.<br/> 5.4 Flujo estacionario en redes de tuberías.<br/> 5.5 Flujo transitorio en tuberías.<br/> 5.6 Soluciones aproximadas para flujo transitorio.<br/> 5.7 Análisis económico en tuberías<br/> 5.8 Tipos de compresores.<br/> 5.9 Selección del compresor<br/> 5.10 Procesos de compresión.<br/> 5.11 Diseño fundamental del compresor.<br/> 5.12 Diseño de compresores reciprocantes.<br/> 5.13 Diseño de compresores centrífugos.<br/> 5.14 Diseño de compresores rotativos<br/> 5.15 Fundamentos de medición.<br/> 5.16 Métodos de medición.</p> |

|  |   |
|--|---|
|  | 5.17 Mediciones de orificio.<br>5.18 Otros tipos de medición.<br>5.19 Casos de estudio. |
|--|---|

## 7. Actividades de aprendizaje

|  |  |
|--|--|
| <b>Competencia específica y genéricas</b>  |  |
| El alumno conocerá el origen de las acumulaciones de gas natural conociendo los métodos de exploración, delimitación y desarrollo, incluyendo la explotación de los sistemas de procesamiento en superficie y conocerá las propiedades de los gases naturales así como diferentes métodos para su cálculo. |  |
| <b>Tema</b>  | <b>Actividades de aprendizaje</b>  |
| <b>Unidad 1.</b> Gas natural propiedades, origen y desarrollo  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participará en la resolución de problemas.</li> <li>• Desarrollará y usará modelos con algoritmos en problemas de balance de materia y energía.</li> <li>• Resolverá utilizando el software existente problemas, para los diferentes tipos de gases (gases ideales y gases reales).</li> </ul>  |
| <b>Competencia específica y genéricas</b>  |  |
| El alumno conocerá el comportamiento cualitativo y cuantitativo de fases realizando diagramas de equilibrios liquido-vapor, y los métodos de separación en el gas natural.   |  |
| <b>Tema</b>  | <b>Actividades de aprendizaje</b>  |
| <b>Unidad 2</b> Comportamiento de fases y separación gas-líquido   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar investigaciones bibliográficas sobre artículos publicados recientemente en la materia sobre los siguientes temas:</li> <li>• Comportamiento de fase cualitativo de Hidrocarburos.</li> <li>• Comportamiento de fase cualitativo con equilibrio liquido-vapor.</li> <li>• Pronósticos del comportamiento de fase.</li> <li>• Resolución de ejercicios.</li> <li>• Organizados en equipos de trabajo los estudiantes analizaran y discutirán sobre aspectos relacionados con:</li> <li>• La separación gas-liquido en el gas natural.</li> </ul> |
| <b>Competencia específica y genéricas</b>  |  |
| El alumno entenderá los sistemas gas-agua así como la formación de los hidratos de gas. Asimismo conocerá los diferentes procesos de deshidratación del gas natural y describirá los diferentes procesos de desulfurización de los gases naturales tales como procesos de absorción y químicos.            |  |
| <b>Tema</b>  | <b>Actividades de aprendizaje</b>  |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Unidad 3</b> Sistemas gas-agua y procesos de deshidratación y desulfuración.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar investigación bibliográfica, analizar y discutir sobre temas tales como:</li> <li>Eliminación de sustancias contaminantes en el gas natural</li> </ul>  |
| <p style="text-align: center;"><b>Competencia específica y genéricas</b></p> <p>El alumno conocerá las ecuaciones fundamentales de flujo de gas a través de ductos bajo un régimen de flujo estacionario y los métodos para estudiar sistemas de dos fases y en flujo multifásico, así como la determinación de la carga de líquido en pozos productores de gas natural.</p> |   |
| <p style="text-align: center;"><b>Tema</b></p>   | <p style="text-align: center;"><b>Actividades de aprendizaje</b></p>  |
| <p><b>Unidad 4</b> Flujo estacionario y flujo multifásico gas-líquido de gas a través de tuberías</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar las ecuaciones fundamentales y realizar cálculos de flujo vertical e inclinado de gas en una sola fase para flujos estacionarios y flujos multifásicos.</li> </ul>   |
| <p style="text-align: center;"><b>Competencia específica y genéricas</b></p> <p>El alumno explicará los diferentes sistemas de almacenamiento de gas natural y será capaz de realizar cálculos con flujo estacionario y transitorio en tuberías y en redes de tubería finalizando con análisis económicos.</p>   |   |
| <p><b>Unidad 5.</b> Almacenamiento, transporte y medición del gas natural.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>En forma grupal los estudiantes deberán analizar y discutir la resolución de problemas relacionados con el almacenamiento, transporte y medición de flujos de gas aplicando equipos e instrumentos específicos.</li> </ul> |

**8. Prácticas (para fortalecer las competencias de los temas y de la asignatura)**

- Organizar un taller de resolución de problemas.
- Desarrollar y usar modelos con algoritmos en problemas de balance de materia y energía para resolver en la computadora, usando el software existente, para los diferentes tipos de gases (gases ideales y gases reales).
- Realizar investigaciones bibliográficas sobre artículos publicados recientemente en la materia. Programar un ciclo de conferencias en las que participen investigadores y profesionales relacionados con el origen, exploración, explotación, manejo,

distribución y almacenamiento de Gas Natural, sus propiedades, comportamiento de fase desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo. Promover la asistencia de los alumnos a congresos y simposio relacionados con la ciencia y tecnología del gas natural y fuentes alternas de energía.

4. Realizar visitas a industrias de la región para conocer la exploración, explotación, manejo, distribución y almacenamiento de Gas Natural.

#### 9. Proyecto integrador (Para fortalecer las competencias de la asignatura con otras asignaturas)

Como proyecto Integrador se fortalecerá al alumno el resultado de aprendizaje con una Investigación Teórica – práctica sobre la producción de gas natural dependiendo del origen, así como su exploración, explotación, manejo y distribución.

#### 10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

##### Específicas:

Este tipo de evaluación se fortalecerá con evaluaciones parciales al finalizar cada unidad de manera teórica - práctica en el aula y visitas industriales

##### Genéricas:

Se Conocerá las diferentes clasificaciones y propiedades del gas natural, su exploración, explotación, almacenamiento, manejo y distribución.

#### 11. Fuentes de información

1. BEGGS, H.D. Gas Production Operations. Oil and gas. Oklahoma Consultants, International, inc. Tulsa, 1984, p. 287
2. Burghardt, M. D., Engineering Thermodynamics with Applications, Second Edition, and Brewer, Harper and Row, New York, 1982.
3. CRAFT, B.C., Holden, W.R., y Graves, E.D., Jr: Well Design: Drilling and Production New Jersey Prentice-hall Inc., Englewood Cliffs, 1962 , p. 571.
4. Doolittle, J. S., and Hale, F. J., Thermodynamics For Engineers, John Wiley and Sons, New York, 1983.
5. Hougen, O. A.. and Watson, K. M., Chemical Process Rincipk, Part Two: Themodynamics, John Wiley & Sons, New York, 1947.
6. IKOKU, C.U.: Natural Gas Production Engineering, New Jersey John Wiley, Sons Inc., 1984, p. 517 ED MISTER, W.C. y Lee, B.I. Applied Hydrocarbon

- Thermodynamics 2a. edition. Houston, Texas Gulf Publishing Company, 1984, p. 233 Vol.1.
7. KATZ, D.L., et al Handbook of Natural Gas Engineering New York Ed. McGraw-Hill Book Co, Inc, 1959, p. 802.
  8. KUMAR, S Gas Production engineering Contributions in Petroleum Geology and Engineering Gulf Publishing Company, 1987 Vol. 4.
  9. LEE, A.J. y Wattenberger, R.A Gas Reservoir Engineering Texas SPE Textbook Series, SPE, Richardson, 1996 Vol 5.
  10. Lewis, G. N., and Randall, M., Thermodynamics, Second Edition, revised by Pitzer McGraw-Hill Book Co., New York, 1961.
  11. Standard Handbook of Petroleum and Natural Gas Engineering, Ed. William C. Lyon (Todos los tomos).
  12. Zemansky, M. W., and Van Ness, H. C., Basic Engineering Thermodynamics, McGraw- Hill Book Co., New York, 1966.