

Programa Regular

Denominación de la Asignatura: Industrialización de Petróleo

Carrera/s a la/s cual/es pertenece: Ingeniería en Petróleo

Ciclo lectivo: 2019

Docente/s: Docente y Coordinadora: Ing. Mónica Vázquez

Duración y Carga horaria semanal: materia cuatrimestral - 4 horas

Fundamentación:

La materia Industrialización del Petróleo es del tipo de las de tecnología aplicada y se ubica en el quinto año en el Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería en Petróleo, en carácter de optativa.

Al tratarse de una materia orientada a comprender como agregar valor a las materias primas, busca detallar las características de las tecnologías de la refinación del Petróleo y el Gas y su impacto en el negocio del Downstream; ampliando la visión adquirida a través de las materias específicas.

Objetivos:

Los objetivos principales de la materia son:

- Que el alumno adquiera una visión integral de la cadena de valor de la Industria Petrolera y Gasífera.
- Que el alumno comprenda el comportamiento del mercado (oferta-demanda) y su impacto sobre la canasta de productos a obtener en las instalaciones y sobre la materia prima disponible para su procesamiento
- Que el alumno profundice en el conocimiento de tecnologías de transformación, reacomodamiento y finalización de moléculas del Crudo y del Gas Natural disponibles, para su eficiente aprovechamiento, maximizando los rendimientos y la complementación entre las unidades refinadoras, gasíferas y petroquímicas.

Se espera conseguir los mencionados objetivos, a través de:

- Promover la integración de los conocimientos orientando al alumno a la conceptualización de información necesaria, para la toma de decisiones de inversión en tecnología, en función de las características de las Materias Primas disponibles y los requerimientos de productos, para un determinado contexto económico social y sus necesidades de sostenibilidad para el desarrollo.
- Orientar al alumno en las tecnologías de industria del downstream y la petroquímica, detallar las características tecnológicas de los procesos que se aplican para la transformación del petróleo crudo y gas natural, en derivados o materias primas petroquímicas y las transformaciones de éstas en componentes para distintas áreas industriales.

Contenidos mínimos:

Proceso de refinación de petróleo, destilación atmosférica y al vacío, Hidrogenación suave, media y severa, Reformación de naftas, Isomerización, Cracking térmico (Reductor de viscosidad, coke retardado) y catalítico en lecho fluido (FCC), Hidrocracking, Mejoradores de octano (producción de éteres), Alquilación, Producción de lubricantes. Derivados del petróleo, especificaciones y usos. Endulzamiento y recuperación de azufre. Procesamiento de gas natural y gas licuado. Procesos petroquímicos. Energías alternativas.

Contenidos temáticos o unidades:

Unidad 1:

Demanda Energética. Variables que impactan sobre la misma. Evolución de la población mundial y del crecimiento económico. Concepto de Sustentabilidad aplicado a la generación energética. Calentamiento global y objetivos de reducción de emisiones de CO₂.

Matriz Energética. Concepto. Cómo es la matriz energética mundial y que se espera al 2040. El rol de los hidrocarburos. Matriz energética argentina. Evolución durante los últimos 50 años. Impacto de la generación de energía no convencional. Proyecciones al 2030.

Unidad 2:

Petróleo crudo, características, composición y propiedades. Impacto sobre los procesos de refinación. Clasificación de Crudos. Comparación de Crudos Internacionales y Nacionales. Evaluación de crudos, Curvas de Destilación TBP y su correlación con el rendimiento de derivados en el proceso de refinación. Propiedades básicas y complementarias del crudo. Contaminantes y acondicionamiento para su almacenamiento y transporte. Assay de crudos.

Unidad 3:

La industria de la refinación. Características. Capacidad de refinación a nivel mundial y nacional. Factores que impactan en la localización. Localización de las refinerías argentinas. Configuración y Complejidad. Índice de Nelson. Capacidades y complejidades de las refinerías argentinas. Decisiones económicas. Costos y Márgenes. Supply Chain. Abastecimiento de las refinerías argentinas. Ductos y Terminales de despacho marítimas. Abastecimiento al mercado. Terminales de almacenamiento y distribución. Terminales terrestres y portuarias. Polductos, Barcos y camiones. Logística de Biocomponentes (Bioetanol y Biodiesel).

Unidad 4:

La Refinería: la fábrica de productos. Agregado su impacto sobre la canasta de productos demandada por el mercado. Acondicionamiento del crudo en la refinería.

El puntapié inicial: **Separación física. El proceso de destilación atmosférica y al vacío.** Leyes de equilibrio, ley de Raoult y de Dalton. Descripción y Flowsheet de los procesos. Componentes de ambas plantas. La torre de destilación por dentro. Corrientes de salida. Características y proceso al cual van destinados como carga. Acciones preventivas desde el punto de vista de SSA.

Reestructuración molecular.

Reforming. Mecanismo y objetivo. Tratamiento de la carga y corrientes de salida. Producción de H₂. Reforming Catalítico y Catalítico continuo. Reacciones químicas. Reactores y Catalizadores utilizados. Flowsheet del proceso. Acciones preventivas desde el punto de vista de SSA.

Isomerización. Mecanismo y objetivo. Tratamiento de la carga. Etapas del proceso. Corriente obtenida. Características. Reacciones químicas. Catalizadores utilizados. Impacto de ambos procesos sobre la canasta de productos obtenidos.

Unidad 5:

El desacople entre demanda y oferta. La ruptura de las moléculas. Los procesos de conversión. Reducción de la relación C/H por eliminación de C.

Conversión térmica suave o **Visbreaking.**

Conversión térmica profunda o coquización. Delayed coque. Cargas. Corrientes de egreso. Reacciones químicas. Descripción y flow sheet del proceso. Variables críticas e impacto sobre los rendimientos. Coquización fluida.

Cracking químico o catalítico fluido (FCC). Objetivo. Componentes de la unidad. Reactor. Raiser. Regenerador. Stripper. Ciclones. Flow-sheet del proceso. Balances de calor, de carbón y de presión.

Cargas y corrientes de salida. Rendimientos. Catalizadores. Características Reacciones químicas. Generación de ión carbonio. Acciones preventivas desde el punto de vista de SSA.

Unidad 6:

Los procesos que demandan Hidrógeno. Diferentes Severidades. Hidrocraqueo. Hidrotratamiento. Hidroterminado. Producción de Hidrógeno. Steam Reforming.

Hidrocraqueo. Reducción de relación C/H por incremento del H en la molécula. Ventajas y desventajas del proceso. Cargas y corrientes de salida. Tratamiento de las cargas. Reacciones químicas en el tratamiento. Descripción y flowsheet del proceso. Reacciones químicas y variables críticas. Catalizador utilizado. Agregado de valor a la carga. Precauciones operativas desde el punto de vista de SSA.

Hidrotratamiento. Objetivos y variables operativas. Cargas y corrientes donde se debe aplicar hidrotratamiento. Reducción de Azufre en Naftas/Gas Oil y Gas Oil de vacío. Estabilización del Jet A-1. Proceso MEROX. Descripción y flowsheet del proceso.

Unidad 7:

La carrera por los octanos. Calidad de combustibles. Parámetros legales de performance y de composición(ambiental). Eliminación de los aditivos órganometálicos. Variables críticas: Octanaje y Volatilidad Mejora sustentable del octanaje. Procesos de alquilación y eterificación.

Alquilación. Objetivo. Catalizadores líquidos. Características de los mismos. Ventajas y desventajas. Cargas de alimentación y corrientes obtenidas. Descripción y principales variables del proceso. HYDRISOM y Alquilación propiamente dicha. Reacciones Químicas. Precauciones operativas desde el punto de vista de SSA por la utilización de catalizadores ácidos fuertes.

Eterificación, producción de compuestos oxigenados. Principales compuestos oxigenados. Ventajas y desventajas. Competencia por Olefinas de C4/C5. Obtención de MTBE como proceso ejemplo. Componentes de la planta. Sección de reacción. Sección de purificación. Reacciones químicas. Variables operativas y flowsheet del proceso.

Unidad 8:

El blending de productos. Corrientes que intervienen en el blending de naftas y en el blending de gas oil. Cuáles aportan volumen y cuáles aportan calidad. Los combustibles de ultra bajo contenido de Azufre. La tecnología del Hidrógeno para aumentar rendimiento y para mejorar calidad.

La recuperación de Azufre. Procesos de reducción. Conversión térmica e Hidrotratamiento para transformar todos los compuestos de Azufre a SH₂ y olefinas/parafinas. Procesos de endulzamiento

con aminas. Descripción y flowsheet del proceso. Obtención de Azufre elemental a través de la tecnología Claus. Descripción y flow sheet del proceso.

Especificaciones de calidad. Normas y especificaciones internacionales y nacionales

Unidad 9:

Bases lubricantes. Definiciones. Fricción. Viscosidad. Regímenes de lubricación. Lubricación límite, mixta e hidrodinámica. Propiedades de las bases. Comportamiento viscosimétrico con la temperatura. Fluidez a baja temperatura.

Clasificación de las bases. Según el origen del crudo. Parafínicos/ Nafténicos/Aromáticos. Según el proceso de obtención. Minerales/Sintéticos. Principales grupos de bases sintéticas. Ésteres sintéticos.

Hidrocarburos sintéticos. Polietilenglicoles. Procesos de obtención. Recomendación de uso. Ventajas y desventajas.

Según el proceso de fabricación.

Refino con Solvente. Proceso de destilación al vacío. Separación física basada en la viscosidad. Obtención de los diferentes destilados. Posterior refinación de los mismos. Desafaltado con propano de los cortes más viscosos. Descripción y flowsheet del proceso de Solubilidad selectiva. Características del subproducto obtenido. Extracción de aromáticos. Descripción del proceso. Variables operativas e impacto sobre la calidad de la base. Características del subproducto obtenido. Desparafinado con solvente. Descripción del proceso. Producto y subproductos. Hidroterminado como etapa final de estabilización de los diferentes cortes. Acciones preventivas desde el punto de vista de SSA.

Tecnología del Hidrógeno. Hidrocrackeo. Desparafinación catalítica. Descripción de los procesos. Características de las bases así obtenidas. Ventajas y desventajas respecto a las SRBS. Acciones preventivas desde el punto de vista de SSA.

Clasificación API de las bases terminadas. Características de las bases argentinas.

Unidad 10:

Petroquímica. Materia prima petroquímicas obtenidas a partir del gas natural y de la refinación del petróleo. Productos, procesos y reacciones. Aromáticos, olefinas y parafinas.

Complejo Aromáticos. Benceno/Tolueno/Xileno/Ciclohexano. Descripción del proceso de separación de los aromáticos entre sí por extracción líquido-líquido, destilación, y cristalización para el caso de los isómeros del xileno. Optimización de la oferta de productos para acoplar con la demanda. Proceso para producir más benceno y p-xileno a partir de Tolueno y demás isómeros.

Complejo Olefinas. Producción de Olefinas a partir de steamcracking. Oxoalcoholes. Obtención, separación e isomerización de olefinas a partir del C4. Reacciones químicas. Dimerización de los butenos. Descripción del proceso. Catalizadores y reacciones químicas. Hidro- formilación.

Anhídrido Maleico. Carga de alimentación. Catalizador. Descripción del proceso. Características del producto terminado. **Polibutenos.** Materia prima. Proceso de polimerización. Descripción y flowsheet. Reacciones químicas.

Parafinas. Lineal Alkil Benceno (LAB). Obtención del corte corazón a partir del fraccionamiento del querosén de destilación. Eliminación de contaminantes del corte corazón a través de Hidrotratamiento (Hi- drobond). Obtención de parafinas lineales por separación por Tamices moleculares (MOLEX). Deshidrogenación de parafinas para obtener ole- finas (PACOL). Alquilación del benceno con las olefinas obtenidas.

Descripción de los procesos, reacciones químicas y catalizadores utilizados en cada etapa.

Acciones preventivas desde el punto de vista de SSA.

Unidad 11:

Sistemas de energía. Calor. Hornos. Vapor. Gas de refinería. Obten- ción y purificación. Descripción del proceso. Combustible líquido. Características. Contenido de metales pesados. Instalaciones de al- macenaje y movimentación. Metodología de producción de energía. Hor- nos y calderas. Turbinas de gas y vapor. Sistemas de cogeneración y ciclo combinado. Generación de vapor. Acondicionamiento del agua de alimentación a calderas. Gestión de la energía a través de minimizar el impacto ambiental y de la optimización de la eficiencia energéti- ca integral. Reducción de emisiones. Procesos de recuperación y de reducción. Sistemas de antorchas. Sistemas de efluentes líquidos y gaseosos. Tratamiento de aguas ácidas y residuales.

Unidad 12

El Gas Natural. El mercado. Principales magnitudes del mercado. La cadena de valor del Gas Natural. Captación. Acondicionamiento. Transporte. Distribución. Comercialización del gas y sus derivados. Principales características. Composición. Contaminantes. Propieda- des. Parámetros de control. Acondicionamiento y tratamiento. Separa- ción de partículas. Hidratos Deshidratación. Diferentes metodologías Endulzamiento. Diferentes metodologías Separación y fraccionamiento de líquidos. Ejemplo de Supply chain: Compañía Mega.

El gas natural como materia prima. Producción de Urea a partir de Metano. Procesos de GTL. Obtención del syngas. Reacción de Fischer- Tropsch. Ajuste de las características de los HC sintéticos a través de la tecnología del Hidrógeno. Reacciones químicas. Catalizadores utilizados. Esquema de los procesos.

Bibliografía:

1. Berger, Bill D., Anderson, Kenneth E.; Modern Petroleum, A Basic Primer of the Industry; Oil & Gas Journal Books; 1978
2. Gary, James H., Handwerk, Glenn E., and Kaiser, Mark J.; Petroleum Refining Technology and Economics; Fifth Edition; CRC Press; 2007
3. Leffler, William L.; Petroleum Refining in Nontechnical Language; Third Edition; PennWell Corp.; 2000
4. Little, Donald M.; Catalytic Reforming; PennWell Publishing Company; 1985
5. Maples, Robert E.; Petroleum Refinery Process Economics; 2nd Edition; PennWell Corp.; 2000
6. Meyers, Robert A., Editor-in-Chief; Handbook of Petroleum Refining Processes; Second Edition; McGraw-Hill; 1997
7. Meyers, Robert A., Editor-in-Chief; Handbook of Petroleum Refining Processes; Third Edition; McGraw-Hill; 2003
8. Oil Price Information Service (OPIS); OPIS Energy Glossary; <http://www.opisnet.com/market/glossary.asp#S>
9. Parkash, Surinder; Refining Processes Handbook; Gulf Professional Publishing; 2003
10. Energy Information Administration; Glossary; <http://205.254.135.24/tools/glossary/index.cfm?id=petroleum>
11. U.S. Energy Information Administration; Crude Oil and Refined Products Glossary; www.icapenergy.com/us/docs/crudeglossary.pdf
12. U.S. Petroleum Refining: Assuring the Adequacy and Affordability of Cleaner Fuels; National Petroleum Council; June 2000.
13. IAPG: Aspectos técnicos, estratégicos y económicos de la Refinación del Petróleo. www.iapg.org.ar/web_iapg/publicaciones/libros-de-interes-general/blog
14. IAPG: Las cifras del Petróleo y del gas. www.iapg.org.ar/web_iapg/publicaciones/libros-de-interes-general/blog
15. Exxon Mobil “Energy Outlook. A visión towards to 2040”, edición 2019

Propuesta Pedagógico-Didáctica:

La metodología de enseñanza sigue el modelo de clases en modalidad teórico-prácticas y comprende la organización de talleres para la resolución de ejercicios y problemas; estudio de casos modelo para su resolución; investigación.

En las clases se presentan los contenidos teóricos y se resuelven en forma conjunta ejemplos que ayudan a comprender y aplicar los conocimientos.

Como parte de la actividad práctica se resuelven ejercicios relacionados con los temas teóricos en curso, se realizan investigaciones o búsqueda de información trabajando en forma grupal y se realizan experiencias con equipos o materiales didácticos provistos en el aula o laboratorio, siguiendo una guía práctica determinada. Se fomenta el trabajo en equipo y la investigación.

Se organizan visitas a empresas.

Se tendrá como modalidad el agrupamiento en comisiones para resolución de casos de estudio en seminarios e informes por temas, incluyendo informe de las visitas. Las clases de consulta son semanales y a pedido del alumno.

Se plantearán problemas abiertos de ingeniería, donde la solución no es única y requiere la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnológicas. Con ello se estimulará la capacidad de emplear los procesos cognitivos para enfrentarse y resolver situaciones interdisciplinarias reales en las que la vía de solución no resulta obvia de modo inmediato y en las que las áreas de conocimiento o curriculares aplicables no se enmarcan dentro de una única área. Para la resolución de este tipo de problemas, se desarrollarán actividades que fomenten el trabajo grupal.

Se realizará un trabajo grupal de investigación y desarrollo sobre un tema de la asignatura, relacionado con el negocio del Downstream que será considerado como una instancia de evaluación.

Se plantean actividades experimentales que le permitan al alumno incorporar los conocimientos estudiados en las clases teóricas desarrollando un aprendizaje cognitivo a partir de experiencias vivenciales. Para ello, se realizarán las siguientes visitas:

- 1.- Visita a Complejo Industrial de Refinación.
- 2.- Visita a Laboratorio especializado en análisis de crudo.
- 3.- Visita a complejo petroquímico.

De acuerdo a la Unidad Temática se puede tener clase de resolución de problemas o seminarios de comprensión, con preguntas e informes para fijar conceptos.

Se establecerán actividades prácticas para que el estudiante pueda autoevaluarse, a fin de consolidar los conceptos aprendidos en clase.

Régimen de aprobación:

Esta materia puede aprobarse mediante el régimen de promoción directa o mediante examen final regular. No se puede aprobar mediante examen libre. Lo anterior implica que el alumno debe cursar la materia y, de cumplir con los requerimientos correspondientes, puede aprobarla por promoción directa. En caso de no cumplir los mencionados, y cumpliendo otros requisitos mínimos, el alumno puede regularizar la materia aprobando primero la cursada, para luego aprobar la materia por examen final, en las fechas dispuestas por el Calendario Académico de la Universidad.

Para el mencionado esquema de aprobación, se debe considerar también lo referido a Correlatividades, de acuerdo a lo dispuesto por el Reglamento Académico vigente, según Resolución (CS) N°43/14.

La evaluación en los cursos se realiza a través de dos parciales teórico-prácticos de desarrollo conceptual y de la presentación de un trabajo realizado en equipo sobre el Negocio del Downstream en la Industria Petrolera y gasífera. Cada parcial consta de una instancia de recuperación. En el caso de la presentación se calificará al equipo por su actuación como tal y a cada miembro por calidad de exposición y de los conocimientos demostrados.

Para promocionar la materia se necesita una nota promedio de 7 (siete), y una nota igual o mayor a 6 (seis) en cada una de las instancias evaluativas. Notas de 4 a 6 dan por aprobada la cursada y el estudiante deberá presentarse a un examen final en las fechas que determine la universidad de acuerdo a su cronograma. Notas menores a 4 indican cursada desaprobada.

Por otro lado, para poder aprobar la asignatura el alumno deberá cumplir con un 75% de asistencia y haber aprobado todos los trabajos prácticos planteados durante la cursada.

El presente régimen de aprobación se ajusta al Reglamento Académico vigente, según Resolución (CS) N°43/14.