UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas

2. **Programa Educativo:** Ingeniero Mecánico

3. **Plan de Estudios:** 2020-1

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Sistemas de Bombeo

5. **Clave**: 36087

6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
17 OCT 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA

Margarita Gil Samaniego Ramos
Mauricio Leonel Paz González

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)

Alejandro Mungaray Moctezuma
Daniela Mercedes Martínez Plata

Fecha: 17 de octubre de 2019

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta asignatura es brindar las habilidades para resolver problemas de transporte de fluidos, diseñando sistemas de bombeo en los sectores industrial, comercial, gubernamental y de servicios.
La importancia de esta unidad de aprendizaje radica en que en el ámbito industrial se requiere transferir líquidos en procesos de enfriamiento, transferencia de líquidos de diversos tipos.
En el comercial se requiere suministrar agua para los distintos servicios a edificios, como agua de servicio, sistemas vs. Incendios, el sector gubernamental debe dotar de agua potable y alcantarillado a la población. El área de servicios, como los hoteles, hospitales, escuelas.
Deben suministrar agua caliente y fría a sus usuarios, así como agua tratada a las albercas, calderas y otros equipos de uso final. También los hospitales requieren la distribución de agua y vapor.
Los sistemas de bombeo son los encargados de proporcionar estos servicios. Estos aparecen, entonces, en casi todos los ámbitos de la vida profesional del ingeniero mecánico, y es su responsabilidad además de diseñar estos sistemas, debe instalarlos y luego, mantenerlos en óptimas condiciones de funcionamiento.
Está ubicada en la etapa terminal, con carácter obligatorio, y pertenece al área de conocimiento de Térmica y Fluidos.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proyectar un sistema de bombeo, mediante la aplicación de las ecuaciones fundamentales de la hidráulica, para resolver problemas de transferencia de líquidos en el ámbito industrial, agrícola, comercial y de servicios, con una actitud analítica y ética.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega un documento escrito con la memoria técnica del proyecto, el cual deberá contener los antecedentes del mismo, la justificación, los cálculos hidráulicos, la selección del equipo, la simulación del funcionamiento del sistema, los diagramas de instalación con su lista de materiales y equipo necesarios para el funcionamiento del mismo. Deberá realizar una presentación oral de la memoria técnica del proyecto apoyándose en medios audiovisuales.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Conceptos básicos y tipos de sistemas de bombeo

Competencia:
Analizar los principios, fundamentos e importancia de los sistemas de bombeo así como las etapas de su desarrollo, a través de investigación documental y la búsqueda de datos, para identificar la problemática de transporte de fluidos y el tipo de sistema de bombeo más adecuado para resolverla, de manera responsable y colaborativa.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Antecedentes
1.2 Campo de aplicación
1.3 Definición de una estación de bombeo
- 1.3.1 Componentes principales de una estación de bombeo
- 1.3.2 Límites de un sistema de bombeo
- 1.3.3 Diagrama de flujo de un sistema de bombeo

1.4 Tipos de sistemas de bombeo
- 1.4.1 Consideraciones generales
- 1.4.2 Industrial
- 1.4.3 Agrícola (Pozo profundo)
- 1.4.4 Hidroneumático
- 1.4.5 Agua potable y aguas residuales
- 1.4.6 Contra incendios

UNIDAD II. Ecuaciones fundamentales para el diseño de sistemas de bombeo
Competencia: Aplicar las ecuaciones fundamentales de la hidráulica, para determinar el punto de diseño de la(s) bomba(s), mediante la solución de problemas con apego a la metodología establecida, de manera analítica y responsable.
Contenido: **Duración:** 4 horas 2.1 Ecuación de Bernoulli 2.2 Determinación del gasto del sistema 2.3 Determinación de diámetros de succión y descarga 2.4 Diámetro económico 2.5 Ecuación de Darcy – Weisbach 2.6 Ecuación de Swamee y Jayne para el factor de fricción 2.7 Número de Reynolds 2.8 Datos de entrada. Propiedades del fluido 2.9 Carga Neta Positiva de Succión 2.10 Punto de diseño. Energía requerida por la bomba

UNIDAD III. Selección del equipo de bombeo
Competencia: Evaluar equipos de bombeo comerciales, para seleccionar los que mejor se adapten a resolver la problemática de conducción de fluidos planteada, mediante la revisión de alternativas de diferentes fabricantes de bombas, actuando de manera responsable y proactiva.
Contenido: **Duración:** 4 horas 3.1. Selección de bombas centrífugas horizontales. Tipos de bombas 3.2 Búsqueda en catálogos de bombas y motores impresos y publicados en internet por distintos fabricantes 3.3 Cuadro comparativo de equipos 3.4 Selección de la mejor alternativa 3.5 Selección de tanques hidroneumáticos 3.6 Selección de filtros de arena y suavizadores 3.7 Selección de bombas verticales tipo turbina para pozo profundo

UNIDAD IV. Curvas del sistema

Competencia:
Construir las curvas de operación del sistema y evaluar los puntos de operación resultantes cuando se generan cambios en las condiciones de operación, para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de bombeo, mediante la utilización de las gráficas del fabricante, con una actitud analítica, precisa y responsable.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1 Sistemas con una sola bomba
- 4.1.1 Curva de pérdidas en el sistema de tuberías contra gasto.
- 4.1.2 Curva de operación del sistema
- 4.1.3 Punto de operación de la bomba
- 4.1.4 Puntos de operación cuando hay cambios en el sistema o en la operación
- 4.1.5 Análisis de los puntos de operación

4.2 Sistemas con dos o más bombas en paralelo
- 4.2.1 Curva de pérdidas en el sistema de tuberías contra gasto.
- 4.2.2 Curvas de operación del sistema
- 4.2.3 Puntos de operación de las bombas
- 4.2.4 Puntos de operación cuando hay cambios en el sistema o en la operación
- 4.2.5 Análisis de los puntos de operación

4.3 Sistemas con dos o más bombas en serie
- 4.3.1 Curva de pérdidas en el sistema de tuberías contra gasto.
- 4.3.2 Curvas de operación del sistema
- 4.3.3 Puntos de operación de las bombas
- 4.3.4 Puntos de operación cuando hay cambios en el sistema o en la operación
- 4.3.5 Análisis de los puntos de operación

UNIDAD V. Diseño de una planta de bombeo
Competencia: Diseñar un sistema de bombeo, para resolver un problema real de transporte de fluidos, mediante la recopilación de datos y la aplicación de las ecuaciones, con actitud crítica, ética y con creatividad.
Contenido: **Duración:** 2 horas 5.1 Datos de proyecto 5.2 Recolección de datos 5.3 Diagrama de flujo del sistema 5.4 Límites del sistema. Puntos 1 y 2 de la ecuación de Bernoulli 5.5 Punto de diseño 5.6 Selección de equipo 5.7 Curvas del sistema 5.8 Geometría del cárcamo de succión 5.9 Controles para el arranque y paro del equipo

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Distinguir las características del sistema de bombeo, mediante la relación de la problemática a resolver con los diferentes tipos de sistemas de bombeo existentes, para identificar el tipo de bomba a utilizar, de manera responsable y colaborativa.	El docente presenta un caso de estudio sobre una problemática de transporte de fluidos, presentando gráficamente un sistema de bombeo. El alumno identifica el tipo de sistema de bombeo apropiado para resolver la problemática y resuelve el caso aplicándola. El alumno entrega el reporte escrito.	Computadora con internet y MS Word	4 horas
UNIDAD II				
2	Examinar un sistema de bombeo, mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli, para determinar el punto de diseño de la bomba, de manera analítica y responsable.	El docente presenta una problemática de transporte de fluidos, presentando gráficamente un sistema de bombeo. El alumno aplica la ecuación de Bernoulli y demás ecuaciones apropiadas para encontrar el punto de diseño de la bomba, utilizando el programa MS Excel. El alumno entrega un reporte escrito del procedimiento, resultados y conclusiones	Computadora con internet y MS Word	4 horas
3	Resolver un problema de transporte de fluidos en un sistema de bombeo, mediante la aplicación de la ecuación de continuidad con apego a la metodología establecida, para determinar los diámetros de la tubería, de manera analítica y responsable.	El docente presenta un problema de transporte de fluidos planteando gráficamente un sistema de bombeo. El alumno aplica la ecuación de continuidad para resolver el problema utilizando el programa MS Excel. El alumno entrega un reporte escrito del procedimiento, resultados y conclusiones	Computadora con internet y MS Word	4 horas

UNIDAD III				
4	Resolver un problema de transporte de fluidos del tipo hidroneumático, mediante la aplicación de las ecuaciones de mecánica de fluidos adecuadas y con apego a la metodología establecida, para diseñar un sistema de bombeo hidroneumático de un edificio público, de manera analítica y responsable.	El docente presenta un problema de transporte de fluidos del tipo hidroneumático. El alumno aplica las ecuaciones y la metodología establecida y diseña el sistema con todos sus componentes: bombas, tuberías, tanque hidroneumático y equipo de tratamiento de agua. El alumno entrega un reporte escrito del procedimiento, resultados y conclusiones	Computadora con internet y MS Word	4 horas
5	Resolver un problema de transporte de fluidos, para determinar el diámetro más económico de una tubería de conducción, mediante la aplicación de las ecuaciones de mecánica de fluidos e ingeniería económica adecuadas y con apego a la metodología establecida, de manera analítica y responsable.	El docente presenta un problema de transporte de fluidos en el que se requiere seleccionar el mejor diámetro, desde el punto de vista económico para una tubería de conducción, considerando los costos de operación anual de bombeo, inversión inicial (anualizada) e incremento de presión por transitorios hidráulicos. El alumno entrega un reporte escrito del procedimiento, resultados y conclusiones	Computadora con internet y MS Word	4 horas
6	Resolver un problema para calcular bombas de pozo profundo, con apego a la metodología establecida, de manera analítica y responsable.	El docente presenta un problema de bombeo de agua de pozo profundo. El alumno aplica las ecuaciones pertinentes y selecciona el equipo de bombeo más adecuado con todos sus componentes	Computadora con internet, MS Excel y programa de cómputo Pump-Flo	4 horas
7	Construir curvas de funcionamiento de un sistema de bombeo con niveles de variables en la descarga, para interpretar las curvas en el punto de descarga final, con apego a la metodología establecida, de manera analítica y responsable	Construir e interpretar las curvas de funcionamiento cuando se tienen 3 alternativas de bomba y tres posibles niveles en el punto de descarga final. El alumno entrega un reporte escrito del procedimiento, resultados y conclusiones	Computadora con internet y MS Word	4 horas

8	Construir curvas de funcionamiento de un sistema de bombeo con presiones variables en la descarga, para elegir la bomba más adecuada que mantenga un gasto constante en cada caso, con apego a la metodología establecida, de manera analítica y responsable.	Construir e interpretar las curvas del funcionamiento para diferentes presiones, y elegir la bomba más apropiada para mantener un gasto aproximadamente constante en cada caso. El alumno entrega un reporte escrito del procedimiento, resultados y conclusiones	Computadora con internet y MS Word	4 horas
9	Construir curvas de funcionamiento de un sistema de bombeo con dos bombas en paralelo, para analizar los puntos de operación, con apego a la metodología establecida, de manera analítica y responsable.	Construir curvas de funcionamiento utilizando el programa MS EXCEL, cuando se tienen dos bombas instaladas en paralelo y un sistema de tuberías fijo. Analizar los puntos de operación con: Una bomba funcionando Dos bombas funcionando El alumno entrega un reporte escrito del procedimiento, resultados y conclusiones.	Computadora con internet y MS Word	4 horas
10	Construir curvas de funcionamiento de un sistema de bombeo con bombas en serie, con apego a la metodología establecida, para analizar los puntos de operación para cada bomba y sistema de tuberías, de manera analítica y responsable.	Graficar curvas de funcionamiento utilizando el programa MS EXCEL, cuando se tienen 3 bombas en serie, con tres sistemas de tuberías. También analizar los puntos de operación para cada bomba y para cada sistema de tuberías, haciendo una interpretación y dando sus conclusiones. El alumno entrega un reporte escrito del procedimiento, resultados y conclusiones	Computadora con internet y MS Word	4 horas
11	Extrapolar datos e información, para diseñar una planta de bombeo de aguas residuales con cuatro bombas horizontales tipo autocebante, mediante la aplicación de las ecuaciones de mecánica de fluidos, con apego a la metodología establecida, de manera analítica y	A partir de los datos de proyecto presentados por el docente, proponer un sistema de bombeo de aguas residuales 3+1 que incluye las especificaciones técnicas de las bombas, motores, accesorios y controles, el diámetro económico del emisor de presión, así como el	Computadora con internet y MS Word	8 horas

	responsable.	volumen y geometría del cárcamo de succión. El alumno entrega un reporte escrito del procedimiento, resultados y conclusiones.		

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
El docente empleará diversas estrategias de enseñanza, tal como: Técnica expositiva, aprendizaje basado en problemas, estudio de casos, entre otros, para lograr que los alumnos construyan aprendizajes significativos mediante el desarrollo de actividades de taller, entre las que se incluyen la resolución de problemas prácticos y teóricos, actividades de investigación y discusión de casos. Es ampliamente recomendable que el docente se apoye en el uso de recursos tecnológicos para facilitar el acceso a los recursos didácticos necesarios para el logro de las competencias del curso.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El alumno empleará diversas técnicas de estudio, tal como: lecturas específicas dentro de la bibliografía, análisis de casos y ejemplos prácticos, notas de clase, revisión de recursos audiovisuales, entre otros, para reforzar los contenidos temáticos presentados por el docente. Además complementará su aprendizaje con actividades de investigación y resolución de problemas de manera individual y/o en equipo.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales……25%
- Prácticas de taller……40%
- Investigaciones y tareas……..10%
- Evidencia de desempeño……25%
  (Proyecto de aplicación)

Total….100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Europump. (2018). Pump System Optimization Guidebook (PSO). Recuperado de https://europump.net/publications/guides-and-guidelines/hydraulic-institute-hi-guides Jones, G.M., Bosserman, B.E., Sanks, R.L., y Tchobanoglous, G. (2008). *Pumpin Station Design* (3ª ed.). Reino Unido: Butterworth-Heinemann. [clásica] Menon E. S., y Menon, P.S. (2010). *Working Guide to Pumps and Pumping Stations: Calculations and Simulations*. Estados Unidos: Elsevier [clásica] Potter, M., Wiggert, D., Ramadan, B. (2015). *Mecánica de Fluidos* (4ª ed). Estados Unidos: Cengage Learning Ramírez, G. (2014). *Bombeo mecánico moderno*. México: Instituto Politécnico Nacional	Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.* México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [clásica] Mott, R.L. (2006). *Mecánica de Fluidos* (6ª ed). México: Pearson [clásica] Pump Fundamentals. (S.f). *Fundamentals of centrifugaal pumps*. Recuperado de http://www.pumpfundamentals.com/tutorial2.htm Pump Fundamentals. (S.f). *Pumps and pumping systems*. Recuperado de https://www.beeindia.gov.in/sites/default/files/3Ch6.pdf Pump Fundamentals. (S.f). *Pumps best practices guide*. Recuperado de file:///C:/Users/DRA.%20MARGARITA%20GIL/Downloads/SRSB%20EM%20Best%20Practice%20Guide%20Pump%202009.pdf

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparte esta asignatura debe contar con título de Ingeniero Mecánico o área afín; preferentemente con estudios de posgrado, se sugiere experiencia docente y laboral mínima de un año, con dominio en el área de fluidos y térmica, experiencia en sistemas de bombeo, con una actitud proactiva, analítica y de liderazgo.