

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Sistemas e Instalaciones Hidráulicas</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Mecánica</b>
Clave de la asignatura :	<b>MED-1029</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>2-3-5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero Mecánico la capacidad de utilizar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales para el análisis de sistemas e instalaciones hidráulicas. Asimismo le permite formular y desarrollar sistemas para el aprovechamiento racional de sistemas hidráulicos.

Los conocimientos adquiridos en esta asignatura capacitan al alumno para formular, gestionar, evaluar y administrar proyectos relacionados con el diseño de sistemas e instalaciones hidráulicas. Al mismo tiempo adquiere la habilidad de aplicar las leyes fundamentales del comportamiento de los fluidos en la solución de problemas de ingeniería hidráulica, Incorporar el conocimiento y las habilidades necesarias para proyectar seleccionar, e instalar sistemas y calcular instalaciones hidráulicas.

El ingeniero mecánico puede participar en servicios de asesoría, peritaje, certificación o capacitación afines a sistemas e instalaciones hidráulicas.

Posteriormente aplicaran parte de estos conceptos en asignaturas como Máquinas de fluidos Incompresibles, Plantas Térmicas, Automatización y Circuitos Hidráulicos y Neumáticos.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario con cinco unidades, en la primera unidad se aborda el tema de los orificios para determinar el gasto volumétrico y tiempo de desagüe en recipientes que descargan utilizando orificios. Por otro lado se analizan y clasifican los tipos de flujo a través de tuberías para calcular su velocidad, gasto volumétrico, caída de presión y pérdidas de energía por fricción (primarias y secundarias) utilizando las ecuaciones correspondientes según el tipo de flujo.

En la unidad 2 se refiere a los sistemas de tuberías que consiste en aplicar los métodos de solución para cada tipo de red de tubería, así como el método para determinar el diámetro económico y calcular el fenómeno del golpe de ariete.

En la tercera unidad se refiere a sistemas de bombeo, consiste en analizar los diferentes sistemas hidráulicos que empiezan desde el cálculo de potencia de una bomba centrífuga y sistemas de depósitos que se alimentan por gravedad así como diferentes sistemas que se alimentan por medio de bomba centrífuga y sistemas hidroneumáticos. Utilizando las normas para selección de accesorios y tuberías.

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En la unidad 4 se define el comportamiento de los flujos en conductos abiertos como son los canales y se diseñan considerando un flujo uniforme para determinar las ecuaciones del gasto volumétrico de canales de máxima eficiencia, así como el uso de ecuaciones empíricas para medir el gasto volumétrico mediante vertederos de pared delgada cresta viva con y sin contracciones laterales.

La unidad 5 se refiere a la utilización de la teoría de la capa límite según el tipo de flujo y determinar los espesores y coeficientes para calcular resistencias en superficies planas lisas y rugosas y potencias en cuerpos aerodinámicos. Por fricción superficial y por presión para determinar la sustentación.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: determinación, de coeficientes de desagüe en orificios. observar los tipos de flujo y determinar el números de Reynolds, determinar las pérdidas primarias en diferentes tipos de tubería considerando el mismo diámetro y gasto volumétrico. Determinar el coeficiente de chezy en canal de pendiente variable y el coeficiente de descarga en vertedor de pared delgada cresta viva.

Las prácticas se han descrito como actividades complementarias al análisis y comprobación de coeficientes que existen tabulados en libros de texto o manuales de hidráulica. así como tratamiento teórico de los temas, y corroboración de lo visto previamente en clase. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, y que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Resolver problemas relacionados con flujo a través de orificios y conductos cerrados, que involucren el cálculo de pérdidas primarias y secundarias.</li><li>▪ Determinar el caudal y diámetro económico de tubería en sistemas de tuberías en serie, paralelo y redes.</li><li>▪ Calcular la potencia de sistemas de bombeo de un caso real, aplicando las normas y criterios de selección de tuberías y accesorios para un sistema hidráulico.</li><li>▪ Aplicar los conocimientos adquiridos en la solución de problemas relacionados con el flujo en canales y vertederos.</li><li>▪ Analizar y resolver problemas de flujo externo, aplicando los conceptos de capa límite hidrodinámica, fuerzas de arrastre y sustentación.</li><li>▪ Utilizar software de aplicación para la solución de problemas en sistemas e instalaciones hidráulicas.</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>• Capacidad de organizar y planificar.</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li><li>• Comunicación oral y escrita.</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li><li>• Solución de problemas.</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li><li>• Trabajo en equipo.</li><li>• Habilidades interpersonales.</li></ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li><li>• Habilidades de investigación.</li><li>• Capacidad de aprender.</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li><li>• Búsqueda del logro.</li></ul>	
---	--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:                      Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 26 de mayo de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos de:                      Durango, Pachuca, Hermosillo, Superior de Alvarado, Saltillo y Culiacán.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:                      Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Conocer y aplicar los conocimientos relativos al diseño de redes de tuberías y sistemas hidráulicos así como cálculo de resistencias en superficies planas y cuerpos geométricos, cálculo y selección de canales y vertedores de pared delgada.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocer y aplicar las operaciones algebraicas fundamentales.
- Conocer las funciones básicas del cálculo vectorial y su aplicación a problemas de ingeniería.
- Conocer las propiedades de los fluidos.
- Realizar interpretación de gráficas, diagramas y nomogramas.
- Desarrollar y aplicar las ecuaciones fundamentales del movimiento de fluidos: continuidad, cantidad de movimiento y energía.(Ecuación de Bernoulli).

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Flujo a través de orificios y conductos cerrados	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Orificios.<ol style="list-style-type: none"><li>1.1.1. Definición y clasificación.</li><li>1.1.2. Ec. de Torricelli</li><li>1.1.3. Coeficientes de velocidad, contracción y descarga.</li><li>1.1.4. Ecuaciones: gasto Volumétrico, tiempo de descarga y determinación experimental de coeficientes.</li></ol></li><li>1.2. Conductos cerrados.<ol style="list-style-type: none"><li>1.2.1. Número de Reynolds. Flujos: laminar y Turbulento</li></ol></li><li>1.3. Coeficiente de fricción. Ecuación de Darcy - Weisbach. Diagrama de Moody y sus ecuaciones (Nikuradse, Coolebrok).</li><li>1.4. Cálculo de pérdidas en tuberías: primarias y secundarias.</li></ol>
2.	Sistemas de tuberías	<ol style="list-style-type: none"><li>2.1. Tuberías en: serie, paralelo, ramificadas</li><li>2.2. Diámetro económico. Criterio de Selección.</li><li>2.3. Golpe de ariete.</li></ol>
3.	Sistemas de bombeo	<ol style="list-style-type: none"><li>3.1. Potencia de una bomba centrífuga. Succión positiva y negativa.</li><li>3.2. Potencia de una bomba centrífuga entre dos depósitos a diferente elevación.</li><li>3.3. Potencia de una bomba centrífuga entre una cisterna y depósito elevado.</li><li>3.4. Potencia de una bomba centrífuga instalada en un hidroneumático.</li><li>3.5. Normas y selección de tuberías y accesorios en un sistema hidráulico.</li></ol>
4.	Flujo en conductos abiertos	<ol style="list-style-type: none"><li>4.1. Canales<ol style="list-style-type: none"><li>4.1.1. Definición y partes del canal, Flujo</li></ol></li></ol>

		<p>uniforme. coeficiente de CHEZY</p> <p>4.1.2. Ec. del gasto Volumétrico de CHEZY MANNING</p> <p>4.2. Canales de máxima eficiencia.</p> <p>4.3. Vertederos. tipos y clasificación.</p> <p>4.3.1. Vertedero de pared delgada con y sin contracciones laterales y Cresta Viva</p> <p>4.4. Ecuaciones empíricas para calcular el Gasto Volumétrico: Francis, King, Bazin, Cone etc.</p>
5.	Flujo Externo	<p>5.1. Capa límite laminar sobre una placa plana lisa. Separación de la capa límite.</p> <p>5.1.1. Perfiles de velocidad y espesor de la capa.</p> <p>5.2. Capa límite turbulenta sobre una placa plana lisa. Separación de la capa límite.</p> <p>5.2.1. Perfiles de velocidad y espesor de la capa</p> <p>5.3. Capa límite laminar y capa límite turbulenta sobre una placa plana rugosa.</p> <p>5.3.1. Coeficientes de fricción y resistencias</p> <p>5.4. Fuerzas en cuerpos aerodinámicos</p> <p>5.5. Coeficientes de fricción.</p> <p>5.6. Arrastre por fricción superficial y arrastre por presión.</p> <p>5.7. Sustentación.</p>

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

Ser conocedor de la materia y tener experiencia en las instalaciones hidráulicas que se requiere para abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes como punto de partida y como oportunidad para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, identificar el tipo de proceso intelectual que se realiza. una identificación de patrones, un análisis, una síntesis. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique. Ejemplos: reconocer los elementos y aplicar los métodos, adecuados.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes, libros de texto, manuales de hidráulica y catálogos de fabricantes, internet.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo de la ingeniería hidráulica. Ejemplos: prácticas de laboratorio.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las actividades de experimentación, exponer al grupo las conclusiones obtenidas durante las observaciones.
- Facilitar el contacto directo con equipos e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo práctico como: identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los principios fórmulas y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura. para resolver problemas y diseñar sistemas hidráulicos.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y con otras asignaturas de su área, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el desarrollo sustentable.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, Internet, software tutorial de Mecánica de fluidos etc.).

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en forma de documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y orales.
- Reportes escritos de las prácticas desarrolladas y sus conclusiones.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Flujo a través de orificios y conductos cerrados

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Aplicar los fundamentos sobre flujo a través de orificios y conductos cerrados (que involucren el cálculo de pérdidas primarias y secundarias) en la resolución de problemas reales en sistemas e instalaciones hidráulicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calcular y seleccionar orificios para el desagüe de depósitos que contienen un líquido.</li><li>• Aplicar la ecuación de Torricelli en el cálculo de los coeficientes de velocidad y contracción del chorro, de gasto, para la obtención de la ecuación del tiempo de desagüe de un líquido a través de un orificio.</li><li>• Calcular pérdidas primarias y secundarias en tuberías utilizando ecuaciones, tablas, gráficas y nomogramas de manuales y catálogos de fabricantes.</li><li>• Realizar una práctica sobre orificios: determinar los coeficientes y compararlos con los valores tabulados en libros de texto o manuales. Elaborar un reporte con observaciones y conclusiones.</li><li>• Discutir y definir el parámetro de Reynolds en la clasificación de los flujos.(laminar, transición y turbulento.)</li><li>• Realizar una práctica para identificar los tipos de flujo y determinar el número de Reynolds correspondiente.</li><li>• Resolver problemas de aplicación del número de Reynolds utilizando las tablas de propiedades de los fluidos viscosos y muy viscosos.</li><li>• Analizar el perfil de distribución de velocidades flujo laminar en un conducto cerrado y determinar la ecuación de Pousiuelle.</li><li>• Analizar las características del flujo turbulento, su perfil de distribución de</li></ul>



	<p>velocidades y determinar la ecuación de Darcy-Weisbach.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las diferentes formas de determinar los coeficientes de fricción: ecuaciones de Colebrook, Nikurase, valores de tablas y el diagrama de Moody.</li> <li>• Resolver problemas utilizando el diagrama de Moody en forma grupal.</li> <li>• Solucionar problemas de cálculo del diámetro, velocidad, caída de presión en una tubería, para flujo laminar y turbulento.</li> </ul>
--	---

### Unidad 2: Sistemas de tuberías

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Diseñar sistemas de tuberías en serie, paralelo y ramificada para distribución de un fluido incompresible, determinando el caudal y diámetro económico de tubería.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar y aplicar el método de solución para una tubería en Serie resolviendo un ejemplo, utilizando el diagrama de Moody, la Ec. de la energía y Ec. de Darcy-Weisbach.</li> <li>• Analizar y aplicar el método de solución para casos de tuberías en Paralelo, resolviendo un ejemplo por cada caso, utilizando el diagrama de Moody, la Ec. de la energía y Ec. de Darcy-Weisbach.</li> <li>• Analizar y discutir en grupo el método de solución de Tuberías Ramificadas que se refiere al problema de los tres recipientes, resolviendo ejemplos.</li> <li>• Analizar y discutir en grupo, mediante el uso de figuras el fenómeno del golpe de ariete en una tubería.</li> <li>• Aplicar ecuaciones para calcular el golpe de ariete (Ec. de Joukowski ) y el tiempo de cierre de la válvula. Resolver un ejemplo de aplicación.</li> </ul>

### Unidad 3: Sistemas de bombeo

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Calcular la potencia de sistemas de bombeo de un caso real, aplicando las normas y criterios de selección de tuberías y accesorios para un sistema hidráulico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar y determinar la ecuación de potencia de una bomba centrífuga para una eficiencia propuesta.</li> <li>• Resolver un sistema hidráulico consistente en una bomba centrífuga entre dos recipientes que se encuentra a diferente altura.</li> <li>• Resolver un sistema hidráulico que consiste en una cisterna, bomba centrífuga y depósito: Calcular la potencia de la bomba</li> </ul>

	<p>con una eficiencia propuesta, la presión de salida estática y dinámica, así como el tiempo de llenado del depósito.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los criterios de selección de la bomba y sus accesorios.</li> <li>• Resolver un sistema hidráulico que consiste en un hidroneumático: calcular la potencia de la bomba para un gasto volumétrico y eficiencia dada, la presión de salida, presión de arranque y paro de la bomba. Calcular la capacidad del sistema hidroneumático.</li> </ul>
--	---

#### Unidad 4: Flujo en conductos abiertos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Aplicar los conceptos sobre canales de máxima eficiencia con flujo uniforme para resolver situaciones reales en donde se involucren estos dispositivos.</p> <p>Aplicar los conceptos sobre vertederos de pared delgada de cresta viva para resolver situaciones reales en donde se involucren estos dispositivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los criterios de la clasificación de los flujos de fluidos en un canal según Froude y la clasificación en movimiento uniforme y no uniforme.</li> <li>• Determinar la ecuación de Chezy y el coeficiente de Chezy con la propuesta de Manning.</li> <li>• Resolver problemas de cálculo de gasto volumétrico en canales con flujo uniforme de diferente formas, utilizando las tablas de Manning.</li> <li>• Determinar las ecuaciones para calcular la plantilla de un canal de máxima eficiencia.</li> <li>• Determinar las ecuaciones para calcular la sección trapezoidal de talud variable de máxima eficiencia.</li> <li>• Resolver problemas de canales de máxima eficiencia.</li> <li>• Determinar la ecuación general para calcular el gasto volumétrico por medio de un vertedero de pared delgada de cresta viva con contracciones y sin contracciones.</li> <li>• Resolver problemas con fórmulas empíricas (Francis, Fteley y Stearns, Bazin, Redboock, King, De la sociedad Suiza).</li> <li>• Resolver problemas de vertedor de pared delgada cresta viva con contracciones laterales con fórmulas empíricas ( Cone).</li> </ul>

#### Unidad 5: Flujo Externo

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Analizar y resolver problemas de flujo externo, aplicando los conceptos de capa límite hidrodinámica, fuerzas de</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y discutir el tema de gradiente de velocidad en capa limite laminar y</li> </ul>

arrastre y sustentación.

turbulenta.

- Determinar las ecuaciones para calcular los diferentes espesores de la capa límite laminar, y los coeficientes de resistencia en superficies lisas y rugosas.
- Determinar las ecuaciones para calcular el espesor de la capa límite turbulenta, y los coeficientes de resistencia en superficies lisas y rugosas.
- Resolver problemas de aplicación de capa límite laminar y turbulenta.
- Realizar una investigación bibliográfica y con la ayuda del profesor, calcular arrastres y potencias en superficies lisas, rugosas y cuerpos de diversa formas geométricas.
- Realizar una investigación bibliográfica y con la ayuda del profesor, determinar las ecuaciones para calcular los coeficientes de sustentación y coeficiente de resistencia en función del número de Reynolds de un álabe o perfil de ala en un diagrama de coeficientes típicos de sustentación y Arrastre.
- Resolver problemas de sustentación.

## **11.- FUENTES DE INFORMACIÓN**

1. Claudio Mataix – Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas-2 Edición, Alfaomega Oxford.- 2004.
2. Frank M. White, Mecánica de fluidos primera edición Mc.Graw Hill, México 1994.
3. Víctor L. Streeter, Mecánica de los fluidos e hidráulica Novena Edición, Mc.Graw Hill- México 1999.
4. Ranald V. Giles – Mecánica de los fluidos e hidráulica –3 Edición, Mc.Graw Hill- México 1994.
5. Irving H. Shames - Mecánica de fluidos 3 edición Mc.Graw Hill Colombia, 1995.
6. Richard H. French- Hidráulica de canales abiertos.- primera edición, Mc.Graw Hill- México 1992.
7. Crane. Flujo de Fluidos. Primera edición, Mc.Graw Hill- México 1989.
8. King Brater, Manual de hidráulica. Primera edición. Uteha México.
9. Yunus A Cengel, Mecánica de fluidos Fundamentos y Aplicaciones, primera edición. Mc.Graw Hill- México 2007.

## **12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS**

- Coeficiente de desagüe en un orificio.
- Coeficiente de desagüe en un orificio para el tiempo de desagüe.
- Número de Reynolds.
- Pérdidas de energía por fricción en tuberías de diferente forma ( recta, ondulada, rectangular ).
- Coeficiente de Chezy en un canal de pendiente variable.
- Vertedor de pared delgada cresta viva.