



DIRECTORIO

Secretario de Educación Pública

Mtro. Alonso Lujambio Irazábal

Subsecretario de Educación Superior

Dr. Rodolfo Tuirán Gutiérrez

Coordinadora de Universidades Politécnicas

Mtra. Sayonara Vargas Rodríguez

ORIGINAL

PÁGINA LEGAL

Participantes

M. en C. Juan Luis Caro Becerra - Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

M. en C. Pedro Alonso Mayoral Ruiz - Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

M. en C. Luis Fernando Leyva Hinojosa - Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Primera Edición: 2011

DR © 2011 Coordinación de Universidades Politécnicas.

Número de registro:

México, D.F.

ISBN_____

ÍNDICE

Introducción.....	1
Programa de estudios.....	2
Ficha técnica.....	3
Desarrollo de actividades de aprendizaje.....	5
Instrumentos de evaluación.....	13
Glosario.....	23
Bibliografía.....	27

ORIGINAL

INTRODUCCIÓN

Este curso llamado Redes de Conducción Hidráulica del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil está enfocado básicamente al análisis y diseño del sistema de tuberías partiendo de los conocimientos previos que se adquirieron en el cuatrimestre anterior acerca de las propiedades de los fluidos y principalmente las ecuaciones fundamentales de la hidráulica.

En esta asignatura se imparte al alumno temas de gran importancia para un Ingeniero Civil como son los principios fundamentales del flujo permanente y uniforme en conductos cerrados; diseño y selección de equipos de bombeo y turbinas así como el estudio del fenómeno transitorio del golpe de ariete que se presenta en el flujo en tuberías.

El contenido de cada tema está basado en un marco teórico impartido al alumno en un curso previo llamado Hidráulica el cual es de suma importancia para esta asignatura. Ya que este curso tiene aplicación práctica para el ejercicio profesional de la carrera de Ingeniería Civil.

El esquema de este manual está apropiado para ser utilizado como texto para la carrera de Ingeniería civil, ambiental, sanitaria, mecánica, entre otras. Inicia con una serie de capítulos básicos que introducen todas las ecuaciones y metodologías necesarias para el diseño de sistemas de tuberías. Y se ha dividido en cuatro capítulos que se indican a continuación:

Hidráulica básica de tuberías: Establece las teorías sobre el diseño de sistemas de tuberías con flujo a presión. Se dedica al diseño de tuberías simples, es decir, aquellas tuberías con diámetro, material y caudal constante, que son la base para el diseño de los sistemas más complejos. Presenta las ecuaciones y metodologías alternas para el diseño de tuberías simples.

Sistemas de tuberías: Inicia el análisis de sistemas complejos de tuberías. Establece la metodología de diseño de tuberías en serie y de tuberías en paralelo. Desarrolla el caso de las redes abiertas o sistemas de redes matriciales en sistemas de abastecimiento de agua, aquellas tuberías expresas que interconectan los diferentes tanques del sistema.

Redes de distribución de agua potable: se relaciona con las redes cerradas de tuberías, es decir, las redes que contienen al menos un circuito cerrado y que conforman los sistemas típicos de distribución de agua potable en los centros urbanos. Aborda los temas de diseño optimizado y de calibración de sistemas de tuberías, utilizando como ejemplo los sistemas de distribución urbana de agua potable.

Redes de riego: Representa la diferencia más importante con respecto a otros textos existentes en el área de tuberías, ya que cubre aspectos que usualmente son tema de cursos o aun carreras diferentes. Dicho capítulo aborda las redes de riego a presión, incluyendo las redes de sistemas de riego localizado de alta frecuencia.

PROGRAMA DE ESTUDIOS

PROGRAMA DE ESTUDIO																			
DATOS GENERALES																			
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Ingeniería Civil																	
OBJETIVO DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Formar profesionistas competentes en el diseño, proyección, planificación, gestión y administración de proyectos que resuelvan problemas de infraestructura, vial, habitacional, hidráulica o sanitaria.																	
NOMBRE DE LA ASIGNATURA:		Redes de conducción hidráulica																	
CLAVE DE LA ASIGNATURA:		RCH-ES																	
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:		El alumno será capaz de aplicar los conceptos fundamentales de redes de conducción hidráulica, de tal forma que interprete el flujo en tuberías, partiendo de los principios y ecuaciones básicas de la hidráulica.																	
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE:		105 hrs.																	
FECHA DE EMISIÓN:		Septiembre, 2011																	
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:		Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara.																	
CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN			ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE										EVALUACIÓN		OBSERVACIÓN				
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TECNICAS SUGERIDAS		ESPACIO EDUCATIVO			MOVILIDAD FORMATIVA		MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS				TÉCNICA	INSTRUMENTO		
			PARA LA ENSEÑANZA (PROFESOR)	PARA EL APRENDIZAJE (ALUMNO)	AULA	LABORATORIO	OTRO	PROYECTO	PRÁCTICA			Presencial	NO Presencial	Presencial				NO Presencial	
1. Resistencia al flujo en conductos a presión	<p>Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar características de continuidad y pérdidas de energía en un sistema de tuberías en serie, con el método de la longitud equivalente. Obtener el coeficiente de fricción f, a partir del número de Reynolds y la rugosidad relativa con el uso del diagrama universal de Moody. Calcular las pérdidas por fricción aplicables al flujo en conductos a presión, a través de las fórmulas experimentales. 	<p>EC1: Cuestionario: calcular la longitud y el diámetro equivalente para una conducción en serie, así como la pérdida de energía en conductos a presión en base a la ecuación de Darcy-Weisbach.</p> <p>EC2: Cuestionario: sobre la obtención del coeficiente de fricción f.</p> <p>EP1. Reporte de Prácticas: pérdidas de energía por fricción y pérdidas locales</p>	<p>Discusión guiada. Respecto a la resistencia al flujo en conductos a presión y sus efectos.</p> <p>Exposición. Sobre las aplicaciones prácticas del diagrama universal de Moody.</p>	<p>Cuadro sinóptico. Tabla de fórmulas para el cálculo de pérdidas por fricción.</p> <p>Estudio de caso. Coeficiente de fricción f, número de Reynolds y rugosidad absoluta en tubos comerciales</p>	X	X	N/A	N/A			* Pérdidas de energía por fricción. * Pérdidas locales.	Rotafolios, pintarrón, apoyos visuales.	Computadora portátil y cañón proyector.	24	0	12	6	Documental	<p>Cuestionario para el cálculo de la longitud y el diámetro equivalente.</p> <p>Cuestionario para la obtención del coeficiente de fricción f</p> <p>Lista de cotejo para reporte de prácticas.</p>
2. Sistemas de tuberías abiertas y en paralelo	<p>Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar los caudales con dispositivos de aforo en tuberías y canales. Obtener el diámetro más económico y la carga hidráulica a partir de las líneas de energía y de gradiente hidráulico por revisión y por diseño. Calcular el caudal así como las pérdidas de energía y gasto en cada ramal en un sistema de tuberías en paralelo. 	<p>ED1. Exposición: aplicaciones prácticas de los diferentes dispositivos de aforo en tuberías y canales.</p> <p>EP1. Solución de problemas aplicar los métodos de Revisión y Diseño para la obtención de la carga hidráulica y el diámetro más económico.</p> <p>EP2 Reporte de Prácticas: Sistemas de tuberías en paralelo</p>	<p>Solución de ejemplos. Conducciones sencillas, redes abiertas y redes paralelas.</p>	<p>Práctica mediante la acción. Resolver ejemplos variados de tipos de energía (gradiente hidráulico y gradiente de energía) para flujo permanente e incompresible.</p>	X	X	N/A	N/A			*Sistemas de tuberías en paralelo.	Pintarrón	Computadora portátil y cañón proyector.	24	0	12	6	Documental y de campo	<p>Guía de observación para exposición de dispositivos de aforo usados en tuberías y canales.</p> <p>Rúbrica para la solución de problemas.</p> <p>Lista de cotejo para reporte de práctica.</p>
3. Golpe de ariete	<p>Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Describir el fenómeno del golpe de ariete en función de los conceptos de cavitación, resonancia y compresibilidad en diferentes tipos de flujo. Obtener la magnitud del golpe de ariete con las ecuaciones generales de Allievi en paros rápidos y paros lentos. 	<p>EC1: Cuestionario: describir los tipos y clasificación de flujos, así como los conceptos de cavitación, resonancia y compresibilidad.</p> <p>EP1. Solución de ejercicios: Cálculo del golpe de ariete para diferentes situaciones de flujo.</p>	<p>Solución de ejemplos. Golpe de ariete para manobras rápidas y lentas.</p>	<p>Práctica mediante la acción. Resolver ejemplos variados con las ecuaciones generales de Allievi y Angus</p>	X	N/A	N/A	N/A				Pintarrón	Computadora portátil y cañón proyector.	12	0	6	3	Documental	<p>Cuestionario: sobre los tipos y clasificación de flujos.</p> <p>Rúbrica: para la solución de ejercicios.</p>



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

FICHA TÉCNICA

REDES DE CONDUCCIÓN HIDRÁULICA

Nombre:	Redes de Conducción Hidráulica.
Clave:	RCH-ES
Justificación:	El curso de redes de conducción hidráulica permite dar al estudiante el conocimiento cualitativo y cuantitativo del flujo de agua a través de tuberías de diferentes formas y pendientes bajo diferentes regímenes de flujo, de modo que pueda tener los criterios necesarios para el diseño de estructuras hidráulicas que sean eficientes y funcionales.
Objetivo:	El alumno será capaz de aplicar los conceptos fundamentales de redes de conducción hidráulica, de tal forma que interprete el flujo en tuberías, partiendo de los principios y ecuaciones básicas de la hidráulica.
Habilidades:	Capacidad para identificar plantear y resolver problemas Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Compromiso con el medio ambiente Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes
Competencias genéricas a desarrollar:	Capacidades para análisis y síntesis; para aprender; para resolver problemas; para aplicar los conocimientos en la práctica; para adaptarse a nuevas situaciones; para cuidar la calidad; para gestionar la información; y para trabajar en forma autónoma y en equipo.

Capacidades a desarrollar en la asignatura	Competencias a las que contribuye la asignatura
<ul style="list-style-type: none">• Especificar las características fundamentales del flujo en tuberías y conductos abiertos con base en los principios básicos de la hidráulica para el diseño de canales.• Calcular redes de conducción hidráulica y canales abiertos mediante las teorías	<ul style="list-style-type: none">• Determinar los requerimientos de un proyecto con base en planos conceptuales para identificar elementos estructurales.• Calcular las dimensiones y/o refuerzos de un elemento estructural utilizando las

clásicas de la hidráulica (Bernoulli)) para permitir el paso de un flujo.	fuerzas internas obtenidas y aplicando los códigos y reglamentos de construcción vigentes para generar planos y memorias de cálculo.
---	--

	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORIA		HORAS PRÁCTICA	
		Presencial	No presencial	Presencial	No presencial
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	Resistencia al Flujo en Conductos a Presión	24	0	12	6
	Sistema de tuberías abiertas y en paralelo	24	0	12	6
	Golpe de Ariete	12	0	6	3
Total de horas por cuatrimestre:	105				
Total de horas por semana:	7				
Créditos:	6				

DESARROLLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Redes de Conducción Hidráulica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Resistencia al Flujo en Conductos a Presión		
Nombre de la Actividad de aprendizaje:	Tuberías en serie y sus características		
Número:	1	Duración (horas) :	7
Resultado de aprendizaje:	Identificar características de continuidad y pérdidas de energía en un sistema de tuberías en serie, con el método de la longitud equivalente.		
Actividades a desarrollar:	<ol style="list-style-type: none"> 1) El profesor comenta la relación que existe entre el flujo laminar-transición-turbulento 2) El alumno identifica la forma de utilizar el <i>diagrama universal de Moody</i>. 3) El alumno deduce la ecuación de la pendiente de energía para flujo permanente, a partir de la ecuación de Darcy-Weisbach y la longitud de conducción. 4) El alumno expone las formulas experimentales sobre las pérdidas por fricción en tuberías y <i>la resistencia al flujo en tubos comerciales</i>. 5) El alumno elaborará un catalogo sobre las pérdidas locales en accesorios como válvulas, cambios de dirección y de diámetro, así como contracciones y ampliaciones bruscas, a partir de la ecuación $h = k (V^2/2g)$ 6) El profesor discute los puntos esenciales, respecto a las propiedades de sus fluidos y sus efectos 7) El profesor hace un recuento de las propiedades de los fluidos, los tipos de viscosidad en base a un fluido Newtoniano y No newtoniano. 		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:	<p>EC1. Cuestionario: Calcular la longitud y el diámetro equivalente para una conducción en serie, así como la pérdida de energía en conductos a presión en base a la ecuación de Darcy-Weisbach.</p>		



DESARROLLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Redes de Conducción Hidráulica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Resistencia al Flujo en Conductos a Presión		
Nombre de la Actividad de aprendizaje:	Flujo laminar, turbulento, zona crítica y zona de transición		
Número:	2	Duración (horas) :	7
Resultado de aprendizaje:	Obtener el coeficiente de fricción f , a partir del número de Reynolds y la rugosidad relativa con el uso del diagrama universal de Moody.		
Actividades a desarrollar:	<ol style="list-style-type: none"> 1) El profesor inicia una discusión sobre la importancia y la necesidad de calcular las pérdidas de energía por fricción. 2) El profesor clasifica los tipos de flujos, estudiando el problema de la resistencia al flujo; clasificando y considerando diferencias de comportamiento entre flujo laminar y turbulento 3) El alumno aplica la ecuación del número Reynolds, utilizando la gráfica de la viscosidad cinemática. 4) El alumno elabora e investiga un catalogo de rugosidades absolutas para los materiales usados en la Ingeniería Hidráulica. 5) El alumno resuelve y resume las ecuaciones de mayor importancia y de mayor utilidad, además identifica las de mayor precisión tales como: Darcy-Weisbach, Manning, Kozeny, Nikuradse, Pouseville, etc. 		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:	<p>EC2. Cuestionario: Sobre la obtención del coeficiente de fricción f</p>		

Nombre de la asignatura:	Redes de Conducción Hidráulica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Resistencia al Flujo en Conductos a Presión		
Nombre de la Práctica:	*Pérdidas de energía por fricción. *Pérdidas locales.		
Número:	1	Duración (horas) :	7
Resultado de aprendizaje:	Resumir las fórmulas experimentales para el cálculo de perdidas por fricción, aplicables al flujo en conductos a presión.		
Actividades a desarrollar:	<ol style="list-style-type: none"> 1) El profesor expone el desarrollo de la práctica. 2) El alumno identifica las pérdidas de carga en las tuberías que son de dos clases: primarias y secundarias, obtenidas en laboratorio a través del contacto del fluido con la tubería, codos, válvulas y en toda clase de accesorio en la tubería. 3) El alumno elabora el reporte y desarrollo de la práctica. 4) El profesor revisa los resultados obtenidos de la práctica <i>Pérdidas de energía por fricción y pérdidas locales</i> y que efectivamente los resultados coincidan obtenidos por el alumno. 		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:	<p>EP1. Reporte de prácticas: pérdidas de energía por fricción y pérdidas locales.</p>		



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

DESARROLLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Redes de Conducción Hidráulica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Sistemas de tuberías abiertas y en paralelo		
Nombre de la Actividad de aprendizaje:	Dispositivos de aforo en tuberías		
Número:	3	Duración (horas) :	7
Resultado de aprendizaje:	Determinar los caudales con dispositivos de aforo en tuberías y canales.		
Actividades a desarrollar:	<ol style="list-style-type: none">1) El alumno investiga los dispositivos que existen para aforar el gasto en tuberías2) El alumno clasifica mediante un catalogo los tipos de venturímetros, toberas y diafragmas, así como la función de cada uno de ellos3) El alumno deduce la expresión para gasto o caudal en términos de la deflexión en el manómetro de mercurio4) El profesor hace una presentación detallada de los métodos de aforo y de análisis de sistemas de conductos a presión, que van desde el tubo único hasta el de redes de agua potable.5) El alumno calcula el gasto para una temperatura ambiente con un dispositivo llamado venturímetro y otro llamado tobera, en ambos casos se presenta un estrangulamiento o contracción brusca de diámetro.		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:	ED1. Exposición: Aplicaciones prácticas de los diferentes dispositivos de aforo en tuberías y canales.		



DESARROLLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Redes de Conducción Hidráulica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Sistemas de tuberías abiertas y en paralelo		
Nombre de la Actividad de aprendizaje:	Conducto sencillo		
Número:	4	Duración (horas) :	7
Resultado de aprendizaje:	Obtener el diámetro más económico y la carga hidráulica a partir de las líneas de energía y de gradiente hidráulico por revisión y por diseño.		
Actividades a desarrollar:	<ol style="list-style-type: none">1) El alumno investiga la relación que hay para escoger el diámetro más económico entre el gasto de almacenamiento y las pérdidas de energía.2) El alumno obtiene el diámetro más económico y lo clasifica por medio de la relación que hay entre el costo anual de la potencia pérdida y el costo anual de la tubería.3) El profesor deduce las expresiones requeridas para la obtención de la carga hidráulica h por revisión y por diseño.4) El alumno calcula el coeficiente de pérdidas primarias λ para régimen laminar y régimen turbulento.5) El profesor comenta la relación que existe entre las ecuaciones <i>Poiseulli</i> y <i>Colebrook White</i>, que están reorientadas gráficamente en el ábaco conocido como <i>diagrama universal de Moody</i>		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:	<p>EP1. Solución de problemas: Aplicar los métodos de Revisión y Diseño para la obtención de la carga hidráulica y el diámetro más económico.</p>		



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

DESARROLLO DE PRÁCTICA

Nombre de la asignatura:	Redes de Conducción Hidráulica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Sistemas de tuberías abiertas y en paralelo		
Nombre de la Práctica:	Sistemas de tuberías en paralelo.		
Número:	2	Duración (horas) :	7
Resultado de aprendizaje:	Calcular el caudal así como las pérdidas de energía y gasto en cada ramal en un sistema de tuberías en paralelo.		
Actividades a desarrollar:	<ol style="list-style-type: none">1) El profesor expone el desarrollo de la práctica.2) El alumno identifica las redes de distribución hidráulica aplicables a las tuberías en paralelo obtenidos en el dispositivo de laboratorio.3) El alumno elabora el reporte y desarrollo de la práctica.4) El profesor revisa los resultados obtenidos de la práctica <i>Sistema de tuberías en paralelo</i> y que efectivamente los resultados coincidan obtenidos por el alumno.		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:	EP2. Reporte de práctica: Sistemas de tuberías en paralelo.		



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

DESARROLLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Redes de Conducción Hidráulica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Golpe de Ariete		
Nombre de la Actividad de aprendizaje:	Ecuaciones generales y desarrollo en cadenas de Allievi		
Número:	5	Duración (horas) :	7
Resultado de aprendizaje:	Describir el fenómeno del golpe de ariete en función de los conceptos de cavitación, resonancia y compresibilidad en diferentes tipos de flujo.		
Actividades a desarrollar:	<ol style="list-style-type: none">1) Demostrar que la propagación de la onda de presión en un conducto es causada por un cierre instantáneo del órgano de control.2) El profesor relata y describe la variación de la carga piezométrica en el órgano de control sin considerar las pérdidas de energía por fricción.3) El alumno demuestra la <i>variación de energía en el órgano de control</i> considerando las pérdidas por fricción.4) El maestro expone la teoría de la columna rígida bajo las siguientes simplificaciones:<ol style="list-style-type: none">a) El flujo en el conducto es incompresibleb) Las paredes del conducto se consideran rígidas o indeformablesc) El conducto permanece lleno de agua todo el tiempod) Las pérdidas de carga por fricción y la carga de velocidad son despreciablese) Las distribuciones de velocidad y presión en cualquier sección del conducto son uniformes.5) El alumno determina la sobrepresión con las ecuaciones diferenciales del Golpe de ariete, con base en las ecuaciones de continuidad y dinámica para la columna de la teoría elástica.		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:	<p>EC1. Cuestionario: Describir los tipos y clasificación de flujos, así como los conceptos de cavitación, resonancia y compresibilidad.</p>		



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

DESARROLLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Nombre de la asignatura:	Redes de Conducción de Hidráulica		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Golpe de Ariete		
Nombre de la Actividad de aprendizaje:	Interpretación Física de las Ecuaciones Integrales del Golpe de Ariete .		
Número:	6	Duración (horas) :	7
Resultado de aprendizaje:	Obtener la magnitud del golpe de ariete con las ecuaciones generales de Allievi en paros rápidos y paros lentos.		
Actividades a desarrollar:	<ol style="list-style-type: none">1) El profesor inicia una discusión sobre las ecuaciones generales de Allievi, cuya solución permite calcular la variación de la carga piezométrica y la velocidad en la sección adyacente inmediatamente aguas arriba.2) El alumno desarrolla la fórmula clásica de Allievi para obtener la carga piezométrica en la sección adyacente al órgano de control para el instante i.3) El alumno calcula la variación de la carga piezométrica y la velocidad en la sección adyacente inmediatamente aguas arriba.4) El alumno identifica el fenómeno transitorio del “Golpe de Ariete” que ocurre en las tuberías cuando se cierra o se abre bruscamente una válvula.		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:	EP1. Solución de ejercicios: Cálculo del golpe de ariete para diferentes situaciones de flujo.		



INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

ORIGINAL



ASIGNATURA: Redes de Conducción Hidráulica

Fecha: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Resistencia al flujo en conductos a presión Número: _____

GRUPO: _____

ALUMNO: _____

MATRICULA: _____

Cuestionario. Resistencia al flujo en conductos a presión

- 1.- De que parámetros depende el número de Reynolds?
- 2.- ¿Cuándo encontró Reynolds que un flujo laminar se vuelve inestable?
- 3.- ¿Cuáles son los tipos de pérdidas de carga que se presentan en tuberías?
- 4.- ¿Entre que valores del número de Reynolds se encuentra la zona crítica y la zona de transición?
- 5.- Describa las pérdidas primarias o por fricción y de que factores dependen
- 6.- ¿En dónde se presentan las pérdidas secundarias o locales en un sistema de tuberías?
- 7.- Mencione las principales características en la pared de un conducto cuando se amplifica
- 8.- ¿De qué factores depende la rugosidad relativa ϵ/D ?
- 9.- ¿Cuáles son los tres conceptos geométricos de la sección hidráulica, muy importantes para el cálculo de pérdidas por fricción?
- 10.- ¿Cuáles son los parámetros para calcular la pérdida por fricción de acuerdo a la expresión Darcy-Weisbach ?
- 11.- ¿Cuál es la expresión más utilizada y a que autor se le debe la aportación para calcular el coeficiente de fricción f cuando hablamos de flujo laminar?
- 12.- Describa la teoría de la capa límite ideada por Prandtl
- 13.- Mencione por lo menos cinco características de flujo laminar
- 14.- Describa la explicación del fenómeno de *desprendimiento de la capa límite*
- 15.- ¿Cuál es la verdadera causa para que se produzca la resistencia de superficie y la resistencia de forma?
- 16.- Describa cuando el coeficiente de fricción f es independiente y dependiente del número de Reynolds, asimismo cuando depende tanto de Reynolds como de la rugosidad relativa.
- 17.- ¿Qué factores intervienen en la rugosidad de los tubos comerciales?
- 18.- ¿Cuál es la ecuación que se utiliza para calcular las pérdidas locales y de qué están compuestas dichas pérdidas.?
- 19.- Describa la forma de utilización del coeficiente de pérdida para válvulas completamente abierta.

ASIGNATURA: Redes de Conducción Hidráulica

Fecha: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Resistencia al Flujo en conductos a presión

Número: _____

GRUPO: _____

ALUMNO: _____

MATRICULA: _____

Cuestionario. Resistencia al flujo en conductos a presión

- 1.- Describa las pérdidas secundarias o locales y de que factores dependen
- 2.- Describa las ventajas de utilizar el diagrama de Moody con respecto a los formularios de hidráulica.
- 3.- ¿Qué desventajas tienen la utilización de los formularios de hidráulica con respecto al diagrama universal de Moody?
- 4.- ¿De qué factores depende el coeficiente f de la ecuación de Darcy-Weisbach?
- 5.- ¿Cuál es la demostración más importante de la ecuación de Poiseuille, además describa las características más importantes de dicha ecuación.
- 6.- ¿Cuáles fueron las aportaciones que hizo Nikuradse, además que expresiones se dedujeron de acuerdo a la teoría de dicho autor?
- 7.- ¿Cuál es la fórmula universal de pérdida de carga en los conductos industriales?
- 8.- Describa la importancia de la utilización de los dispositivos de aforo utilizados en tuberías.
- 9.- ¿Cuál es la función básica del venturímetro?
- 10.- ¿Dónde y cuándo utilizamos el diafragma y la tobera?
- 11.- Describa los dos casos que se presentan en un sistema de tuberías en paralelo
- 12.- Si la tubería no es circular, ¿Cómo sustituimos al diámetro en la ecuación del número de Reynolds?
- 13.- Describa los métodos que existen para calcular las pérdidas secundarias, además mencione cuál es la ecuación fundamental para el cálculo de dichas pérdidas?
- 14.- Describa el planteamiento del problema de las redes cerradas
- 15.- ¿Qué entiende usted por una red abierta



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

LISTA DE COTEJO PARA REPORTE DE PRÁCTICAS: PÉRDIDAS DE ENERGÍA
POR FRICCIÓN Y PÉRDIDAS LOCALES
U1, EP1

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
REDES DE CONDUCCIÓN HIDRÁULICA

INSTRUCCIONES

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados “SI” cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque “NO”. En la columna “OBSERVACIONES” ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Características a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
10%	Describe las diferencias que existen entre un fluido ideal y un fluido real.			
10%	Define el fenómeno de la resistencia (pérdida de energía) que un sólido experimenta al moverse en un fluido.			
30%	Identifica el régimen laminar y turbulento a través del diagrama universal de Moody, así como la propiedad más importante de los fluidos que es la viscosidad.			
20%	Deduca e interpreta el significado físico para calcular las pérdidas de energía con la ecuación de Darcy-Weisbach			
10%	Limpieza y presentación.			
10%	Entrega a tiempo la evidencia.			
10%	Puntualidad para iniciar el ejercicio.			
100%	CALIFICACIÓN:			

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
REDES DE CONDUCCIÓN HIDRÁULICA

INSTRUCCIONES

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados “SI” cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque “NO”. En la columna “OBSERVACIONES” ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Características a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
10%	Puntualidad para iniciar y concluir la exposición.			
10%	Esquema de diapositiva. Colores y tamaño de letra apropiada. Sin saturar las diapositivas de texto.			
5%	Portada: Nombre de la escuela (logotipo), Carrera, Asignatura, Profesor, Alumnos, Matricula, Grupo, Lugar y fecha de entrega.			
10%	Ortografía (cero errores ortográficos).			
10%	Exposición. a. Utiliza las diapositivas como apoyo, no lectura total			
15%	b. Desarrollo del tema fundamentado y con una secuencia estructurada.			
5%	b. Organización de los integrantes del equipo.			
5%	c. Expresión no verbal (gestos, miradas y lenguaje corporal).			
20%	Preparación de la exposición. Dominio del tema. Habla con seguridad.			
10%	Presentación y arreglo personal.			
100%	<i>CALIFICACIÓN:</i>			



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

RÚBRICA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS U2, EP1

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE REDES DE CONDUCCIÓN HIDRÁULICA

Variables / Niveles de desempeño	Competente 10	Independiente 9	Básico Avanzado 8	Básico 7	No competente 0
Análisis y síntesis de la información (4 puntos)	Establece de manera sintetizada los usos de cada elemento.	Muestra los puntos esenciales de cada elemento de forma sintetizada.	Indica parcialmente los conceptos elementales de cada elemento.	Muestra algunos de los usos de los elementos pero no los requeridos.	No plantea los usos requeridos por cada elemento.
Organización de la información (3 puntos)	Agrupar los elementos y jerarquiza sus aplicaciones apropiadamente y logra un orden al presentar sus ideas.	Agrupar los elementos y jerarquiza sus aplicaciones apropiadamente, pero no logra un orden al presentar sus ideas.	Agrupar los materiales pero no jerarquiza sus aplicaciones; no logra articular un orden en sus ideas.	No agrupa los materiales; ni jerarquiza sus aplicaciones.	No agrupa los elementos; ni jerarquiza sus aplicaciones; no logra articular los elementos con sus aplicaciones.
Contenido (3 puntos)	Se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones en los métodos de Revisión y de Diseño en un 100%.	Se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones en los métodos de Revisión y de Diseño 75%.	Se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones en los métodos de Revisión y de Diseño 50%.	Se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones en los métodos de Revisión y de Diseño 25%.	No se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones.



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

**LISTA DE COTEJO PARA REPORTE DE PRÁCTICAS: SISTEMAS DE TUBERÍAS
EN PARALELO
U2, EP2**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
REDES DE CONDUCCIÓN HIDRÁULICA

INSTRUCCIONES

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados “SI” cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque “NO”. En la columna “OBSERVACIONES” ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Características a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
10%	Describe los dos casos que se presentan en los sistemas de tuberías en paralelo.			
20%	Define el caso de que si se conoce la pérdida entre A y B se desea determinar el gasto en cada ramal.			
20%	Identifica el caso de que si se conoce el gasto total, se desea determinar la pérdida entre A y B, así como la distribución del gasto en cada ramal.			
20%	Deduca e interpreta el significado físico de la ecuación general del gasto en cada ramal, además las pérdidas de energía son independientes del número de ramales consecutivos.			
10%	Limpieza y presentación.			
10%	Entrega a tiempo la evidencia.			
10%	Puntualidad para iniciar el ejercicio.			
100%	CALIFICACIÓN:			

ASIGNATURA: Redes de Conducción Hidráulica

Fecha: _____

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Golpe de Ariete

GRUPO: _____

ALUMNO: _____

MATRICULA: _____

Cuestionario. Resistencia al flujo en conductos a presión con respecto al golpe de ariete

- 1.- ¿En qué circunstancias se denomina al flujo unidimensional?
- 2.- Describa las diferencias en un conducto cerrado entre flujo permanente y no permanente.
- 3.- Describa las diferencias en un conducto cerrado entre flujo uniforme y no uniforme.
- 4.- ¿Dónde y cuándo se presenta el fenómeno de resonancia?
- 5.- ¿Cuáles son las causas de que se produzca el fenómeno de la cavitación?
- 6.- Explique el principio de la cinemática de una línea de corriente.
- 7.- Describa el principio de la conservación de la materia.
- 8.- Describa las leyes de semejanza para máquinas hidráulicas, en particular para bombas.
- 9.- Describa las leyes de semejanza para máquinas hidráulicas, en el caso de turbinas.
- 10.- ¿Cuáles son las perturbaciones que dan origen a un flujo transitorio en los conductos?
- 11.- ¿Cuáles son las hipótesis simplificadoras que está basada la teoría de la columna rígida?
- 12.- ¿Cuáles son las hipótesis simplificadoras que está basada la teoría de la columna elástica?
- 13.- Describa las ecuaciones diferenciales del golpe de ariete con base en las ecuaciones de continuidad y dinámica establecidas para la teoría de la columna elástica.
- 14.- Describa la interpretación física de las ecuaciones integrales del golpe de ariete
- 15.- Describa el desarrollo en cadenas de Allievi

- 16.- Describa las leyes para maniobras de cierre y apertura en un órgano de control cuando se somete a una maniobra de cierre o apertura total.

ORIGINAL



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

RÚBRICA PARA LA SOLUCIÓN DE EJERCICIOS U3, EP1

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE

REDES DE CONDUCCIÓN HIDRÁULICA

Variables / Niveles de desempeño	Competente 10	Independiente 9	Básico Avanzado 8	Básico 7	No competente 0
Análisis y síntesis de la información (4 puntos)	Establece de manera sintetizada los usos de cada elemento.	Muestra los puntos esenciales de cada elemento de forma sintetizada.	Indica parcialmente los conceptos elementales de cada elemento.	Muestra algunas de los usos de los elementos pero no los requeridos.	No plantea los usos requeridos por cada elemento.
Organización de la información (3 puntos)	Agrupar los elementos y jerarquiza sus aplicaciones apropiadamente y logra un orden al presentar sus ideas.	Agrupar los elementos y jerarquiza sus aplicaciones apropiadamente, pero no logra un orden al presentar sus ideas.	Agrupar los materiales pero no jerarquiza sus aplicaciones; no logra articular un orden en sus ideas.	No agrupa los materiales; ni jerarquiza sus aplicaciones.	No agrupa los elementos; ni jerarquiza sus aplicaciones; no logra articular los elementos con sus aplicaciones.
Contenido (3 puntos)	Se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones en la teoría de la columna en un 100%.	Se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones en la teoría de columna rígida en un 75%.	Se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones en la teoría de la columna rígida en un 50%.	Se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones en la teoría de la columna rígida en un 25%.	No se encuentran presentes los elementos y sus aplicaciones.

GLOSARIO

Conservación de la Energía:

Se obtiene la ecuación de la energía al aplicar al flujo fluido el principio de conservación de la energía. La energía que posee un fluido en movimiento está integrada por la energía interna y las energías debidas a la presión, a la velocidad y a su posición en el espacio.

Ecuación de Darcy-Weisbach

Si planteamos la ecuación de energía entre dos puntos de una corriente de fluido se tiene que:

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_a - h_f - h_l = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g}$$

Donde:

V_1 y V_2 : velocidades promedio en la sección 1 y 2

α_1 y α_2 : factores de corrección de energía cinética en tuberías circulares con flujo laminar y con perfil parabólico de velocidades,

$\alpha = 2$ en flujo en turbulento el perfil es casi uniforme $\alpha \sim 1.05$, en general tomaremos $\alpha = 1$

h_a : energía añadida o agregada al fluido mediante un dispositivo mecánico, como puede ser una bomba

h_r : energía removida o retirada del fluido mediante un dispositivo mecánico, como puede ser una turbina

h_l : pérdida de energía la cual se compone en general de pérdidas por fricción y de pérdidas locales.

Fórmula de Hazen-Williams para pérdidas en tuberías

En el siglo antepasado e inicios del pasado se obtuvieron muchas formulas empíricas. Cada una de estas representa un modelo matemático que se aproxima a los valores de velocidad y fricción obtenidos en el laboratorio, pero no puede asegurarse que este modelo sea válido por fuera del rango de experimentación. Sin embargo algunas de estas formulas dan resultados aceptables y rápidos dentro de sus rangos. Una de estas fórmulas fue la propuesta por Hazen y Williams en 1903. Con esta expresión se propuso corregir el inconveniente presentado por Colebrook-White, pues el factor de fricción varía con el materia, el diámetro y la velocidad, haciendo, a principios del siglo XX, engorrosa su averiguación.

La expresión original propuesta es entonces:

$$V = 1.318 C R h^{0.63} S f^{0.54}$$

Donde:

V = velocidad del flujo (ft/seg)
C = constante de Hazen-Williams
Rh = radio Hidráulico (ft)
Sf = cociente hf/L, pérdida de energía en la longitud del conducto (ft/ft)

El uso del radio hidráulico nos permite aplicar la fórmula tanto en conductos circulares como en los NO circulares.

Para convertir la ecuación de Hazen-Williams al Sistema Internacional debemos pasar la velocidad a (m/s) y el radio hidráulico a (m)

$$V = 0.82492 C Rh^{0.63} Sf^{0.54}$$

Si despejamos **hf** de la ecuación anterior y la dejamos en función del caudal obtenemos otra forma de la ecuación muy útil en los cálculos:

$$hf = \frac{10.67 L Q^2}{C^{1.852} D^{4.97}}$$

Esta fórmula es aplicable bajo las siguientes restricciones
Velocidades de flujo menores a 3.05 m/s
Conductos de diámetros entre 2 y 72 pulgadas (50 mm y 1800 mm)
Agua a 15 °C
Desarrollada únicamente para flujo turbulento

Número de Reynolds:

Se dice que un flujo es confinado cuando el fluido que se mueve dentro del conducto lo llena completamente, si solo llena parcialmente se dice que es un flujo libre. Para distinguir los tipos de flujo es necesario establecer criterios. Para hacerlo se utiliza un parámetro adimensional que es el número de Reynolds en honor a Osborne Reynolds (1883) quien fue el primero que caracterizó la forma en que un fluido pasa de un estado de movimiento laminar (regular) a uno turbulento (caótico).

Número de Reynolds Crítico:

Experimentalmente se ha encontrado que cuando el número de Reynolds pasa de 2300 se inicia la turbulencia en la zona central del tubo. Sin embargo, este límite es muy variable y depende de las condiciones del flujo. Para números de Reynolds mayores a 4000 el flujo es turbulento. Al descender la velocidad se encuentra que el número de Reynolds menor de 2000 el flujo siempre es laminar y cualquier turbulencia que se produzca es eliminada siempre por la acción de la viscosidad.

Número de Reynolds en Secciones No Circulares

En las secciones no circulares se emplea como longitud característica el radio hidráulico (R) que se define como el cociente del área neta de la sección transversal de una corriente de flujo y el perímetro mojado (P) esto es: $R = P / A$

Perímetro mojado (P)

Se define como la suma de la longitud de los límites de la sección que realmente están contacto con el fluido, es decir mojados por las paredes en contacto con las paredes.

Pérdidas de Energía Debidas a la Fricción

La cantidad que más se calcula en flujo en tuberías tal vez sea la pérdida de energía. Estas son debidas a la fricción interna del fluido, tal como se indica en la ecuación de general de energía, tales pérdidas traen como resultado la disminución de presión entre dos puntos del sistema de flujo. Las pérdidas de energía debido a la fricción las podemos expresar por medio de la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

L = longitud del tramo de tubería (m)

D = diámetro de la tubería (m)

V = velocidad promedio del flujo (m/s)

g = aceleración local de la gravedad (m/s²)

f = coeficiente de fricción (adimensional)

Pérdida de Energía en Flujo Laminar

La pérdida de energía en este tipo de flujo se puede calcular a partir de la ecuación Hagen-Poiseuille

$$h_f = \frac{32 \mu L V}{\gamma D^2}$$

Como dijimos anteriormente, la ecuación de Darcy-Weisbach es aplicable a este tipo de flujo, por lo que igualaremos las ecuaciones

$$f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = \frac{32 \mu L V}{\gamma D^2}$$

Pérdida de Energía en Flujo Turbulento

De acuerdo a las experiencias de Nikuradse, se estableció que para flujos turbulentos el factor de fricción depende tanto del diámetro de la tubería como de la rugosidad relativa del conducto. Esta última es la relación entre el diámetro D, del conducto y la rugosidad absoluta ϵ de la pared del conducto, Colebrook y White comprobaron los resultados de Nikuradse y presentaron la siguiente fórmula empírica para $R > 4000$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon/D}{3.71} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Tabla 1 Valores de la Rugosidad Absoluta de Algunas Tuberías

Material	Rugosidad Absoluta ϵ
Acero Bridado	0.9 - 9
Acero Comercial	0.45
Acero Galvanizado	0.15
Concreto	0.3 - 3
Concreto Bituminoso	0.25
CCP	0.12
Hierro Forjado	0.06
Hierro Fundido	0.15
Hierro Dúctil	0.25
Hierro Galvanizado	0.10
Hierro Dulce Asfaltado	0.12
GRP	0.030
Polietileno	0.007
PVC	0.0015

BIBLIOGRAFÍA

Básica

* Hidráulica General, Volumen I, Fundamentos

SOTELO Ávila Gilberto

2008

Ed. Limusa, Grupo Noriega

México 2008

ISBN 978 - 968 - 18 - 0503 - 6

* Mecánica de los fluidos

STREETER Victor, WYLIE Benjamin

2009

Ed. Mc Graw hill

México 2000

ISBN 968 - 451 - 8412

* Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas

MATAIX Claudio

2007

Ed. Alfaomega

México 2000

ISBN 978 - 970 - 151057-5

Complementaria

* Fundamentos de mecánica de fluidos

MUNSON, Bruce R.

2010

Ed. Limusa Grupo Noriega

México 2010

ISBN 978-968-18-5042-5

* Hidráulica de tuberías

SALDARRIAGA, Juan

2007

Ed. ALFAOMEGA

México 2010

ISBN 9789586826808

* Problemas de flujo de fluidos

VALIENTE, Antonio

2011

Ed. Limusa Grupo Noriega

México 2011

ISBN 978-968-18-5504-8

ORIGINAL