



Bloque: Tecnologías Básicas
Tipo: Obligatoria
Área: Infraestructura y Medio Ambiente
Responsables: Ing. Roberto Alejandro Biondi

Nivel: Zero
Cursado: 1er Semestre
Carga Horaria Total: 142.5
Carga Horaria Semanal: 3.75

Descripción de la Asignatura

Fundamentación

Es intención de la cátedra que los futuros ingenieros civiles estén capacitados para resolver los problemas de infraestructura para la producción de bienes y servicios del país en general. En particular se trata de que obtengan las herramientas necesarias para poder efectuar el proyecto, cálculo y operación de elementos utilizados en sistemas de distribución de agua y en desagües aluvionales de áreas urbanas, suburbanas y rurales.

También se propenderá a que construyan herramientas teóricas y metodológicas para programar el mantenimiento y la operación de las obras, como así también la modernización, control ecológico y el eficiente reemplazo de las mismas cuando estas se encuentren perimidas, teniendo en cuenta los aspectos técnico-económicos.

Dentro de estos tópicos, la cátedra intenta hacer aportes para que el futuro egresado pueda desarrollar sistemas de ingeniería, aplicando con creatividad el uso de nuevas tecnologías, formando graduados comprometidos con el medio y promotores del cambio, con capacidad de innovación al servicio de un crecimiento productivo y de la generación de empleos y posibilitando de este modo el desarrollo social.

Objetivos

Como objetivos específicos de la asignatura se destacan que los alumnos logren:

- Conocer los conceptos físicos relativos a la hidráulica.
- Desarrollar habilidad para el manejo práctico de problemas de escurrimiento o conducción de fluidos.
- Comprender la importancia de los fenómenos hidráulicos para la región y sus obras.
- Incorporar los conceptos fundamentales de la hidráulica.
- Aplicar los conceptos relevantes necesarios para el diseño y cálculo de obras de arte y canalizaciones abiertas y cerradas.
- Elaborar proyectos y efectuar cálculos hidráulicos de sistemas simples, que permitan integrar conocimientos adquiridos en otras cátedras.
- Informarse sobre los distintos componentes presentes en proyectos hidráulicos complejos y/o de envergadura.
- Conocer el uso de herramientas e instrumentos necesarios para el desempeño de la actividad profesional.
- Capacitarse en la utilización de software específico.

Contenidos de la Asignatura

1.- PROPIEDADES DE LOS LIQUIDOS.

Definición. Clasificación. Líquidos ideales y reales. Propiedades físicas. Densidad y masa específica. Volumen específico. Peso específico. Viscosidad, ley de Newton. Compresibilidad, módulo de compresibilidad volumétrico. Capilaridad, tensión superficial. Cavitación, disolución de gases en un líquido, tensión de vapor. Aplicaciones.

2.- HIDROSTÁTICA.

Definición. Presión absoluta y presión relativa. Distribución de la presión en los líquidos en reposo. Ecuación fundamental de la hidrostática, hipótesis básicas. Empujes hidrostáticos sobre superficies planas y curvas. Principio de Arquímedes. Equilibrio de cuerpos sumergidos y flotantes. Flotación. Aplicaciones: prensas hidráulicas, depósitos, tanques, compuertas, flotación de cuerpos. Diseño y cálculo de compuertas.



Bloque: Tecnologías Básicas
Tipo: Obligatoria
Área: Infraestructura y Medio Ambiente
Responsables: Ing. Roberto Alejandro Biondi

Nivel: Zero
Cursado: 1er Semestre
Carga Horaria Total: 142.5
Carga Horaria Semanal: 3.75

3.- MOVIMIENTO DE LOS LÍQUIDOS

CINEMÁTICA Definición. Líneas fluidas. Líneas y tubos de corriente. Trayectoria. Filete. Clasificación del movimiento de los fluidos. Flujo permanente e impermanente. Flujo uniforme y no uniforme. Ecuación de continuidad para fluidos compresibles e incompresibles. Velocidad media.

HIDRODINÁMICA Definición. Ecuaciones generales del movimiento para líquidos perfectos. Ecuaciones de Euler. Ecuación de Bernoulli para líquidos ideales y reales. Pérdida de energía. Coeficiente de Coriolis. Principio de Torricelli. Movimiento laminar y movimiento turbulento. Número de Reynolds. Capa límite. Ecuación de momentum. Empuje hidrodinámico sobre superficies planas y curvas. Aplicaciones.

4.- SINGULARIDADES EN CONTORNOS ABIERTOS Y CERRADOS.

Definición. Descripción de singularidades en contornos abiertos y cerrados. Vertederos. Definición. Clasificación. Funcionamiento según condiciones de aguas abajo. Coeficientes de gasto, velocidad de llegada, contracción lateral, descarga. Aplicaciones en medición de caudales y regulación de embalses. Orificios. Definición. Clasificación. Contracción de la vena líquida. Coeficientes de gasto. Aplicación en medición de caudales, comparación con los vertederos. Placas con orificios, toberas y tubos Venturi. Descripción. Aplicaciones en medición de gastos.

5.- CANALIZACIONES ABIERTAS.

Movimiento permanente uniforme a superficie libre. Ecuación de Chézy. Coeficiente de rugosidad. Fórmula de Manning. Número de Froude. Régimen crítico, subcrítico y supercrítico. Aplicaciones. Movimiento permanente gradualmente variado a superficie libre. Ecuación fundamental. Curvas de remanso. Descripción. Métodos de cálculo. Aplicaciones. Movimiento permanente rápidamente variado a superficie libre. Resalto hidráulico. Clasificación. Longitud. Localización. Resalto rechazado y ahogado. Resaltos en compuertas de fondo, rápidas, saltos y al pie de vertederos. Disipadores a resalto. Cuencos amortiguadores. Aplicaciones. Movimiento impermanente a superficie libre. Traslación de ondas. Ondas provocadas por cierre o apertura de una compuerta. Diseño, cálculo y construcción de canales. Sección eficiente. Sección conveniente. Canales revestidos, materiales. Canales sin revestir, sección estable. Métodos de la velocidad límite y de la fuerza tractiva. Transiciones. Aforadores. Cámaras de distribución: partidores y compartos. Saltos, rápidas y cuencos amortiguadores. Aplicaciones.

6.- CANALIZACIONES CERRADAS.

Movimiento turbulento en conductos. Ecuación de Darcy-Weisbach. Cálculo de conductos. Fórmula de Colebrook. Diagrama de Moody. Fórmula de Williams y Hazen. Fórmula de Manning. Cálculo de pérdidas localizadas. Cálculo de redes. Aplicaciones. Movimiento impermanente en conductos. El golpe de ariete. Descripción del fenómeno. Problemas y soluciones.

7.- ESCURRIMIENTOS EN MEDIOS PERMEABLES

Principios generales del movimiento del agua en medios porosos - Ley de Darcy. Parámetros hidráulicos subterráneos - Trazado y cálculo de caudales de una red de flujo. Sifonamiento en presas - Drenajes.

8.- MÁQUINAS HIDRÁULICAS.

Ruedas y Turbinas hidráulicas Clasificación, descripción y condiciones de trabajo. Bombas hidráulicas. Tipos, características y condiciones de trabajo. Longitud de aspiración. Potencia de la bomba. Cálculo de instalaciones de



Bloque: Tecnologías Básicas
Tipo: Obligatoria
Área: Infraestructura y Medio Ambiente
Responsables: Ing. Roberto Alejandro Biondi

Nivel: Zero
Cursado: 1er Semestre
Carga Horaria Total: 142.5
Carga Horaria Semanal: 3.75

bombeo. Aplicaciones.

9.- MODELOS

Modelos físicos. Semejanzas mecánicas en hidráulica. Construcción de modelos. Modelos matemáticos: Software de aplicación para proyecto y cálculo de redes y de aforadores.

Descripción de las Actividades Teóricas y Prácticas

TRABAJOS PRÁCTICOS DE GABINETE

Trabajo Práctico N°1 - Propiedades de los Líquidos

Eje conceptual: Clasificación de los líquidos y Propiedades de los líquidos.

Objetivos: a- Activar conceptos fundamentales y manejo de unidades vistas en el ciclo básico a utilizar durante el desarrollo la materia Hidráulica General y Aplicada. b-Relacionar las distintas propiedades de los líquidos. c- Aprender a efectuar análisis dimensional.

Trabajo Práctico N°2 – Hidrostática

Eje conceptual: Aspectos fundamentales de la Hidrostática y su relación con el proyecto y cálculo de estructuras y dispositivos.

Objetivos: a- Determinar empujes hidrostáticos sobre superficies planas y curvas. b- Diseñar y calcular compuertas planas. c- Observar desde una posición crítica estructuras existentes.

Trabajo Práctico N°3 – Movimiento de los líquidos

Eje conceptual: Cinemática e Hidrodinámica

Objetivos: a- Determinar tipos de movimientos de líquidos en función de parámetros hidráulicos dados. b- Calcular parámetros hidráulicos a partir de las ecuaciones fundamentales de la hidráulica. c- Determinar empujes hidrodinámicos sobre superficies planas y curvas. d- Calcular anclajes para conducciones de agua a presión.

Trabajo Práctico N°4 – Singularidades

Eje conceptual: Singularidades en contornos abiertos y singularidades en contornos cerrados.

Objetivos: a- Proyectar y calcular obras de arte o dispositivos que se adecuen a las condiciones de escurrimiento necesarias o previstas. b- Determinar las pérdidas de carga asociadas a las singularidades. c- Observar en forma crítica singularidades en canalizaciones abiertas y cerradas en obras o instalaciones existentes. d- Determinar caudales de erogación a partir de las condiciones de estructuras de aforo o dispositivos de medición de caudales. e- Manejar el Software WIN-FLUME

Trabajo Práctico N°5 – Canalizaciones abiertas

Eje conceptual: Canalizaciones abiertas

Objetivos: a- Proyectar y calcular canales en Movimiento Permanente Uniforme. b- Determinar las modificaciones necesarias en tramos de canales con Movimiento Permanente Gradualmente Variado. c- Definir el tipo de obra necesaria para sortear determinados obstáculos o desniveles abruptos. Proyectar y calcular obras para permitir cambios de régimen o confinar resaltos hidráulicos. d- Determinar velocidad de avance de ondas. e- Seleccionar las opciones más convenientes para la construcción de canales. f- Observar en forma crítica obras en construcción y existentes. g- Manejar el software FLOW MASTER para canalizaciones abiertas.

Trabajo Práctico N°6 – Canalizaciones cerradas

Eje conceptual: Canalizaciones cerradas

Objetivos: a- Proyectar y calcular cañerías de conducción de líquidos a presión. b- Determinar las condiciones de escurrimiento de distintos tipos de líquidos en conducciones cerradas. c- Observar en forma crítica obras existentes y en construcción (redes de agua, instalaciones industriales, etc.). d-Conocer los elementos, accesorios y dispositivos utilizados en las redes de distribución de agua a presión. e- manejar el software FLOW MASTER para canalizaciones



Bloque: Tecnologías Básicas
Tipo: Obligatoria
Área: Infraestructura y Medio Ambiente
Responsables: Ing. Roberto Alejandro Biondi

Nivel: Zero
Cursado: 1er Semestre
Carga Horaria Total: 142.5
Carga Horaria Semanal: 3.75

cerradas

Trabajo Práctico N° 7 – Esgurrimientos en medios permeables

Eje conceptual: Esgurrimientos en medios porosos o permeables. Movimientos del agua subterránea o subsuperficial.

Objetivos: Tema articulado con la cátedra de Geotecnia en su Unidad Temática N° 2 Hidráulica de los Suelos. a- Trazar de una red de flujo.

Trabajo Práctico N° 8 – Máquinas Hidráulicas

Eje conceptual: Bombas hidráulicas y Turbinas hidráulicas.

Objetivos: a- Determinar la potencia necesaria de una bomba en función de una instalación existente o supuesta. b- Conocer las condiciones de bombeo y los caudales de los distintos tipos de bombas. c- Seleccionar bombas en función del tipo de uso. d- Determinar las pérdidas de carga que afectan a una central hidráulica. e- Visitar de instalaciones existentes de generación y bombeo.

Trabajo Práctico N° 9 – Modelos

Eje conceptual: modelos físicos y modelos matemáticos.

Objetivos: a- Calcular una red simple de distribución de agua potable mediante la utilización del EPANET 2.0.

Proyecto Integrador de los conocimientos adquiridos en la cátedra

Eje conceptual: Todos los trabajos en la asignatura

Objetivos: a- Proyectar y calcular una canalización abierta para distribución de agua. b- Diseñar las obras de arte y calcular las singularidades más habituales en canales (curvas, puente canal, sifón, aforador, partidor, compuertas, etc.). c- Proyectar y calcular una instalación de bombeo para abastecimiento de una planta industrial.

Nota: Algunos de los trabajos prácticos indicados se pueden integrar en este proyecto.

VISITAS DE OBRAS

VISITA N°1 - Obras de arte y canales en servicio

VISITA N°2 - Obras de arte y canales en construcción (diapositivas si no hay obras en ejecución)

VISITA N°3 - Cabecera del sistema de riego del Río Diamante. (Presa, azud, canales primarios y obras complementarias y central hidroeléctrica)

TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

Trabajo Práctico de Laboratorio N° 1: Conducciones Cerradas

Eje conceptual: Conducciones cerradas

Objetivos: I. Observar, medir y comparar pérdidas de carga en tuberías. II. Relacionar los coeficientes para pérdidas de carga unitarias y singulares.

Trabajo Práctico de Laboratorio N° 2: Conducciones Cerradas

Eje conceptual: Elementos de control y accesorios en conducciones cerradas

Objetivos: I. Observar, medir y comparar pérdidas de carga en válvulas. II. Observar, medir y comparar variaciones de presión en tuberías ante cierres lentos y cierres bruscos de válvulas.

Trabajo Práctico de Laboratorio N° 3: Conducciones Abiertas

Eje conceptual: Corrientes en conducciones abiertas

Objetivos: I- Observar las características de los distintos regímenes (subcríticos y supercríticos) en canalizaciones abiertas debido a la variación de la pendiente. II- Observar y discutir las características de los movimientos permanentes uniformes y variados en canalizaciones abiertas debido a la acción de los elementos de medición y control. III- Ver las características de los remansos y resaltos.

Trabajo Práctico de Laboratorio N° 4: Conducciones Abiertas

Eje conceptual: variaciones de los parámetros hidráulicos en órganos de control

Objetivos: I- Observar y comparar caudales vs. cargas para distintos tipos de vertederos. Analizar los coeficientes de gasto de los distintos dispositivos. II- Observar y analizar los movimientos impermanentes en canalizaciones abiertas



Bloque: Tecnologías Básicas
Tipo: Obligatoria
Área: Infraestructura y Medio Ambiente
Responsables: Ing. Roberto Alejandro Biondi

Nivel: Zero
Cursado: 1er Semestre
Carga Horaria Total: 142.5
Carga Horaria Semanal: 3.75

(ondas provocadas por cierre o apertura en forma brusca de una compuerta)

Bibliografía

- SOTELO – “Hidráulica General -Volumen 1 - Fundamentos - LIMUSA Noriega Editores – México - 2ª Reimpresión
- MATAIX, C. – Mecánica de los fluidos y máquinas hidráulicas – Editorial Harla, Harper & Row Latinoamericana – Año 1993
- CHOW, V.T. “Hidráulica de canales abiertos”- McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A. – Colombia - 1994
- SUAREZ LOPEZ, MARTINEZ ABELLA, PUERTAS AGUDO – Manual de Conducciones Uralita – Ed. Thomson-Paraninfo – Madrid - 2005
- DOMÍNGUEZ, F. J. – Hidráulica – Ed. Universitaria, Chile - 1978
- AGUIRRE PE, J. – “Hidráulica de canales” – Mérida, Venezuela – 1982
- BOS, M. G.; REPLOGLE, J. A.; CLEMMENS, A. J.- Aforadores de caudal para canales abiertos – Publicación 38 – ILRI – 1986.
- GILES, RONALD V. – Mecánica de los fluidos e hidráulica – Editorial Mc Graw – Hill – Año 1992.

SOFTWARE DE APLICACIÓN

- H CANALES (Escuela de Ing. Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica) - Cálculo de secciones de canales, curvas de remanso, sección eficiente.
- FLOW-MASTER (Haestad Methods - EE. UU) - Cálculo de secciones de canales y tuberías. Versión para educadores (bajo Windows)
- WIN-FLUME (ILRI – Holanda) – Diseño de aforadores de garganta y pared gruesa. (bajo Windows)
- EPANET 2 (EPA - EE.UU.) Cálculo de redes a presión (bajo Windows)

Metodología de Enseñanza

Metodología de Enseñanza.

Se adopta como postura la problematización permanente mediante la exigencia de dar solución a problemas concretos o a través de la elaboración de proyectos globales de relativa complejidad.

Las estrategias metodológicas se enmarcan en la construcción crítica del conocimiento, como proceso social.

Se entiende el proceso de aprendizaje como continuo, sistemático y permanente, desde lo individual y grupal, y el producto como la resultante de este proceso.

Antes del desarrollo de un tema teórico se hace reflexionar al alumno sobre la necesidad de contar con nuevos conocimientos o herramientas para resolver tal o cual problema, recabándose las opiniones que pudieran existir, las que luego pueden ser analizadas o discutidas y confrontadas teóricamente.

Se propicia el encuentro con el otro, a través de la elaboración grupal del proyecto, alentando la discusión constructiva a través de un análisis crítico-reflexivo de las soluciones elegidas.

A través de visitas de obras hidráulicas existentes o en construcción se alienta al alumno a informarse sobre los temas observados y a criticar metodologías constructivas, diseños estructurales o hidráulicos y funcionamiento si se encuentra en servicio.

Recursos didácticos a utilizar como apoyo a la enseñanza.

Los recursos didácticos programados a utilizar en el presente período son: visitas de obras, videos y presentaciones de diapositivas.

Las visitas de obras permiten insertar al alumno en una problemática real, cuestionarse y cuestionar al proyectista-calculista respecto a lo observado comparándolo con el conocimiento adquirido en teoría, permitiendo al docente en estas instancias mediar y explicar las diversas soluciones aplicadas.



Bloque: Tecnologías Básicas
Tipo: Obligatoria
Área: Infraestructura y Medio Ambiente
Responsables: Ing. Roberto Alejandro Biondi

Nivel: 3ero
Cursado: 1er Semestre
Carga Horaria Total: 142.5
Carga Horaria Semanal: 3.75

Los videos posibilitan al docente actuar en forma similar que cuando se utiliza una visita de obra como apoyo para la enseñanza.

Las diapositivas de archivos de Power Point se utilizan en determinados temas a los efectos de reducir tiempos, especialmente aquellos tiempos destinados a ejecutar dibujos o mostrar imágenes, logrando de este modo disminuir el tiempo de la clase sin afectar la calidad, con el fin de permitir el desarrollo de toda la materia.

Información y temas de hidráulica en archivos pdf u otros, que se envían por correo electrónico a cada uno de los alumnos que están cursando para que amplíen los conocimientos y cuenten con material de estudio accesible.

Formas de Evaluación

La cátedra adopta como postura la evaluación continua (inicial, formativa y final), en la que se tendrán en cuenta tanto los procesos como los productos logrados por los alumnos.

Criterios de evaluación:

- Capacidad de integrar contenidos disciplinares.
- Capacidad de realizar análisis y síntesis.
- Capacidad de utilizar el lenguaje técnico de la disciplina.
- Capacidad de resolver situaciones problemáticas reales o supuestas.
- Capacidad de trabajar en equipo e individualmente.
- Capacidad de reflexionar sobre posturas de ellos mismos y de otros.
- Capacidad de fundamentar los proyectos desarrollados.

La evaluación se realiza en forma continua a través del desarrollo y la fundamentación del proyecto integrador propuesto por la cátedra y de la resolución de situaciones problemas planteadas en los ejercicios de aplicación correspondientes a cada unidad. Se complementa con evaluaciones parciales, globales y una instancia integradora que incluye la fundamentación y defensa del proyecto desarrollado o examen final.

Acreditación

Los requisitos indispensables para la aprobación del proceso son:

- 1.- Asistencia mínima a clases de teoría y práctica del 75%.
- 2.- Aprobación de dos (2) parciales de conocimientos teóricos y dos (2) parciales de resolución de problemas prácticos que tienen una (1) instancia de recuperación cada uno. Cuando el alumno reprueba en primera instancia los dos parciales de teoría o de práctica deberán aprobar un (1) global de teoría o de práctica, que corresponde a los contenidos dados durante todo el año.
- 3.- Obtención un promedio mayor que seis (6) en las evaluaciones de proceso de la teoría y en el desempeño de la resolución de los problemas prácticos.
- 4.- Presentación de la Carpeta de trabajos Prácticos y el Proyecto Integrador dentro de los plazos establecidos por la cátedra.

Para la aprobación del proceso se requiere la obtención de un mínimo de seis (6) puntos en cada uno de los parciales o en su defecto en los globales de teoría y de práctica.

La acreditación final se da en ambos casos, aprobación directa (promoción) o aprobación no directa (examen final) con una instancia integradora en donde en el primer caso se hace una defensa del proyecto, donde se exige la fundamentación teórica. En el caso de examen final la evaluación consiste en el desarrollo de temas teórico prácticos y una defensa del proyecto.

En todas las instancias para la aprobación se requiere un mínimo de seis (6) puntos.



Bloque: Tecnologías Básicas
Tipo: Obligatoria
Área: Infraestructura y Medio Ambiente
Responsables: Ing. Roberto Alejandro Biondi

Nivel: Zero
Cursado: 1er Semestre
Carga Horaria Total: 142.5
Carga Horaria Semanal: 3.75

Integración vertical y horizontal de los contenidos

Articulación horizontal con:

Tecnología de la Construcción: encofrados, colocación de armaduras y curado en obras hidráulicas de hormigón.

Geotopografía: definición de ejes, pendientes y perfiles en obras de canalizaciones abiertas y cerradas.

Articulación Vertical con:

Álgebra y Análisis Matemático: Resolución de sistemas de ecuaciones y de ecuaciones diferenciales necesarias para desarrollar la teoría de hidráulica.

Estabilidad: Cálculos de estructuras simples para determinar los momentos flectores o esfuerzos característicos y módulos resistentes que permiten el cálculo de estructuras de compuertas de acero y muros de hormigón simple y armado.

Resistencia de Materiales: cálculo de compuertas metálicas.

Tecnología de los Materiales: Utilización de distintos materiales para la construcción de las obras hidráulicas o sus partes.

Geotecnia: Estudio de escurrimientos en medios permeables.

Estructuras de Hormigón: forma de armado de hierro en estructuras de hormigón armado en cálculo de canales, puente-canales, sifones, cuencos amortiguadores.

Hidrología y Obras Hidráulicas: Conocimiento de los distintos tipos de escurrimientos y movimientos de los flujos, proyecto y cálculo hidráulico de canales, tuberías, elementos hidromecánicos y obras de arte en canales.

Ingeniería Sanitaria: Proyecto y cálculo hidráulico de tuberías, canalizaciones abiertas, vertederos y manejo del programa EPANET para cálculo de redes de distribución de agua.

Actividades de Formación Experimental

TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

Trabajo Práctico de Laboratorio N° 1: Conducciones Cerradas

Eje conceptual: Conducciones cerradas

Objetivos: I. Observar, medir y comparar pérdidas de carga en tuberías. II. Relacionar los coeficientes para pérdidas de carga unitarias y singulares.

Trabajo Práctico de Laboratorio N° 2: Conducciones Cerradas

Eje conceptual: Elementos de control y accesorios en conducciones cerradas

Objetivos: I. Observar, medir y comparar pérdidas de carga en válvulas. II. Observar, medir y comparar variaciones de presión en tuberías ante cierres lentos y cierres bruscos de válvulas.

Trabajo Práctico de Laboratorio N° 3: Conducciones Abiertas

Eje conceptual: Corrientes en conducciones abiertas

Objetivos: I- Observar las características de los distintos regímenes (subcríticos y supercríticos) en canalizaciones abiertas debido a la variación de la pendiente. II- Observar y discutir las características de los movimientos permanentes uniformes y variados en canalizaciones abiertas debido a la acción de los elementos de medición y control. III-Ver las características de los remansos y resaltos.

Trabajo Práctico de Laboratorio N° 4: Conducciones Abiertas

Eje conceptual: variaciones de los parámetros hidráulicos en órganos de control

Objetivos: I- Observar y comparar caudales vs. cargas para distintos tipos de vertederos. Analizar los coeficientes de gasto de los distintos dispositivos. II- Observar y analizar los movimientos impermanentes en canalizaciones abiertas (ondas provocadas por cierre o apertura en forma brusca de una compuerta)