

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
VICERECTORIA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
DIRECCION DE ESTUDIOS POSGRADO Y EDUCACION CONTINUA  
DEPEC -UNI**



**Programa de curso:**

Diseño de Puentes

**Elaborado por:** Ing. Manuel Coll, Ph.D

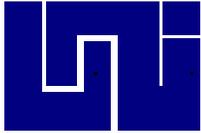
**Revisado por:** Comité Académico

**Visto Bueno:** Ing. Nelson Morrison, M.S. c  
**Coordinador del Programa**

**Autorizado por:** Ing Freddy González López M.Sc.,  
**Director de Estudios de Posgrado**

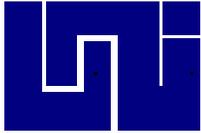
*Firma y sello  
Dirección de Estudios de posgrado*

Managua, Nicaragua  
2019



**I. INFORMACIÓN GENERAL:**

- 1. Nombre de la Especialidad:** Maestría en Ingeniería Estructural y Sísmica
- 2. Acreditado a Maestría:** Maestría en Ingeniería Estructural y Sísmica
- 3. Nombre de la Asignatura:** Diseño de Puentes
- 4. Total de horas por curso:** 90 horas
- 5. Créditos:** 4 créditos



## **II. INTRODUCCIÓN:**

En esta asignatura se pretende capacitar al alumno para analizar y diseñar diferentes tipos de puentes, tanto en la parte de la subestructura como en la parte de superestructura. Se conocerá el comportamiento de diferentes tipos de puentes frente a diferentes eventualidades, con el propósito de que se pueda tener los criterios necesarios para identificar qué tipo de puente conviene según los casos que se presenten.

## **III. OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

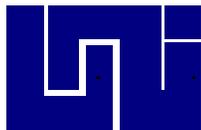
Construir los conocimientos necesarios a nivel adecuado para comprender y realizar la modelación de problemas en relación con el análisis y diseño estructural de diferentes tipos de puentes.

### **Objetivos Específicos:**

- Obj. 1            Desarrollar las destrezas y aptitudes para formular y resolver problemas de física aplicada al análisis y diseño de puentes.
  
- Obj. 2            Utilizar herramientas para obtener soluciones adecuadas y razonables a los casos planteados.

## **IV. COMPETENCIAS A DESARROLLAR**

- Análisis de cargas vivas utilizando líneas de influencia.
- Diseño de elementos de losa de hormigón reforzado
- Diseño de viga de hormigón preforzado
- Diseño de viga de Acero
- Diseño de Asiento elastómero
- Cálculo de Cargas sísmicas y Diseño de Columnas para cargas sísmicas
- Desarrollo de artículo de tema especial



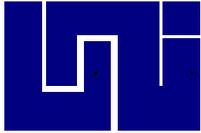
## V. DESCRIPCION:

En esta asignatura el estudiante aprende a elegir el tipo de puente vehicular apropiado para un determinado proyecto de carreteras y analizar y diseñar los principales componentes del puente elegido. El curso también proporciona a los estudiantes conocimientos fundamentales en una amplia gama de prácticas de vanguardia, incluyendo especificaciones de código, en ingeniería de puentes. Al finalizar este curso, los estudiantes deberían haber aprendido el análisis y diseño de los elementos estructurales de la superestructura, subestructura y elementos de seguridad de los puentes.

## VI. PLAN TEMÁTICO:

Nº	TEMAS	FORMAS ORGANIZATIVAS DE ENSEÑANZA (F.O.E)								TOTAL DE HORAS
		Horas teóricas		Horas practicas y trabajo independiente						
		C	S	C.P	LAB	G.C	TE	TF	TI	
I	Introducción al diseño de superestructuras.	4		2			2		2	10
II	Puentes de viga en I de acero compuesta	8		2			2		2	14
III	Diseño de Puente Pre Esforzado Compuesto por Vigas. AASHTO.	8		2			2		2	14
IV	Diseño de Puente De Concreto Pos-Tensado.	4		2			2		2	10
V	Aparatos de Apoyo, Columnas y Pilares	8		2			2		2	14
VI	Diseño Sísmico de Puentes	8		2			2		2	14
VII	Introducción al "Load Rating" Análisis	8		2			2		2	14
<b>TOTAL</b>		<b>52</b>		<b>14</b>			<b>12</b>		<b>14</b>	<b>90</b>

C-conferencias, S-Seminario, CP-Clases Prácticas, LAB-Laboratorio, G.C-Giras de Campo, TE-Trabajos extraclase, TC-Trabajo final - Trabajo independiente



## **VII. CONOCIMIENTOS NECESARIOS:**

- Curso básico de análisis estructural
- Curso básico de diseño de estructuras de hormigón reforzado
- Curso básico de diseño de estructuras de Acero

## **VIII. DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS POR TEMAS:**

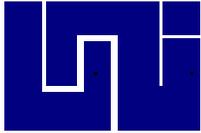
### **Diseño de Puentes Parte I. Diseño de la Superestructura**

#### **Unidad 1. Introducción al diseño de superestructuras.**

- 1.1 Organización.
  - 1.1.1 Recomendaciones.
- 1.2. Pre-requisitos para el diseño
  - 1.2.1 Guía AASHTO LRFD (2002, 2007)
    - 1.2.1.1 Tipos de patrón de carga.
    - 1.2.1.2 Combinaciones de carga para el diseño.
- 1.3. Determinación de los Factores de Distribución de Carga Viva (LLDF)
  - 1.3.1 Guía AASHTO LRFD (2002, 2007)
    - 1.3.1.1 Algoritmo para determinar los Factores de Distribución de Carga (LLDF).
    - 1.3.1.2 Calculo de los Factores de Distribución de Carga.
    - 1.3.1.3 Aplicación de los Factores LLD.
- 1.4. Requerimientos de Diseño
  - 1.4.1 Nombre del requerimiento aplicado a una línea de diseño.
  - 1.4.2 Tipo (esfuerzo, corte, flexión, principal).
  - 1.4.3 Intervalo de diseño.
  - 1.4.4 Parámetros de diseño según la demanda a considerar.
  - 1.4.5 Grupo de demanda con respecto a las combinaciones generadas.

#### **Unidad 2. Puentes de viga en I de acero compuesta**

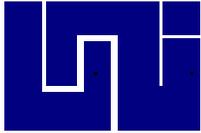
- 1. Componentes y materiales estructurales
- 2. Proporción de la sección
- 3. Propiedades de resistencia de sección compuesta
- 4. Disposición de tramo y estructura



5. Modelado y análisis estructural
6. Análisis dinámico con carga vehicular móvil
7. Procedimientos y estados límite de diseño
8. Pre-dimensionamiento.
9. Evaluación de carga para diseño de la losa.
10. Diseño de la Losa.
11. Factores y Clasificación de Sección; compacta y no compacta.
12. Diseño por Estado Limite de Resistencia
13. Diseño por Estado Limite de Servicio
14. Diseño por Estado Limite de Fatiga en el Alma
15. Diseño por Construcción
  - 15.1 Por etapas (Steel-I Compuesto por secuencia de construcción).
  - 15.2 Sin etapas (Steel Compuesta sin secuencia de construcción).
16. Diseño de la viga interior.
17. Diseño de la viga exterior.
18. Riostras.
19. Reacciones en los estribos
20. Fluencia debido a Momentos
21. Momento Plástico
22. Grupos de Demandas
23. Demanda en Flange Stress  $f_{bu}$  and  $f_{ff}$
24. Demanda en Flange Flexión Lateral Stress
25. Profundidad del alma en Compresión
26. Estado de la losa vs. Longitud sin soporte
27. Flexión y Corte
28. Optimización
29. Optimización de secciones y colocación de rigidizador transversal.
30. Control de deflexiones
31. Ejemplo de diseño

### **Unidad 3. Diseño de Puente Pre Esforzado Compuesto por Vigas. AASHTO.**

- 3.1 Modelo Discontinuo para la Carga Viva.
- 3.2 Consideración del Creep (Fluencia Lenta) y Shrinkage (Contracción del Concreto).
- 3.3 Consideración de la Relajación del Acero con el Tiempo.
- 3.4 Modelo de distintos materiales para la losa, la Viga y la Sub-Estructura.
- 3.5 Modelo Doble Asientos en el Apoyo Central.
- 3.6 Modelo de Los Tendones y Cómputo de Perdidas.



- 3.7 Sobrecargas de Asfalto o Concreto.
- 3.8 Análisis por Secuencia de Construcción:
- 3.9 Modelos de Tendones (Considerados como Carga o Como Elemento).
- 3.10 Pérdidas.
- 3.11 Evaluación de Deflexiones.
- 3.12 Contra – Flecha (Camber).
- 3.13 Diseño Manual Paso a Paso de la Losa del Puente.
- 3.14 Efectos de la Temperatura.
- 3.15 Diseño de la Sub Estructura.
- 3.16 Evaluación de Esfuerzos Límites y Capacidad a Flexión.
- 3.17 Factores de Distribución.
- 3.18 Características del Material según el CEB-FIP.
- 3.19 Diseño de Anclaje.

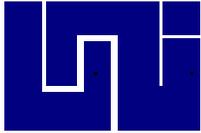
#### **Unidad 4. Diseño de Puente De Concreto Pos-Tensado.**

- 4.1 Secciones típicas de vigas de caja
- 4.1 Modelo de Diafragma Usando Elementos Sólidos en el “Bent”.
- 4.2 Pérdidas de tensión
- 4.3 Consideraciones de diseño
- 4.4 Estados límite de diseño y procedimiento
- 4.5 Modelo de Cables con Inclinación Oblicua.
- 4.6 Pos Tensado Transversal.
- 4.7 Técnica Impuesta para Ignorar la Perdida Instantánea por Contracción Inmediata del Concreto.
- 4.8 Evaluación de Esfuerzos Límites y Capacidad a Flexión.
- 4.9 Diseño de Zonas de Anclaje.
- 4.10 Consideración del Caso Hiperestático para Determinar los Momentos Secundarios.
- 4.11 Ejemplo de diseño

#### **Diseño de Puentes Parte II. Diseño de la Subestructura**

#### **Unidad 5. Aparatos de Apoyo, Columnas y Pilares**

- 1. Aparatos de rodamiento
  - 1.1 Tipos de rodamientos

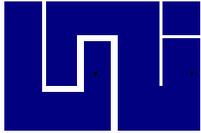


- 1.2 Consideraciones de diseño
- 1.3 Detalles auxiliares
- 1.4 Dibujos de taller, cálculos, revisión y aprobación
- 1.5 Consideraciones de reemplazo de rodamientos
- 1.6 Ejemplos de diseño
  
- 2. Columnas
  - 2.1 Tipos estructurales
  - 2.2 Cargas de diseño
  - 2.3 Consideraciones de diseño
  
- 3. Pilares (Abutment)
  - 3.1 Tipos de pilares
  - Consideraciones generales de diseño
  - Consideraciones de diseño sísmico
  - Consideraciones de diseño diversas
  - Ejemplo de diseño

### **Diseño de Puentes Parte III. Diseño Sísmico de Puentes (Guía de especificaciones AASHTO-LRFD) Demanda / Capacidad**

#### **Unidad 6. Diseño Sísmico de Puentes.**

- 6.1 Creación del Modelo Analítico.
- 6.2 Peligro y Demanda Sísmica para Diseño de Puentes
  - 6.2.1 Información General.
  - 6.2.2 Microzonificación para generar un espectro de respuesta (Seísmo Sígnal).
  - 6.2.3 Requerimiento para diseño sísmico.
  - 6.2.4 Diseño por desempeño sísmico.
  - 6.2.5 Patrones de carga.
  - 6.2.6 Generación de un espectro de respuesta según la ubicación de la estructura
- 6.3 Propiedades de Secciones Agrietadas y Análisis por Carga Muerta
- 6.4 Respuesta al espectro de diseño y revisión de desplazamientos
- 6.5 Análisis No Lineal Estático “Pushover”
  - 6.5.1 Rotulas y “Fiber Hinge” Análisis.
  - 6.5.2 Curva de Capacidad.
  - 6.5.3 Métodos Usado para estimar la máxima respuesta no lineal esperada en la estructura.
  - 6.5.4 Evaluación del desempeño sísmico (análisis de pushover) utilizando espectros de capacidad.
  - 6.5.5 Análisis sísmico para análisis historia-tiempo inelástico utilizando



modelos de histéresis.

6.5.6 Análisis de daño estructural utilizando modelos de fibra inelásticos, Momento Curvatura.

6.5.7 Asignación de rotulas plásticas a las subestructuras.

- Longitud de rótulas plásticas.
- Propiedades no lineales de las rotulas.
- Definición de no linealidad de los materiales (concreto y acero).
- Opciones de rotulas plásticas.

6.5.8 Análisis por capacidad para desplazamientos.

- Resultados de los desplazamientos.
- Resultados del análisis pushover

## **Diseño de Puentes Parte IV. Evaluación de Puentes Existentes -LOAD RATING FACTOR -**

### **Unidad 7. Introducción al “Load Rating” Análisis.**

7.1 Mantenimiento e Inspección.

7.2 Rating Operacional y por Inventario.

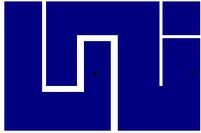
7.3 Importancia.

7.4 Cargas Usadas para el Análisis.

7.5 Métodos Usados (ASR, LFR y LRFR).

7.6 Consideraciones.

7.7 Ecuaciones y Algoritmos Usados.



## **I. RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS.**

1. Autoestudio: el estudiante debe venir estudiando y preparando el tema que se va revisar en clase.
2. En la clase el estudiante demuestra lo que ha aprendido. El profesor refuerza el aprendizaje del alumno, corrige errores, motiva la investigación en temas relacionados y temas afines.
3. Exposiciones individuales y grupales.
4. Aprendizaje basado en problemas, mediante la resolución de problemas en clase y como trabajo autónomo.
5. Análisis de situaciones prácticas de los temas estudiados.
6. Trabajo en casa para profundizar y entender de mejor manera los conceptos vistos en la teoría.

## **II. RECURSOS DIDÁCTICOS:**

1. Videoconferencias semanales por la plataforma zoom.
2. Material didáctico de cada tema desarrollado y puesto en el aula virtual que incluye desarrollo de conceptos, problemas desarrollados paso a paso, videos de explicación de los conceptos y problemas resueltos, autoevaluaciones.
3. Materiales complementarios desarrollados según la necesidad de los temas.
4. Material de apoyo de Mathcad y/o SAP2000 utilizado en las clases.
5. Transparencia de la clase basadas al libro y las referencias recomendadas.

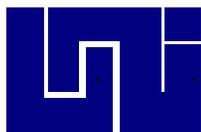
## **IX. SISTEMA DE EVALUACIÓN.**

El trabajo de los estudiantes será evaluado mediante tres componentes:

Componente 1: prácticas por tema que incluyen problemas de aplicación (evaluación por rúbrica).

Componente 2: Examen Final

Componente 3: una investigación por temas de interés propuestas (evaluación por rúbrica).

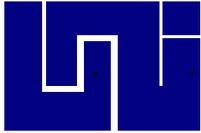


	Alternativas 1	Alternativas 2
Prácticas	70%	60%
Examen Final	20%	30%
Artículo de Tema de Interés (investigación)	10%	10%
Total	100 %	100 %

	Alternativas 1	Alternativas 2
Evaluaciones parciales	70%	
Trabajos extra clase		
Seminarios debates		
Gira de Campo		
Laboratorios		
Participaciones en exposición		
Trabajo final de curso	40 %	30 %
Total	100 %	100 %

## X. BIBLIOGRAFÍA:

- Texto                      Guía de especificaciones AASHTO-LRFD
- Referencias              Wai-Fah Chen, Lian Duan. (2003)  
Bridge Engineering "Seismic Design" Editorial  
CRC Press LLC, Impreso en USA.
- Chen, W. F., & Duan, L. (Eds.). (2014). *Bridge  
engineering handbook: Superstructure  
design* (Vol. 2). CRC press.
- Chen, W. F., & Duan, L. (Eds.). (2014). *Bridge*



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**VICERECTORIA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**  
**DIRECCION DE ESTUDIOS POSGRADO Y EDUCACION CONTINUA**  
**DEPEC -UNI**



*engineering handbook: Substructure  
design (Vol. 2). CRC press.*

Carlos Ramiro Vallecilla B. (2006)  
"Manual de Puentes en Concreto Reforzado"  
Editorial Bauen, Impreso en Colombia

Carlos Ramiro Vallecilla B. (2009)  
"Puentes en Concreto Postensado, Teoría y Práctica"  
Editorial Bauen, Impreso en Colombia

Priestley, M.J.N., Seible, F. y Calvi, G.M. (1996)  
"Seismic Design and Retrofit of Bridges",  
Editorial John Wiles and Sons, Inc. Impreso en USA.