



## Modelación y Comportamiento de Pavimentos (ICYA 4607)

### Contexto

La infraestructura vial está directamente relacionada con el desarrollo socio-económico de una región. En el caso colombiano, el mantenimiento de las redes viales actuales y la ampliación de su cobertura a nivel nacional, municipal y urbano son tareas fundamentales para promover la competitividad del país en la región.

Desafortunadamente, los pavimentos son estructuras compuestas por materiales heterogéneos de difícil caracterización que se encuentran sujetas a complejos espectros de carga dinámica y condiciones ambientales cambiantes. Esta complejidad ha promovido la simplificación de los procesos de caracterización de los materiales empleados en la construcción de infraestructura vial y de los procesos de diseño de las estructuras de pavimentos. Por esta razón, el reconocimiento de la incertidumbre asociada con los pavimentos, de la complejidad de sus materiales constitutivos y de las exigencias de carga a las que son sometidas estas estructuras es fundamental para que los ingenieros involucrados con obras viales cuenten con el conocimiento necesario para mejorar el proceso de toma de decisiones.

El objetivo primordial de este curso es investigar el rol que tiene cada una de las diferentes variables involucradas en el diseño de pavimentos en el desempeño y deterioro de estas complejas estructuras.

### Objetivos de aprendizaje

Al finalizar el curso se espera que los estudiantes:

- Reconozcan las fuentes de incertidumbre involucradas con el comportamiento de estructuras de pavimento;
- Estén en capacidad de realizar actividades de simulación para identificar el carácter probabilístico del comportamiento estructural de los pavimentos;
- Identifiquen la importancia relativa que cada una de las variables empleadas en el diseño de pavimentos tiene sobre el desempeño mecánico de la estructura;
- Reconozcan las diferentes alternativas que existen para modelar el desempeño de estructuras de pavimento;
- Identifiquen las fortalezas y debilidades de las metodologías comúnmente empleadas para modelar la carga que es aplicada a estructuras de pavimento.
- Identifiquen el origen de los diferentes procesos de deterioro que ocurren en pavimentos en el marco del análisis de ciclo de vida y puedan realizar y proponer alternativas para retardar dichos procesos o para mejorar su calidad estructural; y
- Puedan realizar análisis de sensibilidad sobre el desempeño de estructuras de pavimento para identificar las variables que tienen mayor o menor impacto en el desempeño y deterioro de los pavimentos.

Adicionalmente, las actividades del curso están diseñadas para que los estudiantes desarrollen sus habilidades de pensamiento crítico, comunicación eficiente, trabajo en equipo; así como habilidades de ingeniería relacionadas con ejecución de simulaciones, programación básica, análisis de datos y toma de decisiones.

## Estrategia de trabajo:

Durante las clases del curso se presentarán a los estudiantes los distintos tópicos de la materia. Se espera que los estudiantes participen activamente a través de preguntas, comentario y discusiones. Además, algunos problemas serán solucionados parcial o totalmente durante las horas de clase en grupos de 2 o 3 estudiantes.

Durante el curso se realizarán diversas tareas (individuales y en grupo) y se desarrollarán proyectos en grupos de 2 o 3 personas. Las especificaciones de evaluación de los informes serán dados a conocer oportunamente.

La asistencia a las clases no es de carácter obligatorio pero contribuye sustancialmente al buen desarrollo de la materia. La participación y compromiso de los estudiantes es fundamental para lograr los objetivos de aprendizaje propuestos.

## Metodología de evaluación:

Durante el curso, los estudiantes deberán demostrar su capacidad de trabajo individual y en grupo. El curso será evaluado con base en dos exámenes parciales, varias tareas (individuales y en grupo) y un *paper* final. En todos los casos la evaluación incluirá la capacidad de investigación, toma de decisiones y capacidad de pensamiento crítico de los estudiantes. El artículo o *paper* será realizado de forma individual y estará enfocado a reportar el estado del arte en un tema específico relacionado con la modelación de pavimentos, o podrá contener información original (i.e., producida por los estudiantes) de modelaciones realizadas por el estudiante como parte de algún proyecto de investigación en curso. La última semana del curso, los estudiantes deberán entregar los *papers* y realizar una sustentación sobre el tema de trabajo. Más detalles sobre las características del *paper* y su evaluación serán entregados oportunamente a los estudiantes.

Los estudiantes conocerán los criterios de evaluación de cada prueba con la anterioridad suficiente a su presentación.

Cualquier reclamo deberá realizarse durante los siete días siguientes a la entrega del trabajo evaluado. NO se aceptarán reclamos fuera de estos días. NO se aceptarán reclamos sobre tareas o proyectos el último día de entrega de notas.

La nota final será calculada de la siguiente manera:

- Parciales: 40% (20% c/u)
- Tareas y talleres de clase: 45%
- Paper: 15%

**Nota 1:** Para aprobar el curso es requisito indispensable que los estudiantes tengan una nota ponderada de **parciales** superior a **3.00**, independientemente de la nota obtenida en las tareas y/o proyectos.

**Nota 2:** de acuerdo con los nuevos lineamientos de calificación de la Universidad, la nota final de este curso **no** se aproximará al valor de 0.5 más cercano. La nota final será el valor aritmético que resulte de ponderar las diferentes calificaciones y se entregará con décimas y centésimas (por ejemplo, 3.67). Para pasar el curso, es necesario tener una nota final ponderada superior a **2.9**.

## Programa detallado del curso:

Los siguientes son los temas a tratar en el curso:

- Introducción a la importancia de la ingeniería de pavimentos en el contexto mundial y local.
- Introducción a la incertidumbre y los métodos de simulación.
- Características y caracterización del tráfico en pavimentos (implicaciones de las proyecciones de tráfico y metodologías para calcular ejes equivalentes de carga)
- Mecánica de pavimentos (teorías básicas multicapas, modelación elástica lineal de pavimentos e interacción pavimento-vehículos).
- Comportamiento mecánico de los materiales empleados en pavimentos.
- Análisis de sensibilidad de las variables de entrada empleadas en el diseño de pavimentos.
- Desempeño de los pavimentos y principales modos de deterioro.
- Análisis de ciclo de vida en pavimentos.
- Efecto del clima en pavimentos.

La distribución inicial propuesta para las clases del curso se presenta al final de este documento. Este cronograma constituye la base de trabajo pero podrá ser modificado de acuerdo con el avance y las exigencias del curso.

## Comunicación y atención a estudiantes:

El profesor del curso estará disponible para solucionar dudas durante las horas de clase o durante las horas de atención a estudiantes: Lunes y miércoles de 3:30 pm-4:30 pm. Para cualquier otra información se pueden contactar con el profesor a través de la dirección [scaro@uniandes.edu.co](mailto:scaro@uniandes.edu.co). Toda comunicación a través de correo electrónico o sicua se considera oficial. Es responsabilidad de los estudiantes consultar con frecuencia su correo electrónico y el correo e información de sicua.

## Bibliografía:

El curso no cuenta con un único libro de referencia. Diferentes secciones de los siguientes libros serán empleados como material del curso:

Huang, Y.H. (1998) *Pavement Analysis and Design*. Second Edition. Pearson/Prentice Hall: New Jersey (USA).

Papagiannakis, A.T, and Masad, E. (2009) *Pavement Design and Materials*. John Wiley and Sons, Inc.: New Jersey (USA).

Croney, D. and Croney, P. (1998) *Design and Performance of Road Pavements*. Third Edition. McGraw Hill: New York (USA).

Sanchez-Silva, M. (2004). *Introducción a la Confiabilidad y Evaluación de Riesgos*. Ediciones Uniandes: Bogotá (Colombia).



**Modelación y Comportamiento de Pavimentos  
(ICYA 4607)  
2016-1**

**Cronograma Preliminar de Actividades**

|      |         | <b>Tema</b>   |   |
|------|---------|---|---|
| 1    | Enero   | 18  | Introducción al curso   |
| 2    |         | 20  | VARIABLES A MODELAR EN PAVIMENTOS / ESTADO ACTUAL PAVIMENTOS                        |
| 3    |         | 25  | Introducción a métodos de simulación (conceptos básicos de incertidumbre)           |
| 4    |         | 27  | Introducción a métodos de simulación (repaso probabilidad)                          |
| 5    | Febrero | 1   | Introducción a métodos de simulación (generación de números aleatorios y ejemplos)  |
| 6    |         | 3   | Aplicación de modelación probabilística y estocástica en ingeniería de pavimentos   |
| 7    |         | 8   | Rol del tráfico en pavimentos   |
| 8    |         | 10  | Modelación del tráfico en pavimentos (introducción)                                 |
| 9    |         | 15  | Modelación del tráfico en pavimentos (clasificación y modelación del tráfico)       |
| 10   |         | 17  | Modelación del tráfico en pavimentos (equivalencias entre diferentes ejes)          |
| 11   |         | 22  | Taller de tráfico   |
| 12   |         | 24  | Análisis de sensibilidad: efecto de las variables asociadas con el tráfico          |
| 13   |         | 29  | Mecánica de pavimentos (fundamentos)  |
| 14   | Marzo   | 2   | <b>Parcial 1</b>  |
| 15   |         | 7   | Mecánica de pavimentos (fundamentos)  |
| 16   |         | 9   | Taller de manejo de un programa de mecánica de pavimentos                           |
| ---- |         | 14  | Taller de manejo de un programa de mecánica de pavimentos                           |
| ---- |         | 16  | Comportamiento de materiales granulares empleados en bases y subbases de pavimentos |
| 17   |         | 21  | <b>Semana Santa</b>   |
| 18   |         | 23  |   |
| 19   |         | 28  | Comportamiento de materiales asfálticos empleados en pavimentos                     |
| 20   | 30      | Comportamiento de materiales asfálticos empleados en pavimentos |   |
| 21   | Abril   | 4   | Comportamiento de materiales asfálticos empleados en pavimentos                     |
| 22   |         | 6   | Taller materiales asfálticos  |
| 23   |         | 11  | Comportamiento del pavimento: desempeño y deterioro (fatiga)                        |
| 24   |         | 13  | Comportamiento del pavimento: desempeño y deterioro (fatiga)                        |
| 25   |         | 18  | Comportamiento del pavimento: desempeño y deterioro (ahuellamiento)                 |
| 26   |         | 20  | Análisis de sensibilidad del efecto de variables en el diseño de pavimentos         |
| 27   |         | 25  | Modelación de fractura en pavimentos  |
| 28   |         | 27  | Modelación de fractura en pavimentos  |
| 29   | Mayo    | 2   | Espacio para trabajar en el paper   |
| 30   |         | 4   | Concurso final  |