



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

APRUEBA CURSO DE POSGRADO DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA, MENCIÓN MATERIALES

Buenos Aires, 13 de diciembre de 2023

VISTO la Resolución N° 1308/23 del Decano, Ad-Referéndum del Consejo Directivo de la Facultad Regional La Plata, a través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación del Curso de Posgrado “Nuevas Tecnologías en Pavimentos Funcionales y Eco-Amigables. Un análisis integral para las ciudades sostenibles” para el Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, modalidad de vinculación cooperativa, y

CONSIDERANDO:

Que el Consejo Superior autorizó por Resolución N° 420/15 el dictado de la carrera de Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, en la Facultad Regional La Plata, firmante del acuerdo de vinculación cooperativa.

Que el curso propuesto responde a la necesidad de brindar a docentes, investigadores y graduados de la Universidad conocimientos científicos actualizados dirigidos a doctorandos en Ingeniería.

Que la Facultad Regional La Plata cuenta con un plantel de profesores de elevado nivel académico y profesional, además de una prolongada y amplia experiencia en el dictado de cursos y seminarios vinculados al propuesto.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículum del Curso de Posgrado “Nuevas Tecnologías en Pavimentos Funcionales y Eco-Amigables. Un análisis integral para las ciudades sostenibles” que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado del mencionado Curso en la Facultad Regional La Plata, para el Doctorado en Ingeniería, mención Materiales, con el Cuerpo Docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Establecer que la propuesta mencionada en el Artículo precedente quedará supeditada al cronograma de dictado de las correspondientes actividades académicas de la Facultad Regional.

ARTÍCULO 4°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 2011

UTN
p.f.d.
l.p.
m.m.m.



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ORDENANZA N° 2011

ANEXO I

CURSO DE POSGRADO

“NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PAVIMENTOS FUNCIONALES Y ECO-AMIGABLES. UN

ANÁLISIS INTEGRAL PARA LAS CIUDADES SOSTENIBLES”

DOCTORADO EN INGENIERÍA, MENCIÓN MATERIALES

1. FUNDAMENTACIÓN

El presente curso completa un escenario de formación no evidenciado en otros cursos de doctorado o de posgrado, basándose en la consideración del tratamiento de temas relacionados con los aspectos tecnológicos de la ingeniería vial y los estudios de sostenibilidad de la pavimentación basados en la Isla de Calor Urbano (ICU). La determinación de las variables tales como la absorción de calor, reflectancia, emisividad, entre otros, de los pavimentos asociados a las condiciones climáticas que solicitan a las áreas urbanizadas, la posibilidad de modelizar ese sistema, y la necesidad de contar con nuevos materiales en la formulación de los pavimentos que permitan disminuir la ICU, son los ejes que se articulan en este curso.

2. JUSTIFICACIÓN

La sustitución del suelo natural por pavimentos de asfálticos o de hormigón, resulta imprescindible para la infraestructura de transporte. La conversión de paisajes naturales en estructuras artificiales ocasiona un aumento de la temperatura urbana. La temperatura del aire se incrementa en la ciudad con respecto a aquella de la región rural circundante, provocando el efecto Isla de Calor Urbano (ICU). Este incremento de la temperatura afecta negativamente a la habitabilidad de las ciudades. Dado que las superficies del pavimento cubren una parte



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

importante del tejido urbano, reducir la temperatura del pavimento contribuirá a los esfuerzos de mitigación de la ICU. Además, una reducción en la temperatura de la calzada disminuirá la degradación térmica en los pavimentos de hormigón y asfálticos y aumentará la vida útil de los mismos. La velocidad de oxidación del asfalto aumenta con la temperatura del pavimento y es la causa principal del envejecimiento prematuro de la estructura y el desarrollo de grietas.

Este curso introduce las tecnologías de pavimento frío, tales como pavimentos reflectantes y evaporativos, así como los pavimentos hidrónicos que implican coleccionar la energía térmica del pavimento y darle un uso social, para minimizar el efecto nocivo del desarrollo de infraestructura en el medio ambiente y el ecosistema.

Por otra parte, se presentan algunas técnicas de autorreparación de los pavimentos para lograr aumentos en su vida útil.

Hoy en día, la investigación en el campo de los pavimentos busca minimizar el efecto nocivo del desarrollo de infraestructuras viales en el medio ambiente y ecosistemas. Dado que la mayoría de estas tecnologías emergentes se encuentran en una etapa de desarrollo, el curso actual servirá como base para futuros tratamientos en este campo.

3. OBJETIVOS

- Contribuir a la formación profesional del alumno de posgrado transfiriendo los conceptos y conocimientos básicos en el área de la tecnología de los pavimentos y la isla de calor urbano.
- Conciliar aspectos de la tecnología de pavimentos con aquellos del microclima urbano
- Comprender los fenómenos opto-térmicos involucrados en los procesos de conductividad térmica, inercia, reflectancia solar, albedo.
- Difundir aplicaciones tecnológicas actuales de los materiales en estudio.



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

4. CONTENIDOS MÍNIMOS

UNIDAD 1. Sustentabilidad - Economía Circular

Tema 1: El estado del planeta. Sustentabilidad global. Límites planetarios para la biodiversidad. Población mundial. Expectativa de vida. Metrópolis. Vías de comunicación y transporte. Isla de calor urbana Contaminación ambiental. Cambio climático. Pavimentos de uso en caminos. Sendas peatonales. Estacionamientos. Importancia del asfalto. Pavimentos asfálticos y pavimentos de hormigón. Captación de energía solar. Pavimentos permeables.

Tema 2: Materiales de pavimentos funcionales y ecológicos. Material de pavimento que reduce el ruido. Requisitos funcionales para reducir el ruido del pavimento. Pavimento asfáltico poroso y reductor de ruido. Materiales de pavimento que descomponen los gases de escape de vehículos. Demandas de descomposición de los gases de escape en la superficie del pavimento. Material del pavimento que descompone los gases de escape. Materiales para deshielo del pavimento. Material de deshielo del pavimento Materiales de pavimento de deshielo activo. Tendencias y desafíos futuros.

Tema 3: Modificación del asfalto por agregado de diferentes residuos. Uso de aceite de motor usado en materiales que contienen componentes asfálticos. Proceso de refinado del aceite de motor usado Propiedades del aceite de motor usado. Utilización de aceite de motor usado. Incorporación de aceite de motor usado a la mezcla asfáltica.

Antecedentes de residuos plásticos en el mundo Utilización de desechos plásticos en aglomerantes asfálticos, polietilenos postindustriales diferentes como reemplazo parcial del asfalto en pavimentos a base de asfalto. Ensayo de viscosidad rotacional de Brookfield. Determinación del comportamiento de la mezcla modificada Ensayo de recuperación de fluencia de estrés múltiple Ensayo de barrido de amplitud lineal Ensayo de barrido de frecuencia y barrido de amplitud, aglutinante virgen viscosidad rotacional Temperatura de falla, Ensayos de frecuencia y amplitud envejecimiento del aglutinante. Evaluación del ciclo de vida



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

de pavimentos asfálticos reciclados. Evaluación del ciclo de vida de pavimentos asfálticos reciclados. Métodos de evaluación del ciclo de vida Impactos ambientales del reciclaje del pavimento asfáltico en diferentes fases Fase de materia prima Fase de producción Fase de construcción Fase de uso Fase de fin de vida útil Tendencias y desafíos futuros.

UNIDAD 2. Pavimentos Fríos

Tema 4: El efecto isla de calor urbano y el balance energético urbano. Balance energético del volumen urbano Balance energético de la superficie del pavimento. Tecnologías para pavimentos fríos Pavimentos reflectantes Pavimentos verdes y pavimentos evaporativos. Pavimentos de alta inercia: materiales de cambio de fase. Pavimentos de alta conducción y captación de calor. Pavimentos fotovoltaicos, Pavimentos termoeléctricos Pavimentos con intercambiadores de calor. Diseños de pavimentos fríos combinados. Materiales de pavimento de baja absorción de calor. Requisitos funcionales para una baja absorción de calor por el pavimento. Pavimento asfáltico que retiene agua. Recubrimientos reflectantes para pavimentos de alto albedo y pavimentos retentivos de agua Método de evaluación del desempeño del recubrimiento Propiedades ópticas Propiedades ópticas de pigmentos en polvo. Propiedades ópticas de los recubrimientos Propiedades de temperatura de los recubrimientos propuestos, Correlación entre las propiedades ópticas y de temperatura de los recubrimientos reflectantes tendencias futuras.

Tema 5: Pavimentos de alto albedo. Recubrimientos reflectantes. Introducción. Método de evaluación del desempeño del recubrimiento Propiedades ópticas Propiedades ópticas de los polvos de pigmentos Propiedades ópticas de los recubrimientos. La temperatura de los recubrimientos propuestos. Correlación entre las propiedades ópticas y de temperatura de los recubrimientos reflectantes. Tendencias Futuras.

Tema 6: Envejecimiento de los recubrimientos fríos. Influencia del envejecimiento en el rendimiento de los recubrimientos fríos Investigación del envejecimiento y la erosión de los



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

revestimientos fríos Parámetros que contribuyen al envejecimiento de los revestimientos fríos y enfoques de evaluación Métodos para la restauración del albedo Revestimientos fríos envejecidos y su efecto sobre el microclima urbano Revestimientos fríos envejecidos y su efecto sobre el rendimiento energético de los edificios Perspectivas futuras.

UNIDAD 3. Materiales de pavimento para captación de energía solar

Tema 6: Pavimentos asfálticos hidrónicos PAH. Características del proceso de transferencia de calor para el sistema PAH. Modelado térmico. Modelado para derretimiento de nieve. Características termofísicas de los materiales. Evaluación de rendimiento del sistema Consideraciones económicas.

Tema 7: Tecnologías termoeléctricas para coleccionar energía del pavimento. Principio de la tecnología termoeléctrica del pavimento. Características de temperatura del pavimento Temperatura del pavimento y del aire ambiente Temperatura del pavimento y subrasante Diseño del sistema generador termoeléctrico del pavimento de la carretera Sistema termoeléctrico pavimento-ambiente. Sistema termoeléctrico pavimento-subrasante Diseño del generador termoeléctrico Producción de energía y factores que influyen Salida de energía Prueba interior Prueba exterior. Factores que influyen: externo, ambiente, carga de tráfico, efecto de escala. Generador termoeléctrico Efecto del sistema termoeléctrico sobre la temperatura del pavimento.

Tema 8: Captación de energía piezoeléctrica del pavimento. Materiales piezoeléctricos y principio de recolección de energía. Dos formas de recolectar energía con material piezoeléctrico. Diseños y tipos de transductores piezoeléctricos. Transductor de viga en voladizo Transductor en forma de disco/varilla. Transductor de platillo y puente Compuesto PZT Colocación del transductor piezoeléctrico en el pavimento Estudios previos de recolección de energía piezoeléctrica en pavimento Estudios teóricos Estudios de laboratorio y de campo Uso y almacenamiento de energía recolectada Desafíos de la recolección de energía piezoeléctrica



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

en pavimento.

Tema 9: Tecnología de transferencia de energía inductiva para la electrificación del transporte por carretera. Transferencia de energía inductiva Tecnología IPT para la carga en carretera Desafíos infraestructurales para el sistema-e-Road. Carga mecánica en una muestra estructural de e-Road a pequeña escala. Modelado de elementos finitos de las respuestas estructurales de e-Road Estrés y respuestas de tensión en un e-Road y en diferentes condiciones de tráfico. Influencia de la unión interfacial en el rendimiento estructural de e-Road. Optimización estructural mediante diseño geométrico Influencia dieléctrica del material de la carretera en el sistema e-Road Evaluación de sostenibilidad del sistema e-Road.

UNIDAD 4. Propiedad de autorreparación en carretera del aglomerante asfáltico y mezclas asfálticas

Tema 10: Microcápsulas de urea-formaldehído. Microcápsulas de urea-formaldehído Preparación de microcápsulas y su caracterización Morfología distribución de tamaño Estructura química Estabilidad térmica Resistencia mecánica. Tasa de supervivencia de la cápsula Comportamiento de fluidez del material del núcleo. Propiedad de autorreparación del aglutinante asfáltico que contiene microcápsulas. Ductilidad de autorreparación. Resultados de pruebas reológicas de corte dinámico de autorreparación. Propiedad de consistencia, durabilidad, alta estabilidad de temperatura, resistencia a grietas a baja temperatura. Propiedad de autocuración de la mezcla asfáltica que contiene microcápsulas. Prolongación de la vida a la fatiga. Recuperación de rigidez. Observación de grietas Rendimiento mecánico y del pavimento de la mezcla asfáltica que contiene microcápsulas. Resistencia a la tracción indirecta. Módulo de rigidez a la tracción indirecta. Rendimiento antifatiga Estabilidad a altas temperaturas Resistencia al agrietamiento a baja temperatura. Estabilidad en agua. Tendencias futuras.

Tema 11: Micro vesículas biomiméticas autorreparantes. Rejuvenecedores oleosos con micro vesículas biomiméticas autorreparantes para prolongar la vida útil del asfalto.



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

Introducción de la autocuración microvascular biomimética. Preparación de fibras huecas como micro vesículas autocurativas mediante una tecnología de hilado en un solo paso. Métodos de caracterización de fibras huecas. Microestructura de las fibras huecas. Resistencia a la tracción de las fibras. Estabilidad térmica de las fibras. Ángulo de contacto de las fibras. Comportamientos de penetración del rejuvenecedor. Comportamiento de difusión del rejuvenecedor en betún. Estado de las fibras huecas en el betún. Distribución e integralidad de las fibras huecas en el betún. Estabilidad térmica de fibras huecas en betún. Comportamientos de rotura y liberación de fibras huecas en betún. Comportamientos de penetración y difusión del rejuvenecedor. Capacidad de autocuración del betún usando fibras huecas. Método de evaluación de la eficiencia de autocuración vascular. Autorreparación. Capacidad de curación influenciada por el contenido de fibra. Eficiencia de autorreparación influenciada por la orientación de la fibra. Eficiencia de autorreparación influenciada por la temperatura y el tiempo.

5. DURACIÓN

El curso tendrá una duración de CUARENTA (40) horas.

6. METODOLOGÍA

Se desarrollarán clases teóricas utilizando medios audiovisuales y/o pizarrón, con entrega a los alumnos de material digital. El cuerpo docente presentará y analizará los contenidos desde un enfoque teórico teniendo en cuenta el marco conceptual y la situación normativa internacional. La resolución de problemas se llevará a cabo en forma individual y/o grupal con la presentación inicial del caso por parte del cuerpo docente. Las tareas de laboratorio involucrarán la utilización de normas técnicas y de conocimientos teóricos adquiridos previamente, así como el empleo de equipamiento adecuado en los casos en los que sea necesario.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

7. EVALUACIÓN Y APROBACIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además de la asistencia, la ejecución de los problemas y resolución de casos que en forma individual o grupal se lleven a cabo. Asimismo, se realizará un examen integrador de los contenidos del curso mediante una evaluación oral.



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

ORDENANZA N° 2011

ANEXO II

CURSO DE POSGRADO

**“NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PAVIMENTOS FUNCIONALES Y ECO-AMIGABLES. UN
ANÁLISIS INTEGRAL PARA LAS CIUDADES SOSTENIBLES”**

DOCTORADO EN INGENIERÍA, MENCIÓN MATERIALES

FACULTAD REGIONAL LA PLATA

Cuerpo Docente

- Dra. Ana María CASTRO LUNA BERENGUER (DNI 5.643.838)
- Dr. Gerardo BOTASSO (DNI 18.053.603)
