

<b>Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo</b>			
<b>P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>			
<b>Asignatura:</b>	<b>FERROCARRILES</b>		
<b>Profesor Titular:</b>	<b>Esp. Ing. HÉCTOR L. CAMEO</b>		
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Civil -</b>		
<b>Año: 2023</b>	<b>Semestre: 9</b>	<b>Horas Semestre: 75</b>	<b>Horas Semana: 5</b>

### **OBJETIVOS**

Capacitar al futuro profesional en los tópicos de la técnica ferroviaria que con mayor frecuencia deba resolver en su condición de Ingeniero Civil. En tal sentido, a los capítulos relacionados con el diseño y dimensionamiento geométrico-estructural de la vía, de su exclusiva incumbencia, se agregaron otros en relación con la explotación técnico-económica que permiten vincularlos con temas de obras e instalaciones fijas, cuya construcción, mantenimiento y explotación lo requerirán con eficiencia.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA CADA UNIDAD TEMÁTICA**

- Identificar y comprender las Normas Técnicas Ferroviarias, utilizadas en la Argentina versus las aplicadas en otros países. Se busca desarrollar capacidades intelectuales y prácticas.
- Conceptualizar las medidas según las trochas, los gálibos, la geometría, los errores permitidos, y en función de la energía utilizada, saber que es factible la enrielladura para transmitir la energía no solo de la Maquina Tractora, sino también la señalización utilizada.
- Participar de las clases presenciales, recordando, comentando y concatenando los conceptos que sirven de base para el desarrollo de cada tema.
- Reconocer cómo funciona el sistema ferroviario, constituido por cuatro pilares: VÍA, MATERIAL REMOLCADO Y TRACTIVO, COMUNICACIÓN y LA ENERGIA. Si fuera en base a electricidad, tener presente el lugar que tendrá el hilo de contacto y el pantógrafo, y si fuera por un tercer riel, se dejará el lugar en el gálibo según trocha, que las Normas Técnicas, es muy importante conocerlas, para aplicar en Obras Nuevas y en Obras de Mantenimiento.  
Capacitarse en cómo utilizar e Introducirse en la filosofía BIM para el desarrollo de grandes proyectos. Establecer diferencias con formas tradicionales de trabajo y la aplicación en tareas ferroviarias. De este modo, alcanzarán los estándares exigidos por la ADIF<sub>SE</sub>, en las obras ferroviarias
- Asimilar el concepto que el dimensionamiento adecuado en las obras, es fundamental en los gálibos, en Obras de Vía, en la geometría del MR y MT.
- Atesorar el concepto de que el señalamiento y el respeto al mismo, es parámetro de la seguridad preventiva, se mide, en unidades de vida, y ahorra costos materiales.

## RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Expresarse con un vocabulario técnico específico, con precisión adecuada y basado en justificaciones teóricas.
- Redactar informes técnicos básicos, con lenguaje claro y preciso para poder comunicarse con efectividad.

## CONTENIDOS PROGRAMA año 2023

### UNIDAD 1: COMPONENTES BASICOS DE UN SISTEMA FERROVIARIO:

#### 1.A. Componentes básicos de un sistema ferroviario:

La Geometría de la vía. Consideraciones de la orografía del terreno. Calidad de circulación.

Vía: trazado y estructura. Planialtimetría. Trocha o ancho de vía. Capacidad portante. La plataforma. Obras de arte. SUPERESTRUCTURA: elementos componentes.

#### 1.B. Enrielladura: riel, balasto y durmientes:

Identificación de los condicionantes fundamentales de un sistema ferroviario.

Evaluación de contacto rueda-riel. **El balasto**: función, características, tipos y ensayos N.T.V.O FA 7040. **El riel**: función. Características. Tipos. Los órganos de fijación y anclaje. Riel Largo Soldado - Norma técnica (N.T.V.O. N°9) -soldadura de rieles. **Durmientes**: Tipos, generalidades – N.T.V.O.

#### 1.C. Cálculo de vía:

Comportamiento mecánico de una vía férrea ante acciones exteriores de un vehículo. Dimensionamiento de cada uno de los elementos, de la estructura e infraestructura que la componen.

Esfuerzos verticales, Transversales y longitudinales. Variación de temperatura. Verificación de vía: Conceptos generales, teorías clásicas, verificación de vía según Boletín V.O. 1-99 C.N.R.T. (método Aprobado por ADIF<sub>SE</sub>).

#### 1.D Conservación de la vía:

La determinación del margen de seguridad aceptable. Solución de compromiso entre seguridad y economía. Conservación de la vía desde el punto de vista de la seguridad (intervenciones preventivas y no curativas). Procedimiento de conservación Metódica. Métodos, herramientas (conservación manual, con mecanizada liviana, y con mecanizada pesada). NTVO N° 5- ORGANIZACIÓN DE LA CONSERVACION DE LAS VIAS. NTVO N.º 2.- NTVO N.º 4.- NTVO N.º 7- NTVO N.º 9-NTVO N.º 13-I GVO (V) 001-Normas ISO 9000-. Responsabilidad ética para el mantenimiento de vía y de los vehículos que circulan por ella.

#### 1.E Construcción de una vía:

Equipo mecanizado, pesado - Tren de trabajo. Métodos de construcción de una vía (en recta, en curva, en un subterráneo, en un puente, NORMAS TECNICAS PARA CONSTRUCCION Y RENOVACION DE VIAS Y RENOVACION DE VIAS RESOLUCION D. N° 887/66 MODIFICADA DE ACUERDO A G. RESOLUCION D. N° 887/66 MODIFICADA DE ACUERDO A G.V.O.V. 5434 del 24/8 y 5434 del 24/8 y 5/11/81

## **UNIDAD 2: LA VÍA EN CURVA**

### **2.A. La vía en curva:**

La configuración del trazado de una línea ferroviaria: alineaciones en planta y alzada.

CURVAS HORIZONTALES: circulares y de transición. Función. Cálculo. Relevamiento y replanteo.

N.T.V.O. - Radios mínimos.

CURVAS VERTICALES: replanteo y relevamiento. N.T.V.O N°3.

ENLACES: altimétricos y planimétricos. Función y Cálculo

EL PERALTE: función. Cálculo, peralte práctico, limitación, aceleración transversal soportada por el viajero, velocidad máxima en función del peralte, curvas de transición, tipos, longitud de la curva de transición– Entrevista

## **UNIDAD 3: APARATOS DE CAMBIO DE VÍAS:**

### **3.A Cambios y cruzamientos:**

Función. Características. Tipos. Cálculo. Especificaciones. NTVO. Conservación. HACES DE VÍA:

Función. Características. Tipos. Cálculo. VÍAS E INSTALACIONES ESPECIALES.

ANTEPROYECTO DE VÍAS.

## **UNIDAD 4. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA EN CIVIL 3D:**

Introducción a la filosofía BIM (Building Information Modeling) para el desarrollo de grandes proyectos, diferencias con formas tradicionales de trabajo y la aplicación en proyectos ferroviarios.

- Configuración inicial y Diseño de superficie: Entorno de trabajo, Importación de puntos, Creación de Superficie
- Diseño Geométrico de Vía: Creación de Alineamiento, Perfil, Ensamblajes, Corredor y Secciones transversales.
- Sistema de Drenaje: Creación de red de tubería, cámaras de inspección, definición de alineamiento y perfil de la red.
- Proyecto de una vía.

La filosofía BIM nos permite ser capaz de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo.

## **UNIDAD 5: MECÁNICA DE LA TRACCIÓN**

### **Resistencia a la tracción y tracción por adherencia:**

Resistencia en recta y horizontal. En curva.

En rampa de inercia. COEFICIENTE DE ADHERENCIA. Tracción por adherencia. Ecuaciones generales. Análisis gráficos.

Rampas máximas. Resistencias pasivas. Rampa Límite. Rampa determinante. Rampa de inercia.

Aceleración mínima en función de la adherencia. cálculo de la longitud virtual

## **UNIDAD 6: ESTUDIO DE LA MARCHA DEL TREN**

### **6.A Estudio de la marcha del tren:**

Periodos. Estudio analítico y gráficos. Fuerza de resistencia al movimiento. Resistencia en recta y horizontal. Resistencia al tren completo. Resistencias debidas a las curvas. Resistencias debidas a las rampas. Resistencia de Inercia. Resistencia por iluminación y aire acondicionado. Tracción a adherencia natural. Locomoción a adherencia natural. Coeficiente de adherencia. Mecánica del movimiento del tren. Períodos fundamentales del movimiento. Período de régimen. Tiempo perdido ganado en un cambio de pendiente. Período de detención. Frenos de vehículos ferroviarios. Fuerza de frenado con zapata. Frenos de disco (en Tranvías), coeficiente de rozamiento. Análisis del movimiento del tren. Magnitudes mecánicas. Aceleración. Velocidad. Longitud. Potencia. Energía. Tiempo. Diagramas de trenes generales: urbanos y subterráneos.

## **UNIDAD 7: MATERIAL RODANTE - INSTALACIONES FIJAS:**

### **7.A Material rodante:**

Material Rodante: tractivo y remolcado. Distintos tipos de locomotoras: diésel eléctrica y eléctrica. Loco tractor. Coches de pasajeros y vagones de carga. Coches motores para pasajeros. Coches eléctricos para trenes suburbanos, metros, Tranvías. Distintas formaciones de trenes eléctricos.

### **7.B Instalaciones fijas:**

Instalaciones, cambios y desvíos. Aparatos de Vía. Enlace doble, cambio tijera (ingles)- *Lay Out* de estaciones de pasajeros y de carga, playas de clasificación y formación de trenes. Ejemplos de Operación. Instalaciones de apoyo a la operación. Trenes de alta velocidad vs. con trenes convencionales, límite por propagación de ondas, circulación en curva horizontal y vertical- Aerodinámica – Pantógrafo – Frenado - Adherencia - Generalidades.

## **UNIDAD 8: EXPLOTACIÓN TÉCNICA:**

Características del Transporte Ferroviario. Fortalezas vs Debilidades. Unidades de tráfico. Componentes básicos de un Sistema ferroviario. Estaciones. Seguridad Ferroviaria. Sistema Operativo. Variantes Actuales de Empresas Ferroviarias. Modelo de explotación. Fases de la explotación. Etapas de la planificación. Ciclo de rotación de unidades de M. Rodante.

## **UNIDAD 9: SEÑALAMIENTO Y CONTROL**

### **9.A Señalamiento:**

Distintos tipos de señales. Mecánicas – Automáticas. Funcionamiento de señales y aparatos de seguridad. - Teoría de los enclavamientos. -Cuadros de enclavamientos. - Circuito eléctrico de vía: señalamiento automático. Control de Tráfico Centralizado- **P.C.C.**

## **UNIDAD 10: TRAZADO FERROVIARIO:**

### **10.A Conceptos sobre trazado ferroviario:**

Comparación de uso - Comparación de trazados. Criterio de la Longitud Virtual, para la comparación de trazados. La longitud real de un trazado es el desarrollo efectivo del eje de la vía.

Homogeneidad del perfil de velocidades. Trazado de línea en las zonas de parada y de estacionamiento.

TIPOS DE TRÁFICOS: de cercanías – regional – de mercancías- de lejanías

### ***METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA***

La metodología de enseñanza considera la realización de clases expositivas aplicando conceptos teóricos y prácticos. En todos los casos se enfatiza sobre la normativa aplicable a cada caso como así también aspectos éticos y de seguridad en la profesión.

Se efectúa el desarrollo de ejercicios prácticos con el objetivo de afianzar los conocimientos e implementación de casos de estudio.

Lo anterior se complementa con el uso de la plataforma virtual para disposición de contenidos de base y material complementario como lecturas, tareas, aplicaciones, casos y ejemplos. También se utilizará dicha plataforma una comunicación continua con los estudiantes, donde puedan hacer entrega de sus trabajos, participación de foros de debate y consultas.

### ***EVALUACIONES Y CONDICIÓN DE APROBACIÓN***

Para Obtener la regularidad, el alumno deberá encuadrarse conforme a la Ord. 02/2021 del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, tener un **presentismo** del **75 %** a clases teóricas y prácticas. Asimismo, debe haber presentado y aprobado en tiempo y forma los trabajos prácticos dados.

Para obtener la promoción de la materia, el alumno debe tener la condición de regular conforme lo ya citado, haber evaluado y aprobado por escrito **dos (2) parciales** con un valor igual o superior a **siete (7)** cada uno, resultando la nota final un promedio entre ambas y de acuerdo a lo establecido en el Art. 4<sup>a</sup> de la Ordenanza 108 del Consejo Superior de la UNCUIYO. Si algún parcial no resultare aprobado con la nota necesaria y suficiente, tendrá una oportunidad de recuperación por cada evaluación parcial debiendo alcanzar el porcentaje mínimo de conocimientos antes citado.

De resultar satisfactoria la evaluación conforme a las pautas establecidas, esa nota será la válida. Si en la segunda oportunidad, en cualquiera de los dos parciales, alcanzando en cada instancia una evaluación de siete (7) o más, de cuyo promedio resultará la nota final.

El alumno que no alcanza los objetivos, continúa el cursado con presentación y aprobación de prácticos, con lo que logrará la regularidad, para poder luego inscribirse en una mesa del calendario académico y evaluar en forma oral ante un tribunal examinador.

Actividad	Carga horaria por semestre
Teoría y Resolución de Ejercicios Simples	40
Formación Práctica	
Formación Experimental – Laboratorio	5
Formación Experimental - Trabajo de Campo	10
Resolución de Problemas de Ingeniería	10
Proyecto y diseño	10
<b>Total</b>	<b>75</b>

MAPA DE PRÁCTICOS	
1	La vía y sus partes
2	Curvas de Transición y Enlace alimétricos
3	Peralte
4	Introducción a la filosofía BIM (Building Information Modeling) para el desarrollo de grandes proyectos, diferencias con formas tradicionales de trabajo y la aplicación en trabajos ferroviarios. Módulo 1: descripción de entorno de trabajo y manejo de puntos (clase presencial) Módulo 2: creación de alineamiento MP4 Módulo 3: Creación de altimetría (Perfil)MP4 Módulo 4: Creación de modelo 3D (corredor) MP4 Módulo 5: Creación de secciones transversales MP4
5	Cruces y ADV (Cambios de Vía)
6	Rectificación de curvas
7	Resistencia a la tracción
8	Tracción por adherencia
9	Frenado
10	Verificación de la vía
11	Cálculo del Horario de trenes

### ***Bibliografía básica***

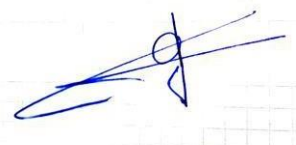
Autor(es)	Título	Editorial	Año de edición	Ejemplares disponibles
TRATADO DE FERROCARRILES I	Fernando O. Rives, Andrés López Pita; Manuel J. Megia Puente	RUEDA	1980	4
TRATADO DE FERROCARRILES II	Fernando O. Rives, Andrés López Pita; Manuel J. Megia Puente	RUEDA	1980	3

TRATADO DE EXPLOTACION DE FERROCARRILES 1- Planificación	Fernando O. Rives, Andrés López Pita; Manuel J. Megia Puente	RUEDA	1985	1
Esp. Ing. Hector L. Cameo	Ferrocarriles 1, estudio técnico para habilitar el tramo Tamarindos – Lujan	Facultad de Ingeniería	Año 1998	1
Esp. Ing. Hector L. Cameo	Ferrocarriles 2 (soporte magnético)	Facultad de Ingeniería	2004	1
Esp. Ing. Hector L. Cameo	Ferrocarriles 3 (soporte magnético)	Facultad de Ingeniería	2005	1
Ing. Marino Méndez Díaz	Durmientes de Hormigón Prees forzado	Facultad de Ingeniería	2005	1
Esp. Ing. Hector L. Cameo	Construcción y mantenimiento mecanizado de vía	Facultad de Ingeniería	Año 1998	1
MECANICA DE LA TRACCION	Ing. L. Hasperve	U.B.A.	1950	5

**EVALUACIONES (S/ Ord. 108-10\_CS)**

**PROGRAMA DE EXAMEN**

Bolilla 1	Temas: 1-2- 4 -7	Bolilla 5	Temas: 2 - 3 - 5 - 8
Bolilla 2	Temas: 2 - 5- 8- 10	Bolilla 6	Temas: 2 - 4 - 6 - 9
Bolilla 3	Temas: 1 - 3 - 6 - 9	Bolilla 7	Temas: 2 - 5 - 7 - 10
Bolilla 4	Temas: 2 - 4 - 7 - 10	Bolilla 8	Temas: 2 - 3 - 6 - 8
		Bolilla 9	Temas: 1 - 2 - 9 - 7



Esp. Ing. **HECTOR L. CAMEO**