

## **Resolución Decanato FCEyN N° 98 / 2025**

Santa Rosa, 11/03/2025

### **VISTO:**

El Expediente N° 071/2025, iniciado por Secretaría Académica, Programas actualizados Dpto. de Recursos Naturales - año 2025, y

### **CONSIDERANDO:**

Que la docente Mg. Maite BETELU, a cargo de la asignatura "Sensores Remotos", que se dicta para la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente (Plan 2015), eleva programa de la citada asignatura para su aprobación a partir del ciclo lectivo 2025 en adelante.

Que el mismo cuenta con el aval del docente Dr. Jaime BERNARDOS y de la Mesa de Carrera de la Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Que la Decana, en uso de las atribuciones conferidas mediante Resolución N° 554/2024 del Consejo Directivo, ordena la confección del Acto Resolutivo correspondiente

### **POR ELLO:**

### **LA DECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1º:** Aprobar el Programa de la asignatura "Sensores Remotos" correspondiente a la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente (Plan 2015), a partir del ciclo lectivo 2025, que como Anexos I, II, III, IV, V, VI y VII forma parte de la presente Resolución.

**ARTÍCULO 2º:** Regístrese, comuníquese. Pase a conocimiento de Consejo Directivo, Secretaría Académica, Departamento de Asuntos Estudiantiles, Departamento de Recursos Naturales, de la docente Mg. Maite BETELU y del CENUP. Cumplido, archívese.

Maite BETELU -Secretaría Académica- FCEyN -UNLPam

Nora Claudia FERREYRA -Decana – FCEyN- UNLPam

## ANEXO I

**DEPARTAMENTO DE:** RECURSOS NATURALES

**ASIGNATURA:** SENSORES REMOTOS

**CARRERA - PLAN/ES:** INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE  
(PLAN 2015)

**CURSO:** Tercero

**RÉGIMEN:** Cuatrimestral - 1º Cuatrimestre

**CARGA HORARIA SEMANAL:** 8 hs

- Teóricos: 4 hs
- Prácticos: 4 hs

**CARGA HORARIA TOTAL:** 128 hs

**CICLO LECTIVO:** 2025 y en adelante

### **EQUIPO DOCENTE DE LA CÁTEDRA:**

BETELU, Maite- Profesora Adjunta, regular, dedicación simple.

POMBO, Daila Graciana -Jefa de Trabajos Prácticos, regular, dedicación simple.

MARTÍNEZ UNCAL, María Celeste- Ayudante de 1º, regular, dedicación simple.

### **FUNDAMENTACIÓN:**

La incorporación de técnicas y herramientas de teledetección, sistemas de información geográfica y sistemas de posicionamiento global, se han vuelto indispensables para desarrollar tareas de inventario y evaluación de los recursos naturales.

A partir de los años 50 estas técnicas han evolucionado a través de diferentes métodos de relevamiento remoto, que en muchos casos se realiza en forma sistemática, convirtiéndose en valiosas fuentes de datos en series históricas y/o actuales

El avance tecnológico ha permitido que la variedad y disponibilidad de datos sea cada día más variada, amplia y accesible, por esta razón, se hace indispensable que los y las estudiantes se familiaricen con las diferentes opciones disponibles en la actualidad, que sean capaces de analizar en forma crítica cuáles son óptimas de acuerdo a los objetivos planteados en tareas de investigación o en otras actividades profesionales y que desarrollen la capacidad de adaptarse a las tecnologías futuras.

La asignatura se dicta durante el primer cuatrimestre del tercer año de la carrera, cuando los y las estudiantes ya han cursado asignaturas que permiten contar con una base teórica y práctica sobre los recursos naturales, aportando herramientas tanto para la sistematización, análisis, consulta y representación espacial, como para derivar información a partir del análisis espacial de diferentes variables. Al mismo tiempo, el entrenamiento en el uso de estas fuentes de datos y su procesamiento, puede ser un valioso aporte durante la cursada de asignaturas en años superiores o en sus proyectos de tesis.

### **OBJETIVOS Y/O ALCANCES DE LA ASIGNATURA:**

El programa analítico cubre los contenidos mínimos para esta asignatura, con el fin de conseguir que el estudiantado perciba la evolución dinámica de esta disciplina, tanto en los temas que atañen a la teledetección como así también a los productos que a partir de ella pueden obtenerse, comprender de acuerdo a las características de cada sistema, sus alcances y conveniencias para ser aplicadas en distintas temáticas de estudio.

Con esto se intenta que las y los estudiantes, al finalizar la cursada, adquieran habilidades relacionadas con:

1. Elegir el producto más conveniente frente a un problema específico.
2. Interpretar visualmente fotografías aéreas e imágenes de satélite.
3. Aplicar técnicas de procesamiento digital a fotografías aéreas e imágenes satelitales, aplicadas a la observación de la tierra y los recursos naturales.
4. Extraer información cuantitativa y cualitativa de los productos digitales obtenidos.
5. Generar cartografía a diferentes escalas y en diferentes sistemas de coordenadas/proyecciones.
6. Utilizar los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), generando e integrando información de diferentes orígenes.

## **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

Durante las clases teóricas el/la docente a cargo podrá optar por utilizar videos o animaciones como disparadores con el objeto de incorporar definiciones y/o conceptos en forma colaborativa o realizar presentaciones con el fin de exponer el tema. Estas presentaciones poseerán no sólo el contenido teórico apropiado sino también numerosos ejemplos aplicados al estudio y/o evaluación de los recursos naturales y la bibliografía específica de referencia.

Las actividades prácticas consistirán en actividades de gabinete y aulas virtuales autogestionadas en las que los y las estudiantes aprenderán a:

- a) seleccionar y obtener la imagen acorde al objetivo y escala del trabajo solicitado.
- b) incorporar la información de diferentes fuentes y formatos en un sistema de información geográfica.
- c) interpretar visualmente imágenes de satélite, ubicando además geográficamente el área y determinando la escala de trabajo.
- d) procesar digitalmente imágenes de satélite y modelos digitales de elevación o terreno, tablas y/o bases de datos y archivos vectoriales con el fin de visualizar, representar en forma eficiente y consultar información espacial y no espacial en forma interactiva.
- e) derivar información en formato digital a partir de datos espaciales y no espaciales de diferentes orígenes.
- f) realizar un trabajo de campo y representar la información espacial en forma de mapas temáticos y un informe con el fin de describir los resultados del mismo.

## ANEXO II

**ASIGNATURA:** SENSORES REMOTOS

**CICLO LECTIVO:** 2025 y en adelante

### PROGRAMA ANALITICO

**Tema 1** - Percepción Remota o Teledetección. Definición. Principios básicos de los sensores remotos. Aplicaciones, ventajas y limitaciones. Sensores remotos y plataformas. Definición. Reseña histórica y antecedentes de los sensores remotos.

**Tema 2** - Sistemas de coordenadas y de referencia. Definición y componentes. Registración, georreferenciación, reproyección. Cartografía. Los sistemas de posicionamiento global: Principios del funcionamiento del sistema. Precisión y exactitud. Equipos. Su uso en el estudio de los recursos naturales

**Tema 3** - Sistemas de Información Geográfica (SIG): componentes, bases de datos, estructuras y modelos, entrada y verificación de datos. Funciones. Infraestructura de Datos Espaciales. Metadatos. Los portales de acceso a información espacial. Aplicaciones de SIG en el estudio de usos y conservación de los Recursos Naturales: cambios de uso del suelo, ordenamiento territorial, estudios de impacto ambiental, definición de áreas óptimas y otras. Cartografía temática.

**Tema 4** - Espectro electromagnético: regiones del espectro. Propiedades y limitaciones. Concepto de cuerpo negro. Interacción de la energía electromagnética con la atmósfera. Ventanas atmosféricas. Interacción de la energía electromagnética con los elementos de la superficie terrestre. Firmas espectrales: vegetación, suelos, agua.

**Tema 5** - Sensores Remotos: Clasificaciones de acuerdo a: fuente emisora de energía, ubicación espacial de la fuente emisora y receptora e información registrada. Cámaras Aéreas: Cámaras analógicas y digitales. Barredores aerotransportados e imágenes hiperespectrales. Fotografías e imágenes provenientes de VANTs y su procesamiento.

**Tema 6** – Fotografías aéreas. Deformaciones. Escala y resolución. Color.

**Tema 7** - Imágenes satelitales: definición. Resolución: Concepto. Resolución espacial, espectral, radiométrica y temporal. Composición de imágenes. Composición color de imágenes. Aplicación de imágenes satelitales en estudios multitemporales de los recursos naturales.

**Tema 8** - Interpretación visual. Criterios de interpretación. Criterio espectral: tono o color. Criterios espaciales simples: forma, tamaño, textura. Criterios espaciales complejos: sombra, patrón, asociación. Criterio temporal: fenología o condiciones estacionales. Aplicaciones: Análisis de cobertura vegetal y cambios de uso del suelo. Determinación de red y/o patrones de drenaje. Identificación de áreas cultivadas y forestales. Identificación de áreas urbanas. Reconocimiento de diferentes patrones de uso del suelo.

**Tema 9** - Interpretación digital de imágenes satelitales. Realces. Filtros: tipos y funciones. Correcciones radiométricas. Cálculo de índices. Índices aplicados a vegetación, humedad del suelo, contenido de clorofila, etc. Clasificación de la imagen: concepto y métodos de clasificación. Transformaciones. Obtención de mapas temáticos y máscaras.

**Tema 10** - Misiones satelitales. Características y aplicaciones de las series Landsat, Sentinel, Spot, GeoEye, QuickBird, Ikonos, etc. Características y aplicaciones de las series NOAA, GOES y MODIS. Productos disponibles de acceso libre. Selección de la imagen según la escala y tipo de estudio.

**Tema 11**- Proyectos satelitales en Latinoamérica. La Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y los satélites argentinos. Satélites del Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE): la serie CBERS y sus características. Proyectos en desarrollo.

**Tema 12** - Sensores activos. Sensores activos de microondas: RADAR. El radar como sensor remoto. Efectos de la atmosfera, características del sistema. Tipos: radar de visión lateral (SLAR) y de apertura sintética (SAR). Usos y aplicaciones para datos de intensidad y fase. Interferometría y modelos digitales de elevación. Sensores activos laser (LIDAR). Principios de funcionamiento. El procesamiento de nubes de puntos y sus aplicaciones en evaluación de los recursos naturales e infraestructura.

**Tema13**- Modelos digitales de elevación (MDE). Definición, características y obtención. Procesamiento de los modelos digitales de terreno: red de drenaje, divisoria de cuencas, mapas de aspecto, pendientes y gradientes, análisis de rugosidad. Visualización 3D.

**Tema 14**.- Procesamiento en línea y visores de imágenes satelitales. Nuevas metodologías de procesamiento: aprendizaje automático, inteligencia artificial, fusión de datos. Procesamiento en la nube: Google Earth Engine (GEE), Copernicus Browser, Metric Eeflux, Giovanni, Land Viewer, Landsat Explorer, otros. Visores de imágenes satelitales en línea: EO Browser, World View, Landsat Look, otros. Mapeo colaborativo: GoogleEarth (web), Felt y otros.

### ANEXO III

**ASIGNATURA:** SENSORES REMOTOS

**CICLO LECTIVO:** 2025 y en adelante

#### BIBLIOGRAFÍA

- **BAXENDALE, C.** -1998- *Sistemas ambientales complejos, herramientas de análisis espacial.* 1º edición-EUDEBA- Bs As.
- **BOSQUE SENDRA, J.**- 1997- *Sistemas de Información Geográfica.* Rialp. Madrid 451 p.
- **BREWER, C.** - 2005- *Designing better maps: a guide for GIS users.* 1Ed. Redlands, California. ESRI Press
- **BUZAI, G.; BAXENDALE, C.**-2006- *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica- Temáticas de Base Raster (Tomo I).* 1ª edición- Lugar Editorial- Bs As.
- **BUZAI, G.; BAXENDALE, C.**-2006- *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica- Temáticas de Base Vectorial (Tomo II).* 1ª edición- Lugar Editorial- Bs As.
- **COMAS, D. y RUIZ, E.** -1963- *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica.* Ed. Ariel Geografía- Barcelona
- **CHUVIECO SALINERO, E.**- 2008- *Teledetección Ambiental.* Ariel Ciencia- Barcelona
- **FAO, SENASA, INTA** -2005- *Aplicación de SIG en epidemiología de fiebre aftosa en la Argentina.* Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile. 1º ed.
- **FELICÍSIMO, A.** - 1994- *Modelos Digitales del Terreno- Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales.* Recurso electrónico: <https://www6.uniovi.es/usr/feli/pdf/libromdt.pdf>
- **MOLDES TEO, J.**-1995- *Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica.* Ed. RA-MA. Madrid.
- **MONTOYA, A.**- 1986- *Relaciones de la radiación electromagnética con algunos cuerpos naturales.* Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF)- Bogotá.
- **NAVONE, S.** (coordinadora) -2003 - *Sensores remotos aplicados al estudio de los Recursos Naturales.* 1º ed.; Ed. Facultad de Agronomía – Universidad nacional de Buenos Aires.
- **OLAYA, V.** – 2014- *Sistemas de Información Geográfica-* Libro libre compartido en: <https://volaya.github.io/libro-sig/index.html>
- **PINILLA, C.**- 1995- *Elementos de Teledetección.* Editorial Rama-Madrid, España.
- **POMBO, D.; MARTÍNEZ UNCAL, M.; DILLON, B.** (comp.) -2016-*Geotecnologías aplicadas al análisis de la complejidad territorial de la provincia de La Pampa.* Serie de Libros académicos de Interés Regional. EdUNLPam- Santa Rosa

- **RAED, M.**- 1983- *La Medición del Color*. Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) Buenos Aires.
- **RIVAS, R.; GRISOTTO, A; SACIDO M.** (Editores)- 2007- *Teledetección: hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional*. 12º Congreso de la Asociación Española de Teledetección- Editorial Martin – Mar del Plata
- **RIVAS, R.; GRISOTTO, A.; SACIDO M.**- 2007- CD-ROM. *Teledetección* (recurso electrónico)
- **SANTOS PRECIADO, J.**- 2004- *Sistemas de información geográfica*. 1º Ed.; 3º reimpr. Madrid. UNED.
- **SANTOS PRECIADO, J.** - 2002 -*Introducción al análisis medioambiental de un territorio*. Madrid- UNED.
- **SIEGAL, B.; GILLESPIE A.**- 1980- *Remote Sensing in Geology*. Ed. John Wile and sons. New York.
- **TOMLINSON, R.**- 2007- *Pensando en el SIG*. ESRI Press.
- **ZEILER, M.**- 2004- *Designing Geodatabases. Case Studies in GIS data modeling*. ESRI Press.

## ANEXO IV

**ASIGNATURA:** SENSORES REMOTOS

**CICLO LECTIVO:** 2025 y en adelante

### PROGRAMA DE TRABAJOS PRACTICOS

*Trabajo Práctico N° 1.- Sistemas de Información Geográfica (SIG)*

Este TP está relacionado con el tema 3. Las actividades propuestas tienen como objetivos: conocer y utilizar las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para desplegar, visualizar e identificar archivos en diferentes formatos (vectoriales y raster). Verificar su georreferenciación.

*Trabajo Práctico N° 2.- Consulta de Catálogos y Obtención de Imágenes de Satélite*

Relacionado con el tema 5 y el tema 10, el objetivo es la búsqueda y obtención de imágenes de satélite disponibles y gratuitas en catálogos, repositorios o páginas web de organismos relacionados al tema.

*Trabajo Práctico N° 3.- Generación de Imágenes Multibandas y Reproyección*

Relacionado con los temas 3, 5, 7 y 10. Este TP tiene como objetivos importar/acceder a las diferentes bandas (longitudes de onda) de una imagen satelital en formato digital, visualizarlas, generar una imagen multibanda de salida y modificar el sistema de coordenadas y referencia cartográfica.

*Trabajo Práctico N° 4.- Interpretación Visual*

En relación con los temas 3, 6, 7, 8 y 10, en el tp se aplican las herramientas de los sistemas de información geográfica en el análisis visual de imágenes y fotografías aéreas, utilizando los criterios de interpretación visual para detectar y graficar los cambios a través del tiempo.

*Trabajo Práctico N° 5.- Clasificación No Supervisada y Definición de Sitios de Muestreo*

En este TP se desarrollan tareas previas al trabajo de campo (viaje de aplicación), generando una clasificación no supervisada de la imagen del área de estudio e identificando los sitios muestreo. Relacionado con el tema 8 y 9.

*Trabajo Práctico N° 6.- Clasificación Supervisada*

La finalidad de este TP es clasificar /categorizar la imagen de acuerdo con las unidades reconocidas a campo en el viaje de aplicación, analizar la correspondencia entre la imagen resultado y las unidades descriptas y generar un mapa temático. Relacionado con el tema 9.

*Trabajo Práctico N° 7.- Cálculo del Índice de Vegetación Normalizada*

Relacionado con el tema 9, en este tp se calculan índices de vegetación con el fin de analizar y comparar de forma multitemporal la vegetación de un área.

*Trabajo Práctico N° 8.- Modelos Digitales de Elevación*

En este tp se vincularán los temas 8, 12 y 13. Se analizarán Modelos Digitales de Elevación y se derivará información a partir de ellos que represente las características del terreno: curvas de nivel, pendientes, rugosidad, red de drenaje, etc.

TRABAJOS PRÁCTICOS VIRTUALES (Campus Virtual- autogestionados por los y las estudiantes)

*Aula Virtual N° 1.- GOOGLE EARTH, Archivos KML de Puntos, Líneas y Polígonos*

Utilizando las herramientas de Google Earth se observa un área de interés identificando objetos geográficos con técnicas de interpretación visual y se genera nueva información de tipo vectorial (puntos, líneas, polígonos) que describa los objetos identificados. Complementa los temas 3, 7, 8 y 9

*Aula Virtual N° 2.-. Cálculo y Aplicaciones de Índices*

El objetivo de las actividades propuestas es obtener índices relacionados con los eventos a analizar: incendios, inundaciones, afloramientos de minerales, floraciones algales, cambios en la vegetación, evaluar los cambios pre y pos evento. Complementa el tema 9.

## ANEXO V

**ASIGNATURA:** SENSORES REMOTOS

**CICLO LECTIVO:** 2025 y en adelante

### ACTIVIDADES ESPECIALES QUE SE PREVEN

Viaje de Aplicación:

Los alumnos y las alumnas participarán en una actividad especial que complementa aquellas realizadas durante las clases teóricas y prácticas, de ejecución y cumplimiento imprescindible para el cursado de la asignatura. Esta actividad consiste en un viaje de aplicación práctica. Es de carácter obligatorio y se realizará en la ciudad de Santa Rosa o un lugar cercano a ella, que posea diferentes características en cuanto a cobertura vegetal, cuerpos de agua e infraestructura.

Durante este viaje corto se les enseñará a reconocer diferentes características de la cobertura vegetal, cuerpos de agua, usos de suelo e infraestructura, correlacionando los mismos con su registro en imágenes de satélite de diferentes resoluciones espaciales. También se los entrenará en el uso de navegadores GPS, para tomar los datos en el campo y volcarlos en un sistema de información geográfica en gabinete.

Los alumnos y las alumnas deberán presentar los resultados en una planilla que contenga la ubicación por coordenadas de los sitios muestreados, su descripción e identificador de fotografías si se hubiera registrado y la representación espacial de los mismos en un sistema de información geográfica.

Los objetivos se detallan a continuación:

- Planificar en gabinete la ejecución de un trabajo de campo.
- Trabajar con material bibliográfico antecedente e imágenes de satélite de la zona a visitar, a fin de seleccionar los sitios más adecuados para desarrollar las actividades.
- Practicar la metodología del muestreo de campo para realizar clasificaciones supervisadas de imágenes de satélite.
- Reconocer las diferentes estructuras y características de la cobertura vegetal, de los cuerpos de agua, uso del suelo e infraestructura y su registro en imágenes de satélite.
- Incorporar la información registrada con navegadores GPS y su representación a través de capas y tablas en un sistema de información geográfica.
- Análisis e interpretación visual de imágenes de satélite con verdad de campo.
- Realizar la clasificación supervisada de una imagen de satélite con verdad de campo en forma individual y comparación de resultados.

Otras Actividades:

Se prevé realizar tareas extracurriculares como charlas y/o demostraciones prácticas con especialistas en temas de Teledetección, SIG y GPS siempre que el desarrollo de la cursada lo permita.

## **ANEXO VI**

**ASIGNATURA:** SENSORES REMOTOS

**CICLO LECTIVO:** 2025 y en adelante

### **PROGRAMA DE EXAMEN**

Ídem programa analítico

## ANEXO VII

**ASIGNATURA:** SENSORES REMOTOS

**CICLO LECTIVO:** 2025 y en adelante

### **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN y/o OTROS REQUERIMIENTOS**

De acuerdo al reglamento de cursada vigente (Resolución 366/17 del CD):

La asignatura Sensores Remotos puede rendirse libre o cursarse (incluyendo aquí la modalidad de promoción sin examen final).

Para regularizar la asignatura, los y las estudiantes deberán:

- 1) Aprobar los trabajos prácticos.
- 2) Aprobar las actividades especiales previstas.
- 3) Aprobar las dos evaluaciones parciales<sup>1</sup> o sus recuperatorios. Hay un recuperatorio adicional para quienes desapruében uno de los parciales y su correspondiente recuperatorio.

Para promocionar la asignatura, los y las estudiantes deberán:

- 1) Aprobar los trabajos prácticos
- 2) Aprobar las actividades especiales previstas.
- 3) Aprobar las dos evaluaciones parciales<sup>1</sup> (o sus recuperatorios) de acuerdo a la reglamentación vigente y a requisitos específicos aclarados al inicio del ciclo lectivo por los docentes a cargo de la asignatura.

Quienes regularicen la asignatura deberán rendir un examen final oral, cuya nota mínima de aprobación será 4 puntos.

Quienes opten por la modalidad libre deberán rendir de manera escrita los temas correspondientes a los Trabajos Prácticos. Si obtienen una nota igual o mayor a 6 puntos deberán rendir un examen oral, cuya nota mínima de aprobación será 4 puntos.

<sup>1</sup> Las evaluaciones parciales podrán ser de tipo examen escrito, coloquios o presentación de producciones como informes individuales, ensayos, monografías y/o presentaciones grupales sobre temas indicados por el/la docente a cargo y relacionados con los temas teóricos y prácticos de la asignatura.

## Hoja de firmas