



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

CURSO DE POSGRADO:
TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Profesor responsable:
DRA. ANABEL FERNANDEZ

Colaborador:
DRA. CELIA ROMÁN

Agosto de 2025

Nombre del Curso: TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Profesor Responsable: Dra. Anabel Fernandez

Profesores Colaboradores: Dra. Celia Román

Carga Horaria: 40h , a distancia

Fecha: 7 y 8 , 14 y 15, 21 y 22 (jueves y Viernes) agosto de 2025

Horario: 9 a 13 hs

Modalidad: Híbrido

1. Marco conceptual e importancia actual/Fundamento

Las clases son teórico-prácticas desde una aproximación constructivista. El proceso de enseñanza aprendizaje se centra en una fluida interacción entre docentes-alumnos y alumnos-alumnos. La idea central es que los alumnos tengan un papel activo y autónomo, promoviendo: (i) el análisis crítico, (ii) distintas capacidades a través de la indagación, discusión y exposición de problemas o trabajos; (iii) actividades cooperativas, intentando poner en relieve la importancia del análisis grupal sobre el individual; (iv) habilidades de selección, valoración y asociación de ideas que les permitan establecer relaciones conceptuales y algunas conclusiones generales.

El tratamiento de residuos sólidos es un proceso clave para minimizar su impacto ambiental y sanitario, promoviendo la economía circular y la sostenibilidad. Incluye estrategias como la reducción en la fuente, reutilización, reciclaje, compostaje, digestión anaeróbica, incineración con recuperación de energía y disposición en rellenos sanitarios controlados. Su importancia radica en la mitigación del cambio climático, la valorización de residuos como recursos, la mejora de la salud pública, la generación de empleo y el impulso de la innovación tecnológica. En la actualidad, normativas ambientales y políticas como la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fomentan una gestión integral y eficiente de los residuos, promoviendo soluciones que reduzcan la contaminación, optimicen el uso de recursos y favorezcan la transición hacia modelos de producción y consumo más sostenibles.

2. Objetivos

- Comprender el impacto de los residuos sólidos en los ecosistemas forestales y su relación con la degradación del suelo, la biodiversidad y la calidad del agua.
- Analizar estrategias de gestión sostenible de residuos en el sector forestal, incluyendo el aprovechamiento de biomasa residual, la producción de biocarbón y su aplicación en suelos degradados.
- Evaluar tecnologías de tratamiento y valorización de residuos sólidos, como el compostaje, la digestión anaeróbica y la generación de bioenergía a partir de desechos forestales y agroindustriales.
- Aplicar principios de economía circular en la gestión de residuos forestales, promoviendo el reciclaje y la reutilización de subproductos para reducir la deforestación y mejorar la sostenibilidad de la producción maderera y agroforestal.
- Desarrollar enfoques innovadores para la mitigación del cambio climático, integrando la captura de carbono mediante la valorización de residuos orgánicos y su contribución a la restauración de ecosistemas degradados.

- Fomentar la investigación aplicada y el desarrollo de soluciones tecnológicas para la conversión de residuos forestales en productos de alto valor agregado, como biofertilizantes, biocombustibles y materiales para la restauración ecológica.
- Capacitar en el diseño e implementación de proyectos de gestión de residuos sólidos, con un enfoque interdisciplinario que integre ecología, ingeniería y economía para maximizar los beneficios ambientales, sociales y económicos en los sistemas forestales.

3. Contenidos

Módulo 1: Introducción al Tratamiento de Residuos Sólidos. Definición y clasificación de residuos sólidos. Generación y caracterización de residuos en sistemas forestales y agroforestales. Impacto ambiental, social y económico de una gestión inadecuada de residuos. Marco normativo y políticas públicas en la gestión de residuos forestales.

Módulo 2: Estrategias de Gestión Sostenible de Residuos en el Sector Forestal. Principios de la economía circular en la gestión de residuos sólidos. Manejo y aprovechamiento de biomasa residual en plantaciones y bosques naturales. Tecnologías para la minimización y valorización de residuos.

Módulo 3: Estrategias de Gestión y Minimización de Residuos. Principios de reducción en la fuente y producción más limpia. Reutilización y reciclaje de residuos forestales y agroindustriales. Planificación y gestión de residuos en áreas forestales y rurales. Aplicación de tecnologías de sensores y modelización para la gestión eficiente.

Módulo 4: Tecnologías de Tratamiento y Valorización de Residuos Sólidos. Compostaje y vermicompostaje de residuos forestales y agroindustriales. Producción y aplicaciones del biocarbón en suelos degradados. Digestión anaeróbica y generación de biogás a partir de residuos orgánicos. Producción de biocombustibles sólidos y líquidos a partir de residuos lignocelulósicos. Innovaciones en reciclaje y reutilización de subproductos de la industria maderera.

Módulo 5: Aplicaciones en Restauración y Conservación de Ecosistemas. Uso de residuos forestales en la recuperación de suelos erosionados. Implementación de biofertilizantes y enmiendas orgánicas en sistemas agroforestales. Impacto del tratamiento de residuos en la mitigación del cambio climático y el secuestro de carbono. Relación entre residuos sólidos y emisiones de gases de efecto invernadero. Regulaciones sobre residuos en Argentina y el contexto internacional. Estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en la gestión de residuos. Incentivos y políticas públicas para la valorización de residuos.

Módulo 6: Tendencias e Innovaciones en el Tratamiento de Residuos Sólidos. Biotecnología aplicada a la degradación y reutilización de residuos lignocelulósicos. Diseño de nuevos materiales sostenibles a partir de residuos forestales. Casos de éxito en el desarrollo de productos innovadores a partir de residuos sólidos. Perspectivas futuras y oportunidades para la investigación y el desarrollo tecnológico.

4. Evaluación

Mecanismos de seguimiento de los aprendizajes. Formas y criterios de evaluación de las actividades y de aprobación (Evaluación permanente, mediante estudio de casos, o evaluación con trabajo final escrito u oral, en grupo o individual, etc.).

En caso de dictado a distancia, detallar las estrategias de evaluación en el anexo, de acuerdo con los criterios establecidos.

Los requisitos de evaluación para la aprobación del curso son los siguientes:

Lectura previa de algunos trabajos para su discusión en clase (habrá clases específicas en las que los alumnos discutirán estas lecturas).

Presentación de una "pregunta/ idea/ objetivo de investigación".

Exposición en clase de esa pregunta/objetivo de investigación y/o participación en las discusiones cuando exponen otros asistentes.

Autoevaluación final sobre la idea de investigación presentada, sobre la que el docente le hará una devolución personalizada.

Criterios para la evaluación: presentar la idea/pregunta de investigación, familiaridad con las lecturas, participación en clase, defensa del proyecto individual y profundidad teórico-metodológica alcanzada a través de la autoevaluación cuando participa en las discusiones grupales. **"Idea de investigación" (se debe presentar impresa el segundo día de clase indicando el nombre del autor)**

1. Desarrollo en 1-2 carillas a doble espacio de una pregunta-idea-proyecto de investigación. 2. Presentación del problema (por ejemplo, pregunta, objetivo, hipótesis) a investigar con alguna justificación.
2. Propuesta de solución del problema, mencionando su contexto teórico. Justificación: ¿por qué es plausible y original?
3. Puesta a prueba de la idea de investigación. Cite cuáles resultados espera y cómo se obtendrán. Haga una mención breve al "diseño experimental", sin referir a técnicas específicas.
4. Para exponer la idea de investigación de manera oral durante la semana del curso, los alumnos se podrán ayudar de un power point de no más de 5-6 diapositivas. Esto es porque la exposición debe realizarse en no más de 15 minutos.

Formas y criterios de evaluación de las actividades y de aprobación: Evaluación permanente, mediante estudio de casos y evaluación con trabajo final escrito individual; asistencia a las clases.

5. Infraestructura necesaria

Detallar los requisitos infraestructurales respecto a los diferentes módulos del curso, según la modalidad de dictado.

En caso de dictado a distancia, detallar las diferentes herramientas tecnológicas y su forma de uso en el apartado 7.

6. Bibliografía

1. Listado alfabético de referencias. Indicar la accesibilidad de los textos citados. 1. Angelidaki, I., & Ellegaard, L. (2019). Anaerobic digestion: Processes and applications for biogas production. 10.1016/j.biortech.2019.121017. Acceso mediante suscripción a *Bioresource Technology*.
2. Ahmed, S., & Kumar, P. (2017). Recycling and reuse of agricultural and forest residues: Environmental and economic benefits. 10.1016/j.jclepro.2017.01.067. Acceso mediante suscripción a *Journal of Cleaner Production*.
3. da Silva, J. P., & Ribeiro, M. C. (2019). Biomass valorization in forestry: A review of technologies and applications 10.1016/j.biortech.2019.02.004. Acceso mediante suscripción a *Bioresource Technology*.

4. González, C., & Ruiz, M. L. (2018). Waste characterization and management in forest and agroforestry systems. 10.1016/j.jclepro.2018.05.054. Acceso mediante suscripción a *Journal of Cleaner Production*.
5. Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation. 10.4324/9780203733650. Disponible mediante compra en *Routledge*.
6. MacDonald, J. P., & Lee, P. (2020). Reduction of waste at source in forest management: principles and practices. 10.1016/j.foreco.2020.118411. Acceso mediante suscripción a *Forest Ecology and Management*.
6. Martínez, M., & López, G. (2019). The role of biofertilizers in agroforestry systems: A review of applications and impacts. 10.1016/j.jclepro.2019.01.012. Acceso mediante suscripción a *Journal of Cleaner Production*.
7. Pires, A., & Martins, A. (2020). Circular economy approaches in forest waste management. 10.1016/j.jclepro.2020.120234. Acceso mediante suscripción a *Journal of Cleaner Production*.
9. Rodríguez, R. M., & Silva, A. M. (2021). Application of forest residues in the restoration of eroded soils. 10.1016/j.ecoleng.2021.106531. Acceso mediante suscripción a *Ecological Engineering*.
10. Sharma, A., & Rathi, S. (2020). Environmental, social and economic impacts of improper waste management. 10.1007/s11356-019-06827-2. Acceso mediante suscripción a *Environmental Science and Pollution Research*.
8. 11. Yao, X., & Zhang, C. (2021). Sustainable materials from forest waste: Innovations and future opportunities. 10.1016/j.materresbull.2021.111567. Acceso mediante suscripción a *Materials Research Bulletin*.
9. 12. Zhang, J., & Li, Y. (2020). Composting and vermicomposting of forest residues: A review. 10.1016/j.jenvman.2020.110614. Acceso mediante suscripción a *Journal of Environmental Management*.

7. Estrategias de enseñanza (obligatorio p/ educación a distancia o con estrategias de hibridación)

En caso de que el curso contenga componentes de dictado a distancia, por favor describir las estrategias de enseñanza, en base a los aspectos que figuran a continuación, de acuerdo con lo estipulado por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU).

Cabe aclarar, que la Universidad Nacional de Santiago del Estero tiene implementado un Sistema de Educación a Distancia (SIED), regulado por Res. Ministerial E2641 (2017) y creado mediante CS 178 (2018).

Aspectos a considerar en la descripción de las estrategias de enseñanza:

- ● Plan de actividades que defina una secuencia de aprendizaje (el plan puede figurar dentro del programa o como documento complementario).
- ● Distinción entre actividades obligatorias y sugeridas / individuales y grupales. ● Consignas de aprendizaje, interacciones previstas (docente-alumno, docente-alumnos, alumnos entre sí) y herramientas tecnológicas que se utilizarán.
- ● Cuando las características de la carrera lo requieran, detalle de las prácticas profesionales a realizar, escenarios en los que se llevarán a cabo (presenciales o virtuales), el procedimiento para acceder a esos escenarios por parte de alumnos que residen en localidades alejadas de la unidad académica, el modo de supervisión y de la forma en que se evaluarán. ● Especificación de la metodología de enseñanza y de aprendizaje.
- ● Mecanismos de seguimiento de los aprendizajes en la unidad curricular.
- ● Formas y criterios de evaluación de las actividades y de aprobación de la asignatura.

Anexo

Extracto de la nota técnica “Consideraciones sobre las estrategias de hibridación en el marco de la evaluación y la acreditación universitaria frente al inicio del ciclo lectivo 2024” (Comisión de Evaluación y Acreditación Universitaria, 2024):

“4. Carreras presenciales que emplean estrategias combinadas o híbridas

En el marco del regreso a la presencialidad, las instituciones universitarias que han decidido emplear estrategias combinadas en carreras presenciales establecerán las disposiciones específicas para esas instancias a los fines de asegurar la institucionalidad de los espacios y de las condiciones que garantizan las interacciones sincrónicas entre docentes y estudiantes. Con el objetivo de delinear las disposiciones antes mencionadas, resulta necesario que la institución precise las estrategias que desarrollará. En este sentido, corresponderá especificar si la estrategia responde a un modelo alternado (períodos con presencia simultánea de docentes y estudiantes en el espacio-aula localizado en una sede de la institución y períodos en el espacio-aula de audiovideocomunicación) o a la estrategia de aula híbrida, en la que convergen simultáneamente algunos actores en el espacio-aula localizado en sede y la presencia sincrónica remota de otros actores a través de un espacio-aula de audiovideocomunicación. En este último caso, deberá existir un aula en la sede institucional equipada para facilitar la videocomunicación sincrónica, a la que podría asistir cualquiera de los participantes de la actividad. Por su carácter híbrido, la estrategia permitirá que docentes y estudiantes participen parcial o totalmente con una presencia remota sincrónica, para lo cual la estrategia y el uso de recursos deberán estar debidamente fundamentados. En este modelo, corresponderá definir institucionalmente si se exige la presencia de alguno de los actores en el espacio-aula localizado en sede. Para esta definición y fundamentación, convendrá tener en cuenta, entre otras consideraciones, el nivel de formación de la carrera (grado o de posgrado), el perfil de los estudiantes y el tipo de actividades que se desarrollarán. Respecto del perfil de los estudiantes, la estrategia podría distinguir entre los de nivel inicial o avanzado dentro del plan de estudio, considerando a la vez las asignaturas y las actividades correspondientes (una asignatura inicial de una carrera de grado con estudiantes haciendo sus primeros pasos en la vida universitaria o una asignatura de ciclo avanzado con estudiantes entrenados en la vida universitaria), y podría contemplar el potencial desarrollo laboral de los estudiantes durante la carrera.

Se describen a continuación tres escenarios básicos de hibridación:

Estrategia de Alternancia (secuencial): Las clases se realizan alternando, dentro de una secuencia regulada normativamente, entre períodos en el espacio-aula en sede y períodos en el espacio-aula de videocomunicación bajo protocolos y disposiciones específicas que aseguran las interacciones sincrónicas de los participantes de una forma análoga a como se producen presencialmente. En cada período, sólo existe una única presencialidad posible para todos los actores sociales.

Estrategia Híbrida (optativa): Las clases se realizan en el espacio-aula en la sede institucional pudiendo uno o más de los actores sociales participar de modo presencial u, optativamente, en modo remoto a través de un espacio-aula de videocomunicación bajo protocolos y disposiciones específicas que aseguran las interacciones sincrónicas entre todos los participantes independientemente de su localización y de una forma análoga a como se producen presencialmente. En cualquier instancia los actores sociales pueden optar por una presencialidad u otra.

Estrategia Mixta (parcialmente optativa): Las clases se realizan de manera alternada y regulada normativamente entre períodos obligatorios en el espacio-aula en sede y períodos durante los cuales los participantes pueden optar entre el espacio-aula en sede o el modo remoto a través de un espacio aula de videocomunicación bajo protocolos y disposiciones específicas que aseguran las interacciones sincrónicas entre todos los participantes independientemente de su localización y de una forma análoga a como se producen presencialmente. Sólo en las instancias del período que ofrece optativamente un espacio-aula de videocomunicación, los actores sociales pueden optar por una presencialidad u otra.

En todos los casos, para las carreras presenciales que empleen una estrategia híbrida deberán establecerse condiciones de institucionalidad de los espacios-aulas de audiovideocomunicación sincrónica. Entre esas condiciones, corresponde contemplar pautas y protocolos en relación con la programación, la administración y la gestión de las aulas de audiovideocomunicación (gestión de la plataforma que permite la videocomunicación sincrónica a partir de una licencia/cuenta de la institución y habilitación por parte de la misma para la práctica áulica; gestión de la forma y los medios para el acceso y la admisión al aula por una autoridad institucional competente o por el docente a cargo de la clase por delegación de la institución), el registro de asistencia de docentes y estudiantes, las exigencias en cuanto a las condiciones de presencia mediatizada o remota que permitan la interacción bidireccional permanente (cámara encendida, cantidad máxima de participantes audiovisualizables de forma inmediata y directa sin desdoblamientos o partes invisibles del espacio aula), la identificación de los participantes, las condiciones de suficiencia de la audiovisualización y las posibilidades de interacción, las previsiones metodológicas, pedagógicas, comunicacionales y

tecnológicas, que garantizan la realización de las actividades (prácticas experimentales en la institución y prácticas pre-profesionales realizadas fuera de la institución). También deberán

preverse las disposiciones integrales para que todos los actores, cualquiera sea el modo en que participen de la clase, puedan intervenir en condiciones similares. Estas pautas deberán ser conocidas y aceptadas por todos los actores que la institución permita que se comuniquen de manera remota y sincrónica. En el mismo sentido, si las evaluaciones pudieran adoptar una alternativa híbrida, deberán establecerse protocolos específicos que aseguren las condiciones institucionales de confiabilidad y transparencia que la instancia evaluativa requiere.