

INGENIERÍA INDUSTRIAL SOSTENIBLE (IIND 4344)
Facultad de ingeniería Departamento de ingeniería industrial
Maestría en ingeniería industrial

Equipo Docente

María Catalina Ramírez Cajiao (mariaram@uniandes.edu.co)

Andrés Esteban Acero López (ae.acero539@uniandes.edu.co)

Mauricio Peralta (mmejape@uniminuto.edu.co)

Sergio Felipe Galindo (sergio.galindo.g@uniminuto.edu)

Natalia Pacheco (n.pacheco10@uniandes.edu.co)

1. Objetivos y alcance

El curso de **ingeniería industrial sostenible** propuesto por **Ingenieros sin Fronteras Colombia** ofrece elementos conceptuales y herramientas metodológicas aplicados al desarrollo sostenible dentro del ámbito de emprendimiento e innovación. El estudiante adquirirá técnicas analíticas, de diseño y de liderazgo orientadas al desarrollo sostenible de sistemas organizacionales. El curso se desarrollará bajo enfoques de investigación cuantitativa y cualitativa, que permitirán al estudiante tener una visión clara para la toma de decisiones estratégicas desde perspectivas de ingeniería industrial en lo económico, lo social y lo ambiental. En particular, como resultado del curso el estudiante estará en la capacidad de:

- Reconocer situaciones problemáticas del desarrollo sostenible y la sostenibilidad en las organizaciones.
- Establecer y cuantificar el impacto de soluciones de ingeniería en el medio ambiente, la sociedad y las dinámicas económicas.
- Aplicar herramientas y metodologías de ingeniería y toma de decisiones a problemas relacionados con la sostenibilidad organizacional.
- Tomar una posición crítica con respecto a la responsabilidad profesional y ética asociada con la práctica de la ingeniería.

En coherencia con los objetivos de acreditación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, este curso tiene las siguientes metas ABET:

- *An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.*
- *An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts*

2. Metodología

Las sesiones de clase tienen una intensidad horaria de tres horas por semana y se van a desarrollar de manera 100% virtual a través de la plataforma de Zoom, algunas veces en la sala principal y otras veces en salas de grupos de trabajo. Durante estas sesiones se llevarán a cabo las siguientes actividades. Toda la información se manejará en la página de Ingenieros sin Fronteras (<https://isfcolombia.uniandes.edu.co/>)

i. Clases magistrales.

En este espacio se cubrirán los conceptos fundamentales del curso, junto con la presentación de casos reales en los cuales se evidencie la aplicación de las herramientas y metodologías para una ingeniería industrial sostenible. Además, estas sesiones van a estar acompañadas de:

Presentaciones en clase: Durante el transcurso del semestre, cada uno de los grupos de estudiantes deberá presentar una de las lecturas asignadas a la clase. Una guía específica sobre la presentación y la evaluación de la misma estarán disponibles.

Talleres en clase: Los talleres estarán dedicados al desarrollo de ejercicios y casos de aplicación sobre los temas de la clase.

ii. Laboratorio para el Diseño de Proyectos de Ingeniería Sostenibles

Este laboratorio se enmarca en la metodología de la **Ruta de Innovación Social** diseñada por el Parque científico de Innovación social de UNIMINUTO. En este espacio cada grupo va a llevar a cabo un proyecto de aplicación que permita ejemplificar los conceptos vistos. Dicho proyecto debe buscar una solución a un problema real, con un nivel de complejidad razonable. La generación de las ideas se hará por medio de **Diseño y propuestas de proyectos sostenibles en conjunto con acueductos regionales de Colombia.**

Se espera que los estudiantes universitarios y los acueductos regionales desarrollen conjuntamente soluciones innovadoras que permitan mejorar la calidad de vida de las comunidades donde se ubican dichos acueductos regionales; a través de retos de diseño alrededor del recurso hídrico. A grandes rasgos los estudiantes deben responder al reto del curso definido de la siguiente manera: **Proponer el diseño de modelos de emprendimiento sostenibles para los acueductos basados en las potencialidades de las zonas.**

Los objetivos del laboratorio son:

- Compartir, por medio de testimonios reales, la importancia de la ingeniería en el diseño de modelos de emprendimientos en el marco de la sostenibilidad.
- Resaltar el rol de la ingeniería, la innovación y de la sostenibilidad en proyectos de emprendimiento con impacto social.
- Incentivar el diálogo entre los participantes, estudiantes-profesores-gerentes de los acueductos.
- Desarrollar un marco del trabajo comunitario sostenible.

3. Evaluación

Algunos aspectos que debe tener en cuenta respecto a la evaluación:

1. Recuerde que este curso es de nivel de maestría. Se espera que su trabajo en los talleres y los proyectos de investigación sea acorde con el de un estudiante de maestría (sin importar su nivel actual de estudios).
2. En algunas actividades se incluirán bonos, los cuales serán opcionales y afectarán positivamente las calificaciones del trabajo en cuestión. Para los estudiantes de nivel de doctorado estos bonos serán obligatorios.
3. Sin excepción, cualquier trabajo que no sea enviado a tiempo recibirá cero (0,0) como nota.
4. La nota mínima para aprobar es 3.00. Notas inferiores resultan en la pérdida del curso.

La evaluación del curso tendrá los siguientes pesos porcentuales:

Criterio	Porcentaje
Guías de la Ruta Innovación	20%
Talleres	10%
Presentaciones grupos	10%
Itrb individual	20%
Primer avance Proyecto	10%
Proyecto: Presentación oral	10%
Proyecto: Entregable Final	10%
Bitacora en Padlet	10%

La nota final del curso se obtendrá directamente del cálculo ponderado de sus notas, aproximado a dos cifras decimales. Es decir, si el cálculo de sus notas es 3.418, su nota definitiva será 3.42.

4. Contenido

Fecha	Tema	Temática Específica	Actividades
I. ¿Qué es la sostenibilidad Industrial?			
Semana 1: Agosto 10	Ingeniería y Sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Introducción al curso - Sostenibilidad y desarrollo sostenible. - Dimensiones de la sostenibilidad y su relación con la ingeniería. - ¿Qué son los PDET?: <p><i>* Ruta de Innovación Social PCIS: Etapa alistar</i></p>	Encuentro 1.
Semana 2: Agosto 17	Festivo		Guía 1 laboratorio: Alistamiento para innovaciones sociales (Adelantar)

Semana 3: Agosto 24	Análisis de impactos ambientales y sociales	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de sistemas en sostenibilidad. - Impactos ambientales y sociales. - Contextualización de cada municipio. - Contextualización sobre acueductos. 	<p>Presentación Grupo 1</p> <p>TALLER 1.</p> <p>Guía 1 laboratorio: Alistamiento para innovaciones sociales (Finalizar y entregar)</p>
II. ¿Cómo se puede medir?			
Semana 4: Agosto 31	Acueductos en Colombia	<ul style="list-style-type: none"> - Flujo en los sistemas industriales. - Formulación de proyectos técnicos con impacto social. <p><i>* Ruta de Innovación Social PCIS: Etapa Entender</i></p>	<p>Presentación del Grupo 2: Guía 2 laboratorio (Parte 1): Formulación de preguntas</p>
Semana 5: Septiembre 7	-	-	<p>Encuentro 2 con los acueductos. Guía 2 laboratorio (Parte 2): Instrumento de entrevistas</p>
Semana 6: Septiembre 14	Indicadores de sostenibilidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Ecología industrial - Diseño de indicadores de sostenibilidad <p><i>* Ruta de Innovación Social PCIS: Etapa Analizar</i></p>	<p>TALLER 2.</p> <p>Presentación del Grupo 3 Guía 3 laboratorio: Matriz multicausal y teoría del cambio</p>
Semana 7: Septiembre 21	-	-	Entrega de la Guía 2 laboratorio
Semana 8: Septiembre 28	Economía Circular	<ul style="list-style-type: none"> - Teoría de Cambio - Economía circular - Producción y consumo sostenible - Análisis de ciclo de vida 	<p>Presentación del Grupo 4 Presentación del Grupo 5 Entrega Primer Avance Proyecto TALLER 3.</p>
III. ¿Se puede diseñar un mundo sostenible?			
Semana 9: Octubre 12	Festivo		Actividad: Diseño indicadores.
Semana 10: Octubre 19	Innovación y diseño sostenible.	<p>Innovación social Diseño para la sostenibilidad Diseño participativo</p> <p><i>* Ruta de Innovación Social PCIS: Etapa Crear</i></p>	<p>Encuentro 3 con los acueductos.</p> <p>Presentación del Grupo 6 Actividad de la mochila Guía 4 laboratorio: Ideódromo.</p>
IV. ¿Cómo diseñar organizaciones sostenibles?			

Semana 11: Octubre 26	Negocios sostenibles, verdes y sociales.	Negocios sostenibles Negocios verdes Empresa social	Presentación Grupo 7
Semana 12: Noviembre 2	Festivo		Entrega del ITRB
Semana 13: Noviembre 9	Proyectos sostenibles	Proyectos sostenibles. Modelos de negocio. <i>* Ruta de Innovación Social PCIS: Etapa Implementar</i>	Presentación del Grupo 8 TALLER 4. Guía 5 laboratorio: Herramientas de implementación
V. ¿Cuál es la responsabilidad del ingeniero?			
Semana 14: Noviembre 16	Festivo		
Semana 15: Noviembre 23	Dilemas éticos de la sostenibilidad en ingeniería	Responsabilidad social corporativa Dilemas éticos de la sostenibilidad en ingeniería	
Semana 16: Noviembre 30	-	-	Encuentro 4 con los acueductos. Presentación Oral del Proyecto

*En las semanas 2,9,12 y 14 los lunes son festivos por lo cual, no habrá sesiones de clase, pero si se les asignará trabajo a los estudiantes para que entreguen esa semana.

El día de Examen Final asignado se entregará el proyecto final

5. Consideraciones adicionales

1. Los grupos serán conformados de manera aleatoria y su publicación se hará en la página ISF. Vale la pena recalcar que no se hará ningún cambio en los grupos de trabajo establecidos. En este sentido, deberán tener en cuenta por la situación coyuntural que algunos podrán tener problemas de conectividad tanto los jóvenes de la comunidad, como los estudiantes de la universidad. De esta manera, se hace un llamado a la comprensión, solidaridad y empatía en el trabajo en equipo. En cualquier caso, tendrán el soporte y ayuda del equipo docente para superar las complicaciones que puedan presentarse.
2. Las plataformas de interacción del curso van a ser: Zoom, WhatsApp, Página web de ISF. (isfcolombia.uniandes.edu.co) y Sicua Plus.

3. Cada grupo tendrá asignado un mentor que será el encargado de crear el grupo de Whatsapp del grupo de trabajo, y será el encargado de guiar las sesiones de socialización de avances que se realizarán los últimos 10 minutos de algunas clases.
4. Todas las presentaciones de clase se van a grabar, tanto de los profesores como de los estudiantes. Las grabaciones se colgarán en la página de ISF
5. Se destinarán horarios de mentoría a medida que van avanzando en el proyecto.

6. Bibliografía

Para cada una de las sesiones del curso se asignaron lecturas que recomendamos para dar contexto sobre los temas a tratar en la clase. Adicionalmente, textos adicionales estarán disponibles en Siciuplus, que profundizan en algunos de los tópicos que se tratarán a lo largo del curso, así como casos de aplicación.

Semana 1: Ingeniería y Sostenibilidad

- Lucena, J., Schneider, J. & Leydens, J. (2010) Engineering and Sustainable Community Development. Morgan & Claypool Publishers. Pp. 13-46.
- Toledo, V. M. (2015). ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico-política. INTERdisciplina, 3(7).
- Tovar, J. & Figueroa, Y. (2018) Boletín No.1: Postconflicto. Organización Minuto de Dios. Marzo, Bogotá, D.C.
- Ordóñez, J. I. (2020) El agua y el sector rural en Colombia. Acceso a agua potable en comunidades rurales de Colombia. Revista de Ingeniería Universidad de los Andes. Vol 49, pp 10-17.

Semana 2: Proyecto Sostenible

- Cala, L. (2018) Boletín No.6: Plan de acción para la transformación regional PATR. Boletín OMD Postconflicto. Organización Minuto de Dios. Septiembre, Bogotá, D.C.

Semana 3: Análisis de impactos ambientales y sociales

- Graedel, T. and Allenby, B. (2010). Industrial Ecology and Sustainable Engineering. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc. Pp 13-28 (Grupo 1)

Semana 4: Acueductos en Colombia

- Arias, J., Ramírez, M. C., Duarte, D. M., Flórez, M. P. & Sanabria, J. P. (2016). poCDIO: A Methodological Proposal for Promoting Active Participation in Social Engineering Projects. Systemic Practice and Action Research. Vol 29, No 4, pp. 379-403.

- Ramírez, M. C., Espinosa, E. E., Cárdenas, J. C., Payán, L. F., Peralta, M., Gámez, F. A., Torres, A. F. (2020). Acceso a agua potable en comunidades rurales de Colombia. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*. Vol 49, pp 76-83.

- Diaz A. E. (2020) Agua a la vereda: Una estrategia de cohesión social para la ampliación de cobertura y acceso al agua en el sector rural. *Acceso a agua potable en comunidades rurales de Colombia*. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*. Vol 49, pp 62-69.

Semana 6: Pensamiento en ciclo de vida

- Graedel, T. and Allenby, B. (2010). *Industrial Ecology and Sustainable Engineering*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc. Pp 30-36.
- Bettencourt, L. & Bresford, C. (2015) *Industrial Ecology: The View from Complex Systems*. *Journal of Industrial Ecology*, 19(2), 195-197.

Semana 7: Indicadores Sostenibilidad

- Graedel, T. and Allenby, B. (2010). *Industrial Ecology and Sustainable Engineering*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc. Pp 161-190.
 - Dong, Y. and Hauschild, M.Z. (2017). Indicators for Environmental Sustainability. *Procedia CIRP*, 697-702.
- Pacheco, J., Archila, S. (2020). *Guía para construir teorías del cambio en programas y proyectos sociales desde los principios generales de El Minuto de Dios*. Parque Científico de Innovación Social. Bogotá, D.C.

Semana 8: Producción y consumo sostenible

- Winans, K., Kendall, A. & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 825-833.

Semana 10: Innovación y diseño sostenible

- Roome, N.J. (2013). *Sustainable Development: Social Innovation at the Interface of Business, Society and Ecology*. In: Osburg, T. & Schmidpeter, R. *Social Innovation: Solutions for a Sustainable Future*. Berlin, Germany: SpringerVerlag.
- Fifka, M.S. & Idowu, S.O. (2013). *Sustainability and Social Innovation*. In: Osburg, T. & Schmidpeter, R. *Social Innovation: Solutions for a Sustainable Future*. Berlin, Germany: Springer-Verlag.

Semana 11: Negocios sostenibles, verdes y sociales

- Sommer, A. (2012). *Managing Green Business Model Transformations*. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, Pp. 93-106.
- Young, D. (2012). *The State of Theory and Research on Social Enterprises*. In: Gidron, B. & Hasenfeld, Y. *Social Enterprises*. New York, NY: Palgrave Macmillan. Pp. 19-46.

Semana 13: Proyectos sostenibles

- Ramírez, C., Bengo, I., Mereu, R., Bejarano, A. & Silva, L.C. (2011). Participative Methodology for Local Development: The Contribution of Engineers Without Borders from Italy and Colombia: Towards the Improvement of Water Quality in Vulnerable Communities. *Systemic Practice and Action Research*, 24(1), 45-66.
- Acero, A.E., Ramirez Cajiao, M.C., Peralta Mejia, M., Payán Durán, L.F. & Espinosa Díaz, E.E. (2018) Participatory Design and Technologies for Sustainable Development: An Approach from Action Research. *Systemic Practice and Action Research*, 1–25. doi: 10.1007/s11213-018-9459-6
- Flórez, M.P., Ramírez Cajiao, M.C., Payán Durán, L.F., Peralta Mejia, M., Acero, A.E. (2018). A Systemic Methodology for the Reduction of Water Consumption in Rural Areas. *Kybernetes*, 1-15.

Semana 15: Dilemas éticos de la sostenibilidad en ingeniería

- Bell S. (2011) *Engineers, Society and Sustainability*. Morgan & Claypool Publishers. Pp 75-82
- El-Zein, A. & Hedemman C. (2016). Beyond problem solving: Engineering and the public good in the 21st century. *Journal of Cleaner Production*, 137, 692-700.