

Programa del curso CS5300

Desarrollo tecnológico y sostenibilidad

Escuela de Ciencias Sociales
Carrera de Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Producción Industrial

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1. Datos generales

Nombre del curso:	Desarrollo tecnológico y sostenibilidad
Código:	CS5300
Tipo de curso:	Teórico-Práctico
Obligatorio o electivo:	Obligatorio para Ingeniería Electrónica y electivo para Ingeniería en Producción Industrial
Nº de créditos:	3
Nº horas de clase por semana:	4
Nº horas extraclase por semana:	8
Ubicación en el plan de estudios:	X semestre (IE), IX semestre (PI)
Requisitos:	CS 3404 Seminario de Ética en la Ingeniería
Correquisitos:	EL 5609 Formulación de Proyectos
El curso es requisito de:	No es requisito de ningún curso
Asistencia:	Obligatoria
Suficiencia:	Sí
Posibilidad de reconocimiento:	No
Aprobación y actualización del programa:	Consejo de Escuela de Ciencias Sociales, Sesión No. 16-2025, artículo 03 del 4 de agosto de 2025

2. Descripción general

“No heredamos la tierra de nuestros antepasados, la tomamos prestada de nuestros hijos”
Gran Jefe Seattle

El curso Desarrollo tecnológico y sostenibilidad busca crear conciencia en las personas estudiantes de ingeniería acerca de los efectos negativos inmediatos y de mediano plazo que la producción sin control provoca al ambiente, identificando amenazas actuales y eventuales (futuras), así como estrategias jurídicas y económicas que hacen viable la producción limpia, a pesar de la competencia encarnizada, que la globalización impone, para dominar los mercados.

El contenido del curso se dirige a dotar al estudiantado del conocimiento que le permita identificar los riesgos globales asociados a la contaminación generada por el proceso mismo de producción y por la disposición de los desechos. Así como los compromisos asumidos por la comunidad internacional en procura de administrar tales riesgos y los beneficios económicos a que pueden acceder las empresas que asumen la responsabilidad de producción responsable con el ambiente. De manera que, en su desempeño profesional, conozca, respete y promueva diseños ingenieriles y procesos de producción menos contaminantes.

En el desarrollo del curso, las personas estudiantes serán enfrentadas a innovaciones tecnológicas sostenibles que les permitan conocer la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en la gestión ambiental y los modelos predictivos de desastres naturales.

Este conocimiento sensibiliza a las personas estudiantes en relación con la responsabilidad hacia el ambiente, que debe privar al momento de diseñar y producir tecnología, teniendo presente que el desarrollo tecnológico enfocado en la mejora de las condiciones de vida de la persona humana es loable, pero no debe perder de vista que esa mejora carece proporcionalmente de valor si descarta la sostenibilidad ambiental y se enfoca únicamente en la rentabilidad económica. En general, el curso Desarrollo Tecnológico y Sostenibilidad es la respuesta institucional al compromiso asumido por el TEC de formar profesionales conscientes y capaces de generar el cambio.

Este curso es subsiguiente a los cursos CS4402 Seminario de estudios costarricenses y CS3404 Seminario de ética para la ingeniería. Se imparte semestralmente, de manera que los temas contenidos en la primera Unidad del Programa del curso se desarrollan durante las primeras 3 semanas del período lectivo y la Unidad II se imparte en las 5 semanas subsiguientes. Los temas contenidos en la Unidad III se desarrollan en las siguientes 3 semanas y las 5 semanas restantes se dedican al desarrollo de la Unidad IV. Para un total de 16 semanas lectivas.

Al concluir el curso Desarrollo tecnológico y sostenibilidad se espera que la persona estudiante haya alcanzado el atributo Persona ingeniera y el mundo (PM) en un nivel avanzado, el cual, según la “Metodología para la incorporación y evaluación de los atributos del TEC” (2022, p 17): Analiza y evalúa el impacto ambiental y desarrollo sostenible en: la sociedad, la economía, la sostenibilidad, la salud y la seguridad, los marcos legales y el medio ambiente, al resolver problemas complejos de ingeniería.

Esto ya que la persona estudiante será capaz de prever y evaluar el impacto ambiental que conlleva el desarrollo tecnológico y proponer alternativas para su administración y para la contención de afectaciones al ambiente, la sociedad y la economía.

El curso Desarrollo Tecnológico y Sostenibilidad puede ser impartido en tres modalidades: presencial, semipresencial o virtual. Cuando se imparte en modalidad virtual, las sesiones pueden ser asincrónicas y/o sincrónicas. De manera que, tanto la persona docente como las personas estudiantes deben contar con las aplicaciones: Zoom y Microsoft teams. Además de ello, debe contar con una cuenta “@estudiantec” activa, así como cuenta Google.

En el desarrollo del curso se utilizarán plataformas como Zoom, Microsoft Teams, Google forms, padlet, jamboard, TecDigital, Youtube, y otras que oportunamente indique el profesor. Los medios de comunicación oficial entre estudiantes y profesor son el TecDigital (correos electrónicos masivos, noticias, SMS) y el correo electrónico institucional; pero además extraoficialmente se podrá utilizar plataformas de mensajería instantánea como Whatsapp, Telegram, Signal u otras, de acuerdo con las indicaciones del profesor. Estos medios se utilizarán para aclarar dudas y consultas que surjan durante el semestre, en los horarios definidos por el profesor.

3. Objetivos (general y específicos)

Al finalizar el curso la persona estudiante será capaz de cumplir con los siguientes objetivos

Objetivo general

Analiza de manera crítica el impacto del desarrollo tecnológico en aspectos socioeconómicos, ambientales y legales, previniendo amenazas a corto y mediano plazo, integrando estrategias sostenibles, éticas y legalmente fundamentadas para mitigar sus efectos en la resolución de problemas complejos de ingeniería orientados al desarrollo sostenible.

Objetivos específicos

1. Comprende el valor social, económico y legal de la naturaleza como base para el análisis del impacto ambiental en contextos de desarrollo tecnológico.
2. Evalúa las acciones de responsabilidad social, civil y penal de las industrias, considerando las amenazas ambientales de origen natural o antropogénico.
3. Propone alternativas de desarrollo tecnológico sostenibles que respeten la legislación ambiental nacional e internacional y gestionen la contaminación generada por sus procesos productivos.

4. Contenidos

Temas del curso
UNIDAD I.- FUNDAMENTOS DE ECONOMÍA, ECOLOGÍA Y AMBIENTE. 1. Conceptos generales.1.1 Naturaleza. 1.2 Ecología. 1.3 Economía. 1.4. Metabolismo Social.1.4.1. Relación entre Metabolismo Social, consumo energético y producción electrónica. 1.5 Cambio climático. 1.5. Economía ecológica. 1.6. Economía circular. 1.6.1. Diferencias entre la economía ecológica y la economía circular.1.7 Desarrollo. 1.7.1. Desarrollo Sostenible. 1.7 2. Estrategias de mitigación y adaptación. UNIDAD II. DESARROLLO SOSTENIBLE, SOCIEDAD Y POLÍTICAS ECONÓMICAS. 1. Desarrollo Sostenible. 2. Tecnología y Ambiente. 3.Hitos Tecnológicos y su Impacto Social. 4. Innovaciones Tecnológicas Sostenibles. 4.1. Casos de estudio de estudio de innovación tecnológica sostenible en electrónica (ecodiseño de circuitos y el uso de materiales biodegradables). 5. Desarrollo Sostenible y Globalización. 6. Análisis de la afectación de la Globalización en la cadena de suministros de componentes electrónicos. 7. Retos del Desarrollo Sostenible. 8. Alternativas al Desarrollo. UNIDAD III. TECNOLOGÍA Y AMENAZAS SOCIOAMBIENTALES. REGULACIONES NORMATIVAS 1. Identificación y comprensión de las amenazas. 1.1. Amenazas Naturales. 1.2. El Capitoloceno: Amenazas Antropogénicas. 2. Análisis de impacto y monitoreo (Énfasis: Medir el Problema). 2.1. Monitoreo Ambiental. 2.1.1. Regulación. 2.1.2. Herramientas Tecnológicas para el Monitoreo Ambiental. 2.1.2.1. Sensores electrónicos. 2.1.2.2. IoT (Internet de las cosas). 2.1.2.3. Sistemas SCADA como herramientas clave. 2.1.3. Indicadores Socioambientales. 3. Respuestas normativas y tecnológicas. 3.1. Cambio Climático. 3.2. Contaminación. 3.2.1. Contaminación del Agua, del Aire y del Subsuelo. 3.2.1.1. Residuos Electrónicos y Plásticos. 3.2.1.2. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. 3.3. Afectación en la Biodiversidad. 3.3.1. Salud Humana y Animal. 4. Tecnologías para la transición. 4.1. Contraste entre la Energía Fósil y las Energías Renovables. 4.2. Uso de Drones y Otros Equipos Tecnológicos en la Producción Agrícola. 4.3. Uso de la IA en la Gestión Ambiental. 4.4. Modelos Predictivos para Desastres Naturales. 4.5. Ética y Riesgos de la Automatización. UNIDAD IV. PRODUCCIÓN LIMPIA 1. Regulaciones para una producción menos contaminante. 1.1. Normas internacionales de gestión ambiental: ISSO. 1.2. Legislación costarricense para una producción menos contaminante. 2. Esfuerzos internacionales para controlar la contaminación ambiental: Del Protocolo de Montreal al COP29. 3. Análisis de casos: Empresas costarricenses que aplican producción limpia en electrónica.

5. Metodología

Los procesos de enseñanza aprendizaje, desarrollados en el TEC procuran la formación integral del estudiantado, promoviendo su crecimiento personal, profesional y favoreciendo la socialización y la autonomía. Esto se logra a partir de valores fundamentales como:

- El aprender a aprender
- El aprender a emprender
- El aprender a hacer
- El aprender a ser
- El aprender a vivir juntos
- El aprender a resolver

La docencia en el TEC promueve el desarrollo de destrezas y habilidades necesarias para que los futuros profesionales enfrenten con éxito los retos que plantea el mundo del trabajo y la sociedad, cimentado en la filosofía de “aprender a aprender”.

A partir del Modelo Académico del TEC se potencia la creación, gestión y transferencia del conocimiento orientada hacia el trabajo e investigación interdisciplinaria, multidisciplinaria y transdisciplinaria en los diferentes campos del conocimiento. De tal manera que este curso contribuye a fortalecer las destrezas del estudiantado en su desempeño profesional, identificando amenazas ambientales en los procesos productivos, previendo y administrando su impacto.

El curso Desarrollo tecnológico y sostenibilidad es un curso teórico compartido por personas docentes del área Social y del área de Derecho, que se imparte en modalidad presencial, semivirtual o virtual, y sigue una metodología de Aula Invertida, según la cual la persona docente asignará lecturas, infografías y vídeos para que sean conocidos por las personas estudiantes de previo a cada lección y durante esta, los estudiantes debatirán sobre casos icónicos que se han presentado en el ámbito industrial y agrícola y propondrán alternativas de prevención o mitigación.

De acuerdo con el modelo pedagógico institucional, la persona docente debe promover un aprendizaje significativo y colaborativo, mediante estrategias o técnicas didácticas y evaluativas armoniosas con esas líneas. Entre estas técnicas, se incluyen disertaciones magistrales por parte de la persona docente, debates, análisis de casos, lecturas dirigidas, discusiones en equipos a partir de podcast, vídeos y películas, investigaciones y exposiciones de los resultados de estas. Además, la persona docente puede acudir al uso de otras técnicas o estrategias de trabajo individual o grupal que permitan al estudiantado alcanzar los objetivos y habilidades propuestas en este programa.

Es responsabilidad de la persona docente cumplir con el horario establecido para las lecciones y las horas de consulta, contribuyendo así al reconocimiento de la puntualidad como un valor necesario en las relaciones humanas; desarrollar las sesiones en concordancia con los objetivos y contenidos planteados en este programa y ofrecer espacios para aclarar las dudas o comentarios que el estudiante realice a través de distintos medios de comunicación. Además, debe ser flexible, ante las necesidades de profundización en temas que resulten de mayor interés para el estudiantado. Su rol es de facilitador, suministrando información y desarrollando explicaciones para que los alumnos estén en condiciones de asimilar los contenidos del curso, con independencia de la modalidad en que se imparta. Asimismo, dar las aclaraciones y la retroalimentación que el trabajo de la persona estudiante requiera para cumplir con los objetivos planteados en este programa.

Durante el período lectivo, es responsabilidad de la persona estudiante participar de las 16 sesiones, aun cuando la asistencia no es obligatoria, ya que en el desarrollo de las clases se realizan actividades evaluativas, previamente comunicadas. De

manera que en los cursos virtuales debe asistir a las sesiones sincrónicas y participar de las sesiones asincrónicas, según la programación establecida por el docente. Cuando la modalidad es presencial, todas las sesiones serán 100% presenciales y el estudiantado debe participar activamente en ellas, así como desarrollar las actividades asignadas por el docente, para su realización dentro o fuera de horario de clase, con el fin de alcanzar los objetivos del curso. Asimismo, el estudiantado debe demostrar dentro y fuera del aula, todas aquellas competencias actitudinales que fomenten una apropiación de su proceso de aprendizaje, un trabajo en equipo eficiente, y que reflejen los valores éticos y humanos fomentados por la Institución en cumplimiento de lo normado por el Reglamento del Régimen de Enseñanza-Aprendizaje (RREA).

Para que la persona estudiante pueda hacer efectivo su derecho de consulta, se facultarán medios de comunicación como el TecDigital (correos electrónicos masivos, noticias, SMS) y el correo electrónico institucional; pero además extraoficialmente se podrá utilizar plataformas de mensajería instantánea como WhatsApp, Telegram, Signal u otras. Además, cuando la modalidad del curso es presencial, la persona docente debe cumplir puntualmente con su horario de consulta y atender a todos los estudiantes que se hagan presentes dentro de ese horario.

Objetivo general del curso	Atributo correspondiente	Nivel* de complejidad del atributo
Analiza de manera crítica el impacto del desarrollo tecnológico en aspectos socioeconómicos y ambientales, previendo amenazas a corto y mediano plazo, además de proponer estrategias sostenibles para mitigar sus efectos.	Persona ingeniera y el mundo	Avanzado

6. Evaluación

El carácter acumulativo de la evaluación servirá para otorgar una calificación final al estudiante, la cual refleje el rendimiento obtenido en cada asignatura a lo largo del semestre (artículo 62 del RREA).

Los criterios de evaluación estarán sujetos a modificaciones por parte de cada persona docente; sin embargo, el Área de Derecho recomienda los siguientes criterios de evaluación sumativa:

Cuando el curso se imparte bajo modalidad presencial, la persona docente debe indicar a sus estudiantes los instrumentos de evaluación que aplicará (exámenes parciales, tareas, etc.) y la ponderación de la nota para cada uno de estos, al iniciar el curso. Se recomienda, además, compartir con el estudiantado las rúbricas de evaluación.

La persona docente tiene la responsabilidad de avisar con al menos ocho días de antelación cuando va a aplicar una prueba y para esto debe haber entregado las evaluaciones anteriores debidamente calificadas.

Cuando el curso es virtual, el docente debe entregar el cronograma de sesiones sincrónicas, asincrónicas y evaluaciones, dejándolo en el TecDigital para su consulta por parte del estudiantado. Las evaluaciones serán definidas por el docente, pero se recomienda ajustarse a la siguiente distribución.

Criterios (actividades e instrumentos) de evaluación	Porcentaje de la nota final
Presentaciones orales y tareas	70%
Pruebas escritas	30%
Total 100%	

Las pruebas escritas contarán, según el criterio de la persona docente, con preguntas cerradas, las cuales permiten verificar el dominio conceptual y preguntas abiertas, así como análisis de casos. Estas promueven el análisis reflexivo y la argumentación fundamentada. Cada prueba tendrá el mismo peso porcentual, según el criterio que emita la persona docente, en el diseño instruccional. de la valoración que se hace del cumplimiento del atributo en su proceso de aprendizaje.

Presentación Oral: Es una estrategia de evaluación que permite a la persona estudiante comunicar de forma clara, argumentada y crítica su comprensión legal, ética y de equidad, sobre la realidad que está valorando. Además, fortalece habilidades comunicativas esenciales para el ejercicio profesional. Estas actividades de evaluación, así como la cantidad de ellas, serán definidas por la persona docente, indicando en el diseño instruccional que se entrega a las personas estudiantes, si se realiza de manera individual o en equipos.

Tareas: Es una estrategia de evaluación que permite valorar el aprendizaje autónomo y la aplicación de conocimientos en contextos reales o simulados de este curso. Favorece el desarrollo del pensamiento crítico, la argumentación y la capacidad de síntesis. Su diseño estará alineado con los objetivos del curso y contemplará criterios claros de evaluación. Además, promueve la autorregulación del aprendizaje y ofrece a la persona docente evidencia concreta del progreso estudiantil con respecto al atributo ética y equidad. Asimismo, favorece la autonomía del estudiante, al requerir la gestión del tiempo, la búsqueda de información pertinente y la toma de decisiones fundamentadas.

Según el criterio de la persona docente puede adoptar diversas modalidades: ensayos, estudios de caso, análisis de lecturas, proyectos de investigación, propuestas de intervención, entre otros.

Ensayo: Es un escrito en prosa, generalmente breve, que expone sin rigor sistemático, pero con hondura, madurez y sensibilidad, una interpretación personal sobre un tema relativo al atributo de ética y equidad; permitiendo a la persona estudiante desarrollar el pensamiento crítico, que a la vez hace que la persona estudiante adquiera habilidades de análisis, síntesis y emisión de juicios de valoración.

Investigación con tutoría: Es una metodología que consiste en investigar un problema con continua tutoría del docente. Permite al estudiantado efectuar un análisis profundo de un problema en su contexto. Este instrumento de evaluación fortalece en la persona estudiante el desarrollo de la comprensión de un problema, la aplicación del método científico la adquisición de habilidades en la búsqueda, el análisis y la interpretación de información.

La persona docente entregará al inicio del período lectivo, el cronograma de las actividades de evaluación sumativa y avisará con suficiente antelación cuando debido al avance del curso, deba suspender o posponer una actividad de evaluación.

Por ser el curso Desarrollo Tecnológico y Sostenibilidad punto de control para las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Producción Industrial, que se acreditan con AAPIA el atributo Persona ingeniera y mundo (PM) se evidenciará con una investigación con tutoría y su respectiva exposición oral, con los temas asignados por las personas docentes, como actividad de evaluación y se verificará el logro del atributo mediante la aplicación de una rúbrica y utilizarán los siguientes criterios de evaluación sumativa:

4%	2%	1%	3%
Desarrollo del tema	Bibliografía	Evaluación de pares (aportes individuales y trabajo en equipo)	Pertinencia de las conclusiones

La rúbrica será entregada por la persona docente al momento de establecer la prueba con la que se evalúa el atributo. Cada persona docente podrá adecuar los porcentajes de cada rubro de acuerdo con su criterio.

Para desarrollar esta evaluación la persona estudiante, además del desarrollo de los temas en clase, contará con lecturas, jurisprudencia y vídeos que le será suministrados por las personas docentes a cargo del curso.

7. Bibliografía

Bibliografía obligatoria

La bibliografía obligatoria será proporcionada por cada persona docente en el diseño instruccional. Todos los materiales de consulta obligatoria para la persona estudiante podrán ser encontrados en formato digital en el TEC Digital, en la biblioteca del TEC y/u otros repositorios definidos por la persona docente.

- Baquero, M. (2023). Del “Consejo de los Commodities” al “Consenso de la Descarbonización”. Nueva Sociedad, (306).
- Gudynas, E. (2002). Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible en América Latina. San José, Costa Rica: DEI-UNED-UBL.
- Gudynas, E. (2011). Debates sobre el desarrollo y sus alternativas en América Latina: Una breve guía heterodoxa. En Lang y Mokrani (Eds.), Más allá del desarrollo, 21-54, Fundación Rosa Luxemburg/Abya Yala
- Lang, Miriam (2016): Alternativas al Desarrollo. En Cianci Bastidas, María et al.(comp.) (2016): Siembras del Buen Vivir. Entre utopías y dilemas posibles, ALER, Quito, pp. 9-28
- Machado Aráoz, H. (2016). Sobre la naturaleza realmente existente, la entidad "América" y los orígenes del Capitaloceno. Dilemas y desafíos de especie. Actual Marx/Intervenciones, (20), 205-230.

- Madrid Vicente, A. (2019). Ciencia y tecnología de la energía solar, hidráulica, eólica, geotérmica, biomasa y fusión nuclear. AVM Editorial.
- Salleh, Ariel (1994). Naturaleza, mujer, trabajo, capital: la más profunda contradicción. En O'Connor (Ed.) Is sustainable capitalism possible?, 35-47, Guilford Publications
- Pacto Ecosocial e Intercultural del Sur. (2023, 9 de febrero). Manifiesto de los Pueblos del Sur – Por una Transición Energética Justa y Popular. Manifiesto.
- Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. Relaciones, 34(136), 13–40.
- Ulrich Brand & Wissen, M. (2019). Nuestro bonito modo de vida imperial. Cómo el modelo de consumo occidental arruina el planeta. Nueva Sociedad, (279), enero-febrero.
- Unceta, K., Acosta, A., & Martínez, E. (2014). Desarrollo, postcrecimiento y Buen Vivir: Debates e interrogantes. Ediciones Abya-Yala.

Bibliografía complementaria

- Pérez Gisbert, A. (2010). Ingeniería del Medio Ambiente. Club Universitario.

Convenios y Acuerdos Internacionales

- Convención de Ramsar. (1971). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. Ramsar, Irán.
- Convenio de Basilea. (1989). Convenio sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

- Convenio sobre la Diversidad Biológica. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica y el uso sostenible de sus componentes. Naciones Unidas.
- Protocolo de Montreal. (1987). Protocolo relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. PNUMA.
- Protocolo de Kioto. (1997). Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas.
- Acuerdo de París. (2015). Acuerdo de París sobre el cambio climático.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
- COP29. (2024). Conferencia de las Partes sobre el Cambio Climático – COP29. Naciones Unidas.

8. Persona docente

El curso será impartido por las personas docentes de áreas afines a la temática de la Escuela de Ciencias Sociales del Campus Central y de la Escuela de Idiomas y Ciencias Sociales del Campus Tecnológico Local San Carlos. Se nombrarán en cada semestre que se impartirá el curso y pueden variar periódicamente, por lo que en este documento no se indican quiénes serían. En consecuencia, los datos como grado académico, oficina, número de teléfono y correo electrónico, entre otros, se reportarán en el documento que cada semestre se entrega a las personas estudiantes. Asimismo, las horas de consulta serán establecidas por las personas docentes, según la normativa interna del ITCR se debe consignar dos horas por cada curso.