

SUSTENTABILIDAD EN ASIGNATURAS DE INGENIERÍA CIVIL DE UTN.BA COMO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

José Luis Verga, UTN.BA, arqjlv@yahoo.com.ar

María Elena Forzinetti, UTN.BA, meforzi@gmail.com

Marcelo Adrián Masckauchan, UTN.BA, masckauchan@frba.utn.edu.ar

Resumen— El Proyecto de Investigación y Desarrollo denominado ‘Tratamiento de la temática de sustentabilidad de manera transversal en la carrera de Ingeniería Civil de la UTN.BA’ tiene como objetivo general caracterizar modos de incorporar y tratar transversalmente la temática de sustentabilidad en asignaturas dependientes del Departamento de Ingeniería Civil desde el primero al último año de la carrera y como objetivos específicos diagnosticar la incorporación actual de la temática en las asignaturas, establecer contenidos teóricos-prácticos referenciales y determinar parámetros significativos de aplicación en cada caso en particular. Toma como antecedentes otras investigaciones vinculadas a la temática ambiental. Parte de considerar referencias relevantes sobre sustentabilidad, planificación e ingeniería civil. Propone una metodología a nivel exploratorio que requiere de un equipo multidisciplinario que posibilite miradas diferentes provenientes desde la ingeniería respecto a lo tecnológico-social-legal-económico y desde la educación en cuanto a la innovación-transferencia-implementación. Muestra avances alcanzados respecto a la incorporación actual de la temática en asignaturas de Civil en UTN.BA y en otros ámbitos académicos nacionales y extranjeros de referencia. Pretende que el resultado final permita la aplicación de una formación distinta a estudiantes que, como futuros ingenieros civiles egresados de esta casa de estudios, aporten soluciones innovadoras respecto a la de sus colegas y en general, contribuya al avance científico-tecnológico, a la transferencia al medio y a la capacitación de recursos humanos.

Palabras clave—*sustentabilidad, formación transversal innovadora, ingeniería civil.*

1. Introducción

El Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) denominado ‘Tratamiento de la temática de sustentabilidad de manera transversal en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN.BA), MSUTNBA0004494, director José Luis Verga, Unidades Científico-Tecnológicas de UTN.BA: Departamento de Ingeniería Civil y Centro de Investigación e Innovación Educativa (C.I.I.E.); programa: ‘Medio Ambiente, Contingencias y Desarrollo Sustentable’; campo de aplicación: ‘Desarrollo de la Educación’ y ‘Promoción General del Conocimiento’; disciplinas científicas: Ingeniería Civil en Sustentabilidad, Higiene-Seguridad y Calidad y Educación en formación transversal; tiene inicio el 01 de enero de 2017 y finalización el 31 de diciembre de 2019.

Propone un recorrido exploratorio en las asignaturas de la carrera para reconocer una problemática presente en la formación del estudiante de la UTN.BA respecto a la inclusión de temáticas de manera transversal como la de sustentabilidad, entre otras, que permita la consideración, desde una mirada diferente de aplicación particular a cada asignatura, respecto a las competencias actuales.

La carrera de Ingeniería Civil en UTN.BA, tiene la particularidad de proponer a sus estudiantes perfiles de formación, en los últimos años de cursada, como ‘construcciones’, ‘vías de comunicación’ e ‘hidráulica’, relacionados con las incumbencias profesionales tradicionales de la Ingeniería Civil y desde 2017, uno nuevo denominado ‘ambiental’.

El Departamento de Ingeniería Civil de UTN.BA y el equipo multidisciplinario que participa del presente proyecto, integrado por docentes - investigadores con competencias en arquitectura, urbanismo y planeamiento, ingeniería ambiental, geología, ingeniería civil, ingeniería química, higiene-seguridad y calidad, tienen especial interés en la necesidad de incluir formación en las asignaturas de manera transversal vinculada principalmente a la sustentabilidad pero además a la higiene y seguridad en el trabajo y la de calidad en cada etapa del proceso y en el resultado final de una obra de Ingeniería Civil, situación que exigiría previamente una verificación situacional, una elaboración de parámetros de aplicación y finalmente modos de tratamiento para la ampliación de conocimientos.

El modo de abordar el problema debe darse a través de un proceso que comience con el relevamiento de los contenidos programáticos, reuniones presenciales con los docentes y la observación de clases teórico-prácticas que permitan reconocer contenidos específicos y su alcance, profundidad, oportunidad, entre otros posibles aspectos, de cada una de las asignaturas y se continúe con la selección de la documentación, bibliografía y normativa pertinente sobre sustentabilidad en Ingeniería Civil para que luego pueda realizarse el análisis, interpretación, síntesis de aquellos contenidos que permitan obtener un marco teórico general para la elaboración de parámetros específicos de aplicación de la temática en cada asignatura de la carrera que posibilite concluir con la realización de un documento en el que se establezcan sugerencias sobre modos de tratar la temática en cada una de las asignaturas en las cuales no se encuentre presente para que pueda ser incorporada desde una mirada diferente a la tradicional.

El resultado de la investigación permitirá formular conclusiones explicitadas en un informe final que podrá ser utilizado como referente en otras regionales de UTN u otras altas casas de estudio en las que se pretenda alcanzar una situación similar en la carrera de Ingeniería Civil.

2. Antecedentes

Investigaciones anteriores:

‘Adecuación de la formación ambiental del Ingeniero Civil en la UTN; estudio comparativo inter-facultades’, director Dr. Alicia Bugallo, participación de docentes-investigadores de UTN Buenos Aires y de UTN Gral. Pacheco, 2009-2012.

‘Factibilidad técnica y económica en la reutilización de escombros de albañilería resultantes de la demolición y construcción’, director Lic. Carlos Alberto Di Salvo, participación de docentes-investigadores de UTN Buenos Aires, 2011-2014.

‘Estrategias didácticas y metodológicas para transferir saberes ambientales en la formación del Ingeniero Civil de cinco Facultades de la UTN’, director Dr. Raúl César Pérez, participación de docentes-investigadores de la carrera de Ingeniería Civil de Regionales Bahía Blanca, Buenos Aires, Gral. Pacheco, Mendoza y Rosario, 2013-2016, siendo Territorio,

Sustentabilidad, Ambiente, Desarrollo Sustentable, Desarrollo Local y Participación Social los saberes involucrados.

3. Conocimiento del Tema

El documento referencial del que se parte ‘La visión para la Ingeniería Civil en 2025’ [1], basada en ‘La Cumbre sobre el futuro de la Ingeniería’, indica que, de acuerdo al mandato de la sociedad de crear un mundo sostenible y de mejorar la calidad de vida global, los ingenieros civiles deben servir de manera competente, colaborativa y ética como maestros en la planificación, diseño, construcción y operación del motor económico y social de la comunidad en el ambiente construido; en la custodia del ambiente natural y sus recursos; en la innovación e integración de ideas y tecnologías en el ámbito público, privado y académico; en la gestión de los riesgos y las incertidumbres causados por acontecimientos naturales, accidentes y otras amenazas; en liderar debates y decisiones que conforman la política pública ambiental y de infraestructuras.

En ‘Nuestro Futuro Común’ [2] se intenta conseguir la eliminación de la confrontación entre ‘desarrollo’ y ‘sostenibilidad’ y es en ese momento en el que se define el concepto de sostenibilidad como aquel desarrollo consistente en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

En ese mismo documento se insta a la creación de una nueva carta que anuncie principios fundamentales para alcanzar el desarrollo sostenible pero recién en el año 2000, surge la ‘Carta de los Pueblos’, hoy ‘La Carta de la Tierra’ [3], que se indica como una formulación de principios éticos fundamentales para la construcción de una sociedad global justa, sostenible y pacífica en el siglo XXII, siendo el principal aquel que involucra el ‘respeto y cuidado de la comunidad de la vida’ a alcanzar mediante cuatro compromisos generales como son a) el de ‘respetar la Tierra y la vida en toda su diversidad’; b) el de ‘cuidar la comunidad de la vida con entendimiento, compasión y amor’; c) el de ‘construir sociedades democráticas justas, participativas, sostenibles y pacíficas’ y el de ‘asegurar que los frutos y la belleza de la Tierra se preserven para las generaciones presentes y futuras’, a conseguirse mediante la ‘integridad ecológica’, la ‘justicia social y económica’ y la ‘democracia, no violencia y paz’.

En ‘Contribución de la Ingeniería Civil al Desarrollo sostenible’ [4] se indican valores cuantitativos y cualitativos que definen la sostenibilidad de la siguiente manera: a) ‘Equilibrio’: Se busca satisfacer las necesidades básicas de la población sin deteriorar el ambiente a largo plazo; b) ‘Descentralización, carácter endógeno, autocentrado, autosuficiente del desarrollo’: Vinculación de las distintas partes de un territorio, región o país con su tejido social para que se logre diversidad, calidad y autosuficiencia que posibilite el acercamiento hacia el desarrollo sostenible; c) ‘Bienes y servicios’: Configuración de estándares de vida identificados con equipamiento, infraestructura, vivienda, educación, salud, empleo, otros; d) ‘Biodiversidad’: Conservación de los ecosistemas, riqueza de especies y protección de espacios naturales; e) ‘Recursos’: Agua, aire, suelo, materiales (alimentos, recursos no renovables, combustibles fósiles, minerales), energía; f) ‘Contaminación’: Agua, aire, radiaciones, ruido, residuos, capacidad de autodepuración. Juntos configuran un conjunto de requerimientos mínimos que deben ser satisfechos ‘simultáneamente’ para que sea considerado sostenible un determinado proyecto como así también un modelo de desarrollo.

La sostenibilidad o desarrollo sostenible, desde la Ingeniería Civil, se muestra como la capacidad de decisión frente a temas territoriales, de transporte, infraestructuras y equipamientos que, al incidir de forma directa en la vida social y económica de las personas,

requiere pensar la labor profesional con una perspectiva más amplia que logre una visión finalista en el objetivo social y ambiental del trabajo.

Los criterios de sostenibilidad que se proponen son: a) Pensar siempre en el alcance global y permanente del trabajo a realizar aunque se trate de un proyecto de ámbito local, teniéndose en cuenta las posibles interacciones sobre el entorno próximo y lejano para tratar de promover ‘simultáneamente’ la sostenibilidad local y global; b) Sopesar siempre tanto el corto como el largo plazo y buscar el máximo nivel de decisión en las primeras fases de estrategias, planes, programas, estudio de alternativas frente a fases posteriores de proyecto y ejecución; c) Estudiar en profundidad interrelaciones e interconexiones entre distintos factores intervinientes en un proyecto; d) Buscar la decisión ambientalmente óptima ya que aunque pueda ser aparentemente más costosa no lo sería si se la considera como una inversión para el futuro; e) Conseguir interdisciplinariedad que acostumbre al trabajo en equipos multidisciplinares; f) Trabajar con la idea de límites, del enfoque de ahorro, de la economía de recursos como reto tecnológico, del diseño con procesos de gasto mínimo posible de recursos naturales; g) Respetar procesos naturales, conservación de ecosistemas, autodepuración, cauces de agua, trayectos naturales de transporte, asentamientos de población; facilidad de explotación y mantenimiento; h) Comprobar la incidencia que pueda producir cualquier proyecto en la diversidad biológica o funcional de un territorio, en provocar procesos de desertificación o erosivos, en modificar recorridos de cursos de agua, en expandir las áreas urbanas. La mención de dichos criterios permite dar cuenta de la necesidad de la incorporación en la formación del estudiante de Ingeniería Civil para que potencie a futuro su intervención en proyectos de distintos grados de complejidad.

Resulta interesante la observación del documento ‘Criterios de sostenibilidad aplicables al planeamiento urbano’ [5], debido a que aquellos que se mencionan guardan relación con los diferentes aspectos formativos del Ingeniero Civil, así se incluyen los relacionados para a) un ‘planeamiento más sostenible’ a través de los indicados en ‘consumo del suelo’ y ‘estructura de espacios naturales’; b) un ‘modelo de funcionamiento urbano’ teniéndose en cuenta a los de las ‘características del territorio’; el ‘ciclo del agua’; la ‘energía’; los ‘materiales de construcción’; los ‘residuos urbanos’; las ‘emisiones contaminantes’; c) una ‘movilidad sostenible’; d) la ‘rehabilitación y recuperación de zonas urbanas’; e) la ‘corresponsabilidad y participación ciudadana’; f) los ‘planes urbanísticos integrados’.

Del mismo modo en ‘Planificación de ciudades sostenibles’ [6], se observa una relación con la Ingeniería Civil cuando se involucran temas como a) desafíos urbanos y la necesidad de revisar la planificación urbana; b) la importancia de entender la diversidad de contextos urbanos; c) el surgimiento y la diseminación de la planificación urbana contemporánea; d) el marco institucional y regulador de la planificación; e) planificación, participación y política; f) el acercamiento entre las agendas verde y marrón; g) planificación e informalidad; h) planificación, estructura espacial de las ciudades y oferta de infraestructura; i) el monitoreo y la evaluación de los planes urbanos; j) enseñanza de la planificación; k) la construcción de un nuevo papel para la planificación urbana.

La sustentabilidad o sostenibilidad puede definirse como la equidad ecológica, económica y social que deviene de tres reglas: a) la tasa de utilización de recursos renovables y la de regeneración natural; b) la emisión de residuos y la capacidad de asimilación de los ecosistemas; c) la explotación casi sustentable, supeditada a la tasa de agotamiento de los recursos no renovables y a la tasa de creación de sustitutos renovables. Conseguir y mantener el equilibrio entre ellas implicaría un desarrollo de mejora continua que permita satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de hacerlo a las generaciones futuras, aceptando a todas como pertenecientes al ecosistema que debe responder con su capacidad de carga en el tiempo.

En 'Ingeniería Civil 2025, Una reflexión argentina acerca del Documento La Visión para la Ingeniería Civil en 2025' [7], se indica que la Ingeniería Civil Argentina tiene como desafío ofrecer a la sociedad una oportunidad única de experimentar la mejora en la calidad de vida mediante el desarrollo de soluciones adecuadas ante diversas problemáticas a través de una participación activa que exceda un rol estratégico para convertirse en vital e indispensable, junto a medidas y planes de acción del estado que posibilite lograr a) el incremento substancial del número de estudiantes graduados de ingeniería; b) la mejora y la adaptación de los planes de enseñanza y formación del estudiante; c) el incremento de programas interactivos entre los institutos de Ciencias Aplicadas, Tecnologías y de Ingeniería, además de las industrias y empresas, para lograr que el joven graduado adquiera una formación profesional temprana acorde a los requerimientos actuales; d) una mayor trascendencia en la difusión de las realizaciones de la ingeniería frente a la sociedad; e) mayor participación y liderazgo en los debates sobre decisiones que conformen la política pública ambiental y de infraestructuras.

En 'Desarrollo sustentable en la Ingeniería Civil' [8], desde una mirada tradicional según la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se indica al Ingeniero Civil como a aquel profesional capacitado para 'participar en las etapas de planeación, diseño, organización, construcción, operación y conservación de obras civiles e infraestructura', conceptualización que ha estado vigente a lo largo de la historia pero que no resulta representativa de la situación actual debido a que las etapas de un proyecto se identifican con un ciclo de vida que comienza con el nacimiento, como es la 'planeación' y culmina con el fin de su vida útil, apreciación que permitiría la reformulación hacia un enfoque más global que reemplace aquel proceso lineal por uno más circular.

Este nuevo enfoque incluye las etapas de 'planeación, desarrollo, diseño, construcción, uso y operación, mantenimiento, modificación y deconstrucción', donde ésta última presenta una importancia fundamental en el proceso debido a que es la instancia en la que se busca maximizar el potencial de desmontaje para la recuperación de la mayor cantidad de componentes para su reutilización posterior y los materiales para su reciclaje que, en ambos casos, puedan reducir la generación de residuos de construcción a largo plazo.

La práctica de la sustentabilidad que da el desarrollo sustentable debería considerar, no solamente aspectos económicos y técnicos sino, además, aspectos sociales y ambientales, interrelacionándose, en este nuevo enfoque, las etapas mencionadas con los principios de sustentabilidad y los recursos involucrados.

Los principios de sustentabilidad son a) reducción; b) reutilización; c) reciclado; d) protección de la naturaleza; e) eliminación de sustancias tóxicas; f) evaluación económica del ciclo de vida; g) calidad. Los recursos involucrados son : a) Suelo: no utilización de suelo fértil para construcción urbana, reciclaje; b) Materiales: utilización de los de ciclo cerrado (se mantienen productivos mediante su reutilización y reciclaje), eliminación de emisiones líquidas, sólidas y gaseosas; c) Energía: conservación a través de la implementación de un diseño pasivo, de la utilización de fuentes renovables, envolvente de edificios resistente a la transferencia de calor conductivo; d) Agua: desarrollo de técnicas de conservación del agua a través de la captación de agua pluvial, el tratamiento, el uso de bombas de bajo flujo; e) Ecosistemas: sinergia entre ambiente construido y sistemas.

El análisis de la currícula de la carrera conduce a que un Ingeniero Civil es el profesional capacitado para 'entender y prever tanto las propiedades mecánicas de los materiales como el comportamiento de las estructuras y las obras de construcción y con base en ello prever impactos sociales, ecológicos y económicos que estas pudieran ocasionar (Facultad de Ingeniería, UNAM).

Si bien se estudian estos aspectos en las diversas asignaturas todavía no se ha llegado a su completa implementación en las mismas ni en el ejercicio de la profesión, habiendo aún un largo camino por recorrer que debería comenzar o continuar, si se hubiera iniciado, en un cambio de enfoque en la enseñanza de la Ingeniería Civil partiendo de un paradigma que es aquel que indica que no importa cuánto se gane económicamente en un proyecto sino por sobre ello cuál es el beneficio para el mundo.

Es habitual pensar que en la formulación de un proyecto exista un comitente con necesidades a satisfacer y un profesional con incumbencias decidido a solucionarlas a través de un proyecto en el que participan en cada etapa distintos rubros que muchas veces no están integrados generándose inconvenientes que luego implicaran impactos al entorno cercano y al mundo a nivel global, motivo de preocupación que invita a pensar en la importancia que tiene 'la planeación y el diseño' como etapas donde puede lograrse la mayor cantidad de beneficios económicos, ambientales y sociales y su omisión traería como consecuencias atrasos en la obra, disminución de utilidades e impactos negativos para el ambiente y la sociedad.

Tiene importancia en la enseñanza de la carrera de Ingeniería Civil hacia el ejercicio profesional de sus futuros egresados tener presente tres decisiones que deberán estar basadas en: a) un esquema ético que represente la responsabilidad moral frente a futuras generaciones; b) la voluntad de aceptar y entender el riesgo; c) los costos económicos de su aplicación y los impactos resultantes.

Las estrategias, para que ello suceda, involucran a la a) Política: reglamentaciones más estrictas para obtener un mayor control del crecimiento de áreas urbanas; b) Ciencia: invención de tecnologías que reduzcan la contaminación, producción sustentable de alimentos, mantener calidad de vida sin dañar el ambiente; c) Construcción: aplicación de nuevos métodos y enfoques en la industria de la construcción que reduzcan su impacto ambiental y encuentren una sinergia con el entorno; d) Sociedad: conlleva la participación para mejorar su entorno urbano así como su relación con el ambiente a fin de no dañarlo.

A modo de resumen los antecedentes, bases teóricas y definiciones que conformarán el marco teórico referencial del presente proyecto involucran la consideración de la temática de sustentabilidad como relevante en la implicancia de un cambio de mentalidad que permita un traspaso del desarrollo pensado exclusivamente en términos cuantitativos, basados en el crecimiento económico, a uno pensado en términos cualitativos en el que se puedan establecer vinculaciones entre aspectos económicos, sociales y ambientales, motivo que muestra la importancia de la incorporación de miradas distintas en los procesos de formación tradicionales respecto a los modos de tratarla.

4. Objetivos

Como Objetivo General se pretende caracterizar modos de tratar transversalmente la temática de sustentabilidad en asignaturas del primero al último año de la carrera, dependientes del Departamento de Ingeniería Civil a través de objetivos específicos como 1- diagnosticar el grado de incorporación de la temática en las asignaturas; 2- establecer contenidos teóricos y prácticos sobre sustentabilidad en la Ingeniería Civil y 3- determinar parámetros significativos de aplicación para cada asignatura en particular.

Para la obtención de los objetivos específicos se debería conseguir implementar en cada uno de ellos lo siguiente:

En 1- 'Diagnosticar el grado de incorporación de la temática en las asignaturas' cabe, según la experiencia adquirida del director y algunos docentes-investigadores integrantes del presente

proyecto en anteriores investigaciones vinculantes con la temática a) la verificación de la presencia de contenido teórico-práctico respecto a la temática de sustentabilidad tanto en el programa sintético como en el programa analítico de cada una de ellas debido a que podría ocurrir que exista diferencia en el grado de incorporación y b) la relación existente, en cada una de las asignaturas, entre contenido denominado ‘tradicional’ y contenido denominado ‘sustentable’

En 2- ‘Establecer contenidos teóricos y prácticos sobre sustentabilidad en la Ingeniería Civil’ se parte de pensar que no existe un único modelo de aplicación en ‘sustentabilidad’ sino que pueden presentar diferentes opciones, incluso contrapuestas, situación que permitiría inferir que la pluralidad se articulará en torno a múltiples variables que condicionarían tanto los planteamientos generales como las medidas concretas a adoptar. La posición relativa de cada país en el orden internacional, su grado de desarrollo industrial, la controversia ecologismo-desarrollismo y el debate ideológico configuran diversas alternativas. Puede plantearse a modo simplista dos opciones, polarizadas respecto al eje de la sustentabilidad a) una profunda, que plantee una revisión de los modos de producción y consumo; b) otra posibilista, que trate de corregir desequilibrios actuales mediante reformas paulatinas. Se pretende definir previamente un conjunto de requerimientos mínimos de sustentabilidad, aceptable para todos que, tomados como base de partida, permitan diferentes opciones en establecer prioridades en cuanto a la incorporación transversal de contenidos en la carrera que valore en todo proyecto de Ingeniería Civil a) el ahorro de energía y recursos, el reciclado de materiales y la minimización de la emisión de sustancias tóxicas a lo largo de su ciclo de vida; b) armonía con el clima local, la cultura y el ambiente del entorno; c) capacidad de sostener y mejorar la calidad de vida de las personas manteniendo los ecosistemas a niveles locales y globales; d) trabajar de manera sinérgica con el ambiente, la sociedad y la economía.

En 3- ‘Determinar parámetros significativos de aplicación para cada asignatura en particular’, la formulación dependerá de resultados alcanzados en el primero de los objetivos mencionado respecto a la inclusión-exclusión de la temática y de resultados del segundo objetivo, vinculados ambos a la transversalidad y serán definidos-construidos según pautas ambientales y de sustentabilidad reconocidas en trabajos específicos internacionales pero además incorporando la experiencia profesional y de docentes-investigadores en las distintas áreas que, entre otras cosas, implicaría la no inclusión de nuevos contenidos teórico-prácticos a través de la incorporación de nuevas asignaturas debido a que la pertenencia a la UTN.BA hace que sea conocida la imposibilidad de generar mayor carga horaria.

5. Metodología

Este proyecto experimental a nivel exploratorio se enmarca en las ciencias de la Ingeniería y en las de la educación y su complejidad necesita que el equipo multidisciplinario con el que cuenta permita miradas diferentes que posibiliten un enfoque conceptual en el que se involucren aportes provenientes de la ingeniería en cuanto a aspectos tecnológico, sociales, legales y económicos y también de la educación respecto a innovación, transferencia e implementación.

El campo estará limitado a las asignaturas de la carrera, del primero al último año, dependientes del Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional.

Inicialmente se deben analizar contenidos sobre sustentabilidad en su programación actualizada de las asignaturas, se realizarán entrevistas a docentes y se observarán de manera presencial clases teórica-prácticas que permitirá realizar el procesamiento de lo obtenido a fin de conseguir

el diagnóstico de situación, según lo mencionado en el primer objetivo específico, respecto a la inclusión de la temática central del presente proyecto.

A continuación proceder a la selección de documentos, bibliografía y normativa, en modo alguno excluyente, que permitirá su interpretación para establecer un marco referencial del cual obtener contenidos pertinentes sobre la temática 'sustentabilidad' para la carrera que, pensados desde el rol más amplio del Ingeniero Civil, posibilitará la determinación de parámetros que surgirán de los resultados de este proceso previo en los que se verán involucrados tipo, profundidad y alcance de ellos para cada asignatura.

Las conclusiones del proyecto deberán mostrar los resultados alcanzados y establecer ciertos modos de tratar la temática para que los docentes puedan apropiarse del más conveniente para la incorporación de contenidos específicos y alcanzar en algún momento la inclusión de ellos en la programación analítica de sus asignaturas.

La socialización de los avances y resultados a través de la participación en eventos nacionales e internacionales permitirá conocer el aporte del proyecto a la comunidad universitaria.

6. Logros obtenidos

Durante el primer año de desarrollo del proyecto de investigación mencionado se realizó una tarea de relevamiento, análisis y síntesis de lo indicado, sobre la inclusión de contenidos ambientales, específicamente referidos a la sustentabilidad, según resolución 1030, en los programas analíticos de las materias troncales y electivas de los perfiles 'construcciones', 'vías de comunicación', 'hidráulica' y 'ambiental' presentes en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN.BA) como así también en los programas de la carrera en otras Facultades Regionales de la misma Universidad (UTN), en universidades públicas y privadas de Argentina, en algunas universidades de Latinoamérica y Europa, aún aquellas en las que se cursan como Maestrías y Doctorados.

Así, un grupo de investigadores participantes se tomó la tarea de observar los programas sintéticos y analíticos de cada asignatura de la carrera de Ingeniería Civil de la UTN.BA, ciclo 2016 como año de referencia, con la intención de obtener datos que permitieran conocer el estado de situación respecto a la incorporación de la temática de sustentabilidad en temas que se desarrollen en ellas. Una mirada inicial permitió reconocer que, en aquellas asignaturas que ya tienen incorporada la temática, se mencionaba la referencia pertinente sobre cada tema desarrollado, ya sea como documento oficial, bibliografía, publicación, página web, otras, situación que motivó, por parte de los integrantes del grupo, la decisión de incluir a la tarea inicial la observación de aquellas referencias y su posterior análisis. Requirió, en un primer momento, la extracción de información de la página oficial de la UTN.BA y además de la colaboración del Departamento de Ingeniería Civil de UTN.BA, cuyo director, ante la solicitud de los programas analíticos no actualizados en dicha página, brindó toda la documentación pertinente debido a que allí, al inicio de cada año, se debe presentar el programa analítico que se desarrollará durante ese ciclo lectivo.

La obtención de datos permite la elaboración de una matriz de base, con parámetros referenciales, que posibilitará la extracción de aquellos similares propuestos en la planificación de cada asignatura de la carrera de Ingeniería Civil de UTN.BA y además ser utilizada como elemento de comparación con las demás Facultades de UTN, con las universidades públicas y privadas nacionales y con universidades de otros países.

Otro grupo de investigadores participantes se abocó a la tarea de analizar programas sintéticos y analíticos de la carrera de Ingeniería Civil en otras Regionales de UTN, en otras universidades

públicas y privadas del país y en algunas universidades públicas y privadas de Europa y de América. Fue necesario obtener la información a través de sus páginas oficiales vía web o en los casos en que eran escasas mediante e-mails.

Interesa indicar que el trabajo mencionado precedentemente aún no ha concluido debido a que se continúa analizando programación analítica de universidades nacionales y extranjeras, públicas y privadas, motivo por el cual se listan únicamente aquellas que hasta el momento han sido relevadas, ellas son:

1. Universidad Tecnológica Nacional
 - 1.1. Facultad Regional Avellaneda
 - 1.2. Facultad Regional Bahía Blanca
 - 1.3. Facultad Regional Concepción del Uruguay
 - 1.4. Facultad Regional Concordia
 - 1.5. Facultad Regional Córdoba
 - 1.6. Facultad Regional Gral. Pacheco
 - 1.7. Facultad Regional La Plata
 - 1.8. Facultad Regional Venado Tuerto
2. Universidades Nacionales (públicas)
 - 2.1. Universidad Nacional de Córdoba
 - 2.2. Universidad Nacional de Cuyo
 - 2.3. Universidad Nacional de La Plata
 - 2.4. Universidad Nacional de Salta
 - 2.5. Universidad Nacional de Santiago del Estero
 - 2.6. Universidad Nacional de Tucumán
 - 2.7. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
 - 2.8. Universidad Nacional del Comahue
 - 2.9. Universidad Nacional del Sur
3. Universidades Nacionales (privadas)
 - 3.1. Pontificia Universidad Católica Argentina
 - 3.2. Universidad de Belgrano
4. Universidades de otros países
 - 4.1. Universidad Autónoma de México
 - 4.2. Universidad Politécnica de Cataluña
 - 4.3. Universidad de Bolonia

6.1 Caso Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

Ana María Ferreiro, Gerardo Horacio Jesús Burdisso, Ingenieros Civiles - Docentes y Santiago José Romero Lombardi, estudiante de Ingeniería Civil de UTN.BA, integrantes del grupo de investigación, han sido quienes se encargaron de recabar información de los programas analíticos de asignaturas de Ingeniería Civil de universidades nacionales y extranjeras públicas y privadas y también de otras regionales de UTN, excluida UTN.BA, para luego implementar su análisis y evaluación.

El trabajo completo sobre la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Politécnica de Cataluña ocupa un total de 20 páginas motivo por el cual se hizo necesario realizar una síntesis rigurosa que se muestra a modo de ejemplo.

Grado de Ingeniería Civil (<http://www.upc.edu/>)

‘Este grado en Ingeniería Civil, que reúne los contenidos formativos fundamentales que integraban los estudios de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, tiene como objetivo

formar a ingenieros e ingenieras generalistas, con una sólida formación en ciencias básicas y con una visión amplia de la ingeniería civil aplicada al desarrollo y mejora de las sociedades modernas, basándose en la búsqueda constante de soluciones alternativas y respetuosas con el medio ambiente. La organización del transporte y de las ciudades; el proyecto de vías de comunicación; la protección de las costas y playas; la seguridad ante riadas y sismos; el análisis y el diseño de grandes estructuras, y también la búsqueda y el desarrollo de nuevas fuentes de energía, son ámbitos de trabajo de los ingenieros e ingenieras civiles. Esta titulación da acceso a itinerarios de movilidad que conducen a dobles diplomas con instituciones internacionales de prestigio. Puedes cursar el grado íntegramente en inglés’

Tabla 1. Relevamiento Ingeniería Civil - UPC

Año	Nombre de la materia	Obligatoria / optativa	Tratamiento de temas sobre ‘Sostenibilidad y Ambiente’
1er Curso	Economía, Empresa y Legislación	Obligatoria	Conocimientos de economía del medio ambiente y su gestión. A escala más concreta se tratarán entre otros, temas como realizar un estudio económico de viabilidad para la inversión en la construcción de una infraestructura, analizar el funcionamiento económico de una empresa constructora, elaborar un análisis coste-beneficio que determine los efectos sobre el bienestar social de llevar a cabo una determinada infraestructura, valorar el impacto sobre el medio ambiente de las infraestructuras o considerar las consecuencias y obligaciones que comporta la financiación privada de infraestructuras a través de métodos de concesión
1er Curso	Cálculo	Obligatoria	Competencia Transversales: 588
1er Curso	Mecánica Racional	Obligatoria	Competencia Transversales: 588
2do Curso	Geometría diferencial y Ecuaciones Diferenciales	Obligatoria	Competencia Transversales: 588
2do Curso	Materiales de Construcción	Obligatoria	Competencia Específicas: 3025 - Comprensión de los mecanismos físico-químicos que determinan las fases del ciclo de vida de los materiales de construcción (fabricación, utilización, eliminación y reciclado), su durabilidad y su incidencia en el medio ambiente. Competencia Transversales: 588
2do Curso	Procedimientos de Construcción y Electrotecnia	Obligatoria	Competencia Genéricas: 3110 Competencia Transversales: 587, 590
3er Curso	Análisis de Estructuras	Obligatoria	Competencia Genéricas: 3110 Competencia Transversales: 589
3er Curso	Caminos y Ferrocarriles	Obligatoria	Competencia Genéricas: 3110, 3112, 3113 Competencia Transversales: 589
3er Curso	Ingeniería Ambiental	Obligatoria	Competencias Específicas: 3047 - Conocimiento y comprensión de los sistemas de abastecimiento y

			<p>saneamiento, así como de su dimensionamiento, construcción y conservación.</p> <p>Competencia Genéricas: 3104, 3106, 3107, 3110, 3112, 3113</p> <p>Competencia Transversales: 585, 586, 589, 594</p>
3er Curso	Transporte	Obligatoria	<p>Competencia Genéricas: 3104, 3106, 3107, 3110, 3112, 3113</p> <p>Competencia Transversales: 585, 586, 589</p>
3er Curso	Urbanismo	Obligatoria	<p>Competencias Específicas: 3063 - Conocimiento del marco de regulación de la gestión urbanística. Comprensión del fenómeno urbano y sus factores determinantes (historia, economía, actividad humana, movilidad). Comprensión y capacidad de elaboración de proyectos de urbanización / 3064 - Conocimiento de la influencia de las infraestructuras en la ordenación del territorio y para participar en la urbanización del espacio público urbano, y en los proyectos de los servicios urbanos, tales como distribución de agua, saneamiento, gestión de residuos, sistemas de transporte, tráfico, iluminación, etc.</p> <p>Competencia Genéricas: 3104, 3106, 3107, 3110, 3112, 3113</p> <p>Competencia Transversales: 585, 586, 589, 594</p>
4to Curso	Estructuras de Acero	Obligatoria	<p>Competencias Específicas: 3038 - Conocimiento sobre el proyecto, cálculo, construcción y mantenimiento de las obras de edificación en cuanto a la estructura, los acabados, las instalaciones y los equipos propios.</p> <p>Competencia Genéricas: 3104, 3106, 3107, 3110, 3112, 3113</p> <p>Competencia Transversales: 585, 586, 589, 594</p>
4to Curso	Estructuras de Hormigón	Obligatoria	<p>Competencias Específicas: 3038 - Conocimiento sobre el proyecto, cálculo, construcción y mantenimiento de las obras de edificación en cuanto a la estructura, los acabados, las instalaciones y los equipos propios.</p> <p>Competencia Genéricas: 3104, 3106, 3107, 3110, 3112, 3113,</p> <p>Competencia Transversales: 585, 586, 589, 594</p>
4to Curso	Hidrología Superficial y Subterránea Ingeniería Geológica Ingeniería Geotécnica Ingeniería Marítima y Portuaria Obras Hidráulicas	Obligatoria	<p>Competencia Genéricas: 3104, 3106, 3107, 3110, 3112, 3113</p> <p>Competencia Transversales: 585, 586, 589, 594</p>

4to Curso	Proyectos y Organización de Empresas	Obligatoria	Competencias Específicas: 3019 - Capacidad para aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental. 3036 - Capacidad de análisis de la problemática de la seguridad y salud en las obras de construcción Competencia Genéricas: 3104, 3108, 3110, 3114, Competencia Transversales: 585, 590
4to Curso	Trabajo de Fin de Grado	Obligatoria	Competencia Transversales: 590
Referencias			
Competencias Transversales			
585	EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN - Nivel 1: Tener iniciativas y adquirir conocimientos básicos sobre las organizaciones y familiarizarse con los instrumentos y técnicas de generación de ideas y de gestión, que permitan resolver problemas y generar oportunidades		
586	EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN - Nivel 2: Tomar iniciativas que generen oportunidades, nuevos objetos o soluciones, con una visión de implementación de proceso y de mercado que implique hacer partícipes a otros en proyectos que se deben desarrollar.		
587	EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN - Nivel 3: Utilizar conocimientos y habilidades estratégicas para la creación y gestión de proyectos, aplicar soluciones sistémicas a problemas complejos y diseñar y gestionar la innovación en la organización.		
588	SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 1: Analizar sistémica y críticamente la situación global, atendiendo la sostenibilidad de forma interdisciplinaria, así como el desarrollo humano sostenible, y reconocer las implicaciones sociales y ambientales de la actividad profesional del mismo ámbito.		
589	SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 2: Aplicar criterios de sostenibilidad y los códigos deontológicos de la profesión en el diseño y la evaluación de las soluciones tecnológicas.		
590	SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 3: Tener en cuenta las dimensiones social, económica y ambiental al aplicar soluciones y llevar a cabo proyectos coherentes con el desarrollo humano y la sostenibilidad.		
594	TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 3: Dirigir y dinamizar grupos de trabajo, resolviendo posibles conflictos, valorando el trabajo hecho con las otras personas y evaluando la efectividad del equipo, así como la presentación de los resultados generados.		
Competencias Genéricas			
3104	Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Capacidad para plantear y resolver problemas de ingeniería civil con iniciativa, habilidades en toma de decisiones y creatividad. Desarrollar un método de análisis y solución de problemas sistemático y creativo.		
3106	Identificar la complejidad de los problemas tratados en las materias. Plantear correctamente el problema a partir del enunciado propuesto. Identificar las opciones para su resolución. Escoger una opción, aplicarla e identificar si es necesario cambiarla si no se llega a una solución. Disponer de herramientas o métodos para verificar si la solución es correcta o, como mínimo, coherente. Identificar el papel de la creatividad en la ciencia y la tecnología.		
3107	Identificar, modelar y plantear problemas a partir de situaciones abiertas. Explorar las alternativas para su resolución, escoger la alternativa óptima de acuerdo a un criterio justificado. Manejar aproximaciones. Plantear y aplicar métodos para validar la bondad de las soluciones. Tener una visión de sistema complejo y de las interacciones entre sus componentes.		

3108	Identificar y modelar sistemas complejos. Identificar los métodos y herramientas adecuados para plantear las ecuaciones o descripciones asociadas a los modelos y resolverlas. Llevar a cabo análisis cualitativos y aproximaciones. Establecer la incertidumbre de los resultados. Plantear hipótesis y proponer métodos experimentales para validarlas. Establecer y manejar compromisos. Identificar componentes principales y establecer prioridades. Desarrollar un pensamiento crítico.
3110	Capacidad para concebir, proyectar, gestionar y mantener sistemas en el ámbito de la ingeniería civil. Capacidad para cubrir el ciclo de la vida completo de una infraestructura o sistema o servicio en el ámbito de la ingeniería civil. Esto incluye la redacción y desarrollo de proyectos en el ámbito de la especialidad, el conocimiento de las materias básicas y tecnologías, la toma de decisiones, la dirección de las actividades objeto de los proyectos, la realización de mediciones, cálculos y valoraciones, el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento, la valoración del impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas adoptadas, la valoración económica y de recursos materiales y humanos involucrados en el proyecto, con una visión sistemática e integradora.
3112	Identificar las funciones de la ingeniería y los procesos involucrados en el ciclo de vida de una obra, proceso o servicio. Valorar la necesidad de la sistematización del proceso de diseño. Identificar e interpretar los pasos de un documento de especificación del proceso de diseño (PDS). Completar y mejorar documentos de especificación y planificación. Aplicar un proceso de diseño sistemático en sus fases de implementación y operación. Elaborar informes de progreso de un proceso de diseño. Manejar herramientas de soporte a la gestión de proyectos. Elaborar un informe final correspondiente a un proceso de diseño sencillo. Conocer los aspectos económicos básicos asociados al producto-proceso-servicio que se está diseñando.
3113	Identificar las necesidades del usuario y elaborar una definición de producto-proceso-servicio y unas especificaciones iniciales. Elaborar una especificación del proceso de diseño. Diseñar y seguir un modelo de gestión del proceso de diseño basado en un estándar. Conocer profundamente los pasos asociados a las fases de diseño, implementación y operación. Utilizar de forma coherente los conocimientos y herramientas adquiridos en las distintas materias en el proceso de diseño e implementación. Evaluar y proponer mejoras al diseño realizado. Evaluar la aplicación de la legislación, normativa en los ámbitos nacional, europeo e internacional.
3114	Identificar las necesidades y oportunidades del mercado. Recoger información que permita elaborar las especificaciones de un nuevo producto proceso o servicio. Elaborar un plan de negocio básico. Concebir un nuevo producto, proceso o servicio. Elaborar y llevar a cabo la planificación de un proceso de diseño. Llevar a cabo las distintas fases de un proceso de diseño.

Fuente: Elaboración Ferreiro-Burdisso-Romero Lombardi

Master universitario en Ingeniería Estructural y de la Construcción (<http://www.upc.edu/>)

‘Proporcionar una sólida formación en el ámbito de la ingeniería estructural y de la construcción es el objetivo de este máster, que profundiza en los mecanismos resistentes de las estructuras, materiales y procesos constructivos, y también en aspectos como la durabilidad y la tecnología de materiales, los procesos constructivos y los métodos de organización, la gestión eficaz de proyectos y obras, y su impacto ambiental y socioeconómico, la seguridad, la calidad o la sostenibilidad’

Tabla 2: Relevamiento Master - UPC

Año	Nombre de la materia	Obligatoria / optativa	Tratamiento de temas sobre 'Sostenibilidad y Ambiente'
Primer curso cuatrimestral	Mecánica de medios continuos	Optativa	Competencia Específicas: Específicas: 8378. Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.
Segundo curso cuatrimestral	Análisis Avanzado de Estructuras	Optativa	Competencia Específicas: 8378. Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.
Segundo curso cuatrimestral	Gestión ambiental	Optativa	

Fuente: Elaboración Ferreiro-Burdisso-Romero Lombardi

7. Dificultades encontradas

Se indica que en las universidades extranjeras se ha detectado una conformación diferente de la programación de las asignaturas de la carrera de Ingeniería Civil como así también una escasa documentación sobre contenidos y carga horaria.

Tal situación fue la causante de la generación de cierto retraso en el primer año transcurrido que seguramente implicará que la finalización de tareas establecidas para 2017 en el cronograma indicado en este PID deban ser coincidentes con aquellas enunciadas a realizar durante los primeros meses de 2018.

8. Resultados iniciales

Una primera observación podría permitir establecer que, en la UTN.BA, los contenidos de carácter ambiental se encuentran fuertemente incorporados en diversas asignaturas de la carrera como ser en Ingeniería Civil I, Ingeniería Civil II, Geotopografía, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Termomecánicas, Ingeniería Legal, Vías de Comunicación I, Ingeniería Sanitaria, Diseño Arquitectónico Planeamiento y Urbanismo, Planificación Urbana Sustentable, Organización y Conducción de Obras, Gestión Ambiental, Saneamiento y Medio Ambiente, Proyecto Final, entre otras pero, en menor medida, aquellos referidos específicamente a la sustentabilidad, salvo excepciones. A modo de ejemplo, se menciona que Planificación Urbana Sustentable ha incorporado la temática desde 2014.

Esa misma observación sobre contenidos ambientales, podría hacerse extensiva, aunque con ciertas diferencias de profundización, a las restantes facultades regionales de UTN y además a las universidades públicas y privadas del país.

Otra mirada, en cambio mostraría que, tanto en la Universidad Autónoma de México como en la Universidad Politécnica de Cataluña por mencionarlas como referentes, los contenidos ambientales vinculados específicamente a la sustentabilidad están presentes en casi todas las asignaturas, situación que le otorga al ingeniero egresado de estas casas de estudios un perfil que lo caracteriza como un profesional que selecciona procesos, métodos y estrategias de construcción con criterios de sustentabilidad y análisis del ciclo de vida, tanto de los materiales intervinientes, de las tecnologías constructivas como de la obra en su totalidad.

El Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) que se está realizando tiene entre sus objetivos la incorporación de temas sobre sustentabilidad en la mayoría de las asignaturas, sea como contenido o como comentario, para concientizar al estudiante, futuro egresado, sobre la necesidad de su inclusión en cada una de las acciones del quehacer del Ingeniero Civil, tal como ocurre en la formación de ingenieros civiles en las universidades mencionadas precedentemente.

9. Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones implican contribuciones al avance científico, tecnológico y transferencia al medio como también a la formación de recursos humanos.

La importancia del presente proyecto radica finalmente en el acrecentamiento de una formación innovadora del futuro profesional egresado de UTN.BA, que trascienda mediante la aplicación criteriosa de respuestas a las necesidades de las personas o a las de la comunidad donde deba actuar a través de propuestas de solución, distintas a las habituales, que presenten particularidades sobre la sustentabilidad que hubieran sido oportunamente transmitidas en las distintas asignaturas de la carrera.

10. Referencias

- [1] American Society of Civil Engineers, *'La visión para la Ingeniería Civil en 2025'*, EE.UU., 2010
- [2] Brundtland, G. *'Nuestro futuro común'*, Informe Brundtland, Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo, 1987
- [3] PNUD-SEMARNAT, *'La Carta de la Tierra'*, México, 2000, www.cartadelatierra.org.mx
- [4] J. García de Durango, *'Contribución de la Ingeniería Civil al desarrollo sostenible'* I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, Vol. I, p. 103-113, Madrid, 13-15 de febrero de 2002
- [5] Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, IHOB, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Gobierno Vasco, *'Criterios de sostenibilidad aplicables al planeamiento urbano'*, España, 2003, www.ingurumena.net
- [6] Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU-HABITAT, *'Planificación de ciudades sostenibles: orientaciones para políticas'*, Informe global sobre asentamientos humanos, ONU-HABITAT, Londres - Sterling, VA, Reino Unido, www.earthscan.co.uk, <http://www.unhabitat.org/grhs/2009>
- [7] Consejo Profesional de Ingeniería Civil, *'Ingeniería Civil 2025, Una reflexión argentina acerca del Documento La Visión para la Ingeniería Civil en 2025'*, Buenos Aires, Argentina, 2013
- [8] Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, *'Desarrollo sustentable en la Ingeniería Civil'*, capítulo 1, www.ptolomeo.unam.mx/2016