



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:  
UN COMPROMISO PARA EL  
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18  
DE SEPTIEMBRE

20  
20

[www.acofi.edu.co/eiei2020](http://www.acofi.edu.co/eiei2020)

# PROYECTO INTEGRADOR PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LA GESTIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

**Aldemar Remolina Millán**

**Universidad Pontificia Bolivariana  
Bucaramanga, Colombia**

**Silvia Juliana Tijo López**

**Universidad Santo Tomás  
Bucaramanga, Colombia**

## Resumen

La gestión de estudios y diseños en proyectos de construcción representa una actividad de gran relevancia e impacto sobre el éxito del mismo; gran parte de los problemas que presentan los proyectos de construcción están asociados a malas prácticas de gestión en la fase de planeación especialmente en lo relacionado con la definición del alcance, el desarrollo y la integración de los diversos estudios y diseños requeridos por el proyecto. Los estudios y diseños en materia de arquitectura y urbanismo, suelos y geotecnia, sistema estructural, sistemas de redes hidrosanitarias, eléctricas, gas, comunicación y datos entre otros, son por lo general desarrollados por expertos que típicamente son involucrados al proyecto de forma independiente y prestan sus servicios con criterios de calidad, pero con falencias en la integración de dichos estudios y diseños. Los proyectos integradores se han venido convirtiendo en una estrategia pedagógica de invaluable impacto en el desarrollo de las competencias de gestión e integración requeridas por los profesionales dedicados a la industria de la construcción; estos proyectos implementados en los planes de estudio de los programas de ingeniería civil, permiten que en torno a un proyecto básico de construcción los estudiantes asuman roles puntuales dentro del proyecto y desarrollen las competencias específicas y genéricas no solo en los procesos de planeación y elaboración de estudios y diseños, sino también en la gestión y la integración de los mismos con las actividades de gerencia de proyectos, revisión de diseños, y programación y presupuesto de obras. Como objeto de estudio se ha planteado un proyecto integrador que ha sido desarrollado con estudiantes de cuarto y quinto año de ingeniería civil quienes participan en los cursos de evaluación de proyectos, programación y presupuesto de obras, residencia de obras, interventoría de obras y construcción y costos. En el presente documento se describe la estrategia que se definió para desarrollar los proyectos integradores que han servido como objeto de estudio, y se evidencian los resultados y lecciones aprendidas que han sido documentadas producto del seguimiento y evaluación de los proyectos en la fase de planeación.

**Palabras clave:** proyecto integrador; construcción; ingeniería civil; gestión de estudios y diseños

### **Abstract**

*Studies and design management in construction projects represent an activity of high relevance and impact on project outcome. Part of the problem of construction projects is associated with poor management practices during the planning phase, especially concerning the definition of the scope, development, and integration of the various studies and designs that the project requires. In general, independent experts conduct the studies and designs concerning architecture and urbanism, soil and geotechnics, and structural, hydro-sanitary, electrical, gas, communication, and data network systems, among others. These experts provide their services with quality criteria but with shortcomings in the integration of studies and designs. Project-Based Learning (PBL) has become a pedagogical strategy with an invaluable impact on the development of management and integration skills required by construction industry professionals. These projects implemented in the curriculum of civil engineering programs allow students to assume roles within the project and develop specific and generic competencies around a basic construction project. Students will develop these competencies in the planning and elaboration processes of studies and designs, and also in the management and integration of these processes with project management, design review, and construction scheduling and estimating. As a study objective, the faculty proposed a PBL project involving fourth and fifth-year students of the civil engineering program. These students were taking at least one of the following courses: project evaluation, construction scheduling and cost estimating, on-site project management, construction project auditing, and construction costs estimating. This document describes the defined strategy to perform the comprehensive projects that have served as the object of the study. The results and lessons learned are evident and documented as a result of the monitoring and evaluation of the projects in the planning phase.*

**Keywords:** *project-based learning, construction, civil engineering, studies and designs management*

## **1. Introducción**

La gestión de estudios y diseños constituye una labor de fundamental importancia y relevancia dentro del ciclo de vida de todo proyecto de construcción; dicha gestión tiene que ver con las labores de planeación, organización, dirección y control, de los estudios y diseños de todos los subsistemas que conforman la totalidad del proyecto. En la práctica, la integración de los diversos estudios y diseños de un proyecto de construcción no es tan armónica y eficiente como se esperaría; esto debido a los problemas típicos de gestión asociados a diversos niveles de competencia de los profesionales responsables de dichos proyectos. Un fuerte obstáculo detectado es la tendencia de los diversos actores involucrados a funcionar de manera independiente. (Martínez, González, & Da Fonseca, Abril de 2009)

No basta con tener las competencias técnicas en los procesos de diseño, se requieren competencias que promuevan y faciliten la integración y el trabajo en equipo con todas las implicaciones en materia de comunicación, negociación, y solución de conflictos. Es necesaria la conformación de equipos que trabajen en forma realmente multidisciplinaria desde la etapa de diseño participando activamente en la discusión de objetivos, captación de requerimientos y definición de estrategias de integración en aspectos técnicos y sustentables, de modo que la unión del esfuerzo de todos los actores conlleve a mejorar radicalmente su eficiencia. (Martínez, González, & Da Fonseca, Abril de 2009)

Las instituciones de educación superior tienen un especial reto en la formación de ingenieros civiles en la medida que al tiempo que desarrollan sus competencias técnicas en diseño y construcción de sistemas y obras de infraestructura, deben desarrollar competencias transversales de gestión, integración, trabajo en equipo y relacionamiento interpersonal. Pretender desarrollar este nivel de competencias utilizando exclusivamente modelos pedagógicos basados en clases tradicionales de “tiza y tablero”, es una misión prácticamente imposible dada la complejidad de estos procesos de comprensión; sin embargo al desarrollar estrategias que combinen el modelo tradicional con los modelos basados en proyectos, se logra un desarrollo de competencias y autonomía del estudiante, adecuado a las necesidades de la industria. (Mills & Treagust, 2003)

En este sentido los proyectos integradores constituyen una oportunidad invaluable para desarrollar competencias transversales de estudiantes en programas académicos como ingeniería civil y a su vez de diferentes niveles de formación superior (López Rodríguez, 2012).

Experiencias desarrolladas en diversas instituciones de educación superior han aplicado de forma exitosa la estrategia del proyecto integrador con diferentes enfoques como: 1. El tiempo de aplicación: Proyectos integradores cuatrimestrales y proyectores integradores longitudinales. (Torres Romero, Barba Martínez, López López, & Márquez Murillo, 2012), 2. El nivel de competencia desarrollado: proyectos integradores de nivel básico (cuarto semestre), intermedio (séptimo semestre) y avanzado (décimo semestre). (Paz Penagos, Ortiz Niño, Arévalo López, & Chitiva Medellín, 2015), y 3. Los campos de experticia involucrados: Proyectos Interdisciplinarios que integran capacidades, valores, contenidos y métodos; colaboración y comunicación entre personas; factores interdisciplinarios y transdisciplinarios del currículo; y la producción y creatividad que relacionan al individuo con su contexto. (Fragoso Franco, 2016)

En 2016 la facultad de ingeniería civil de la UPB implementó un proyecto integrador que involucró un total de 300 estudiantes de cinco asignaturas del área de construcción organizados en 10 equipos responsables de diseñar y construir un mismo prototipo de obra civil, enfatizando más en los aspectos técnicos que en los organizacionales. (Remolina Millán, y otros, 2017). En 2018 se implementó la segunda versión de dicho proyecto, en esta ocasión el énfasis fue la estrategia organizacional, la cual potenció en los estudiantes el desarrollo de las competencias y capacidades técnicas y transversales producto de la integración y el aprendizaje colaborativo, especialmente el trabajo en equipo. (Remolina & Baron, 2018). En 2020 la UPB implementó la tercera versión del proyecto integrador la cual enfatizó en conformar equipos diversos responsables de desarrollar los estudios y diseño de diferentes subsistemas y componentes de un proyecto de construcción.

El proyecto integrador desarrollado en la FIC de la USTA seccional Bucaramanga combina el modelo de proyecto integrador longitudinal, transversal e interdisciplinarios. A partir del año 2017 en los primeros semestres de la carrera se les asignó los estudiantes de pregrado de la facultad de ingeniería civil de forma individual una propuesta arquitectónica elaborada por estudiantes de la Facultad de Arquitectura de la seccional. El proyecto se ha ido desarrollando en distintos espacios académicos (asignaturas) a lo largo de cada semestre. Cada asignatura tiene su respectivo entregable para el proyecto integrador el cual se convierte en un insumo para la siguiente asignatura y se va agregando al portafolio de trabajo de los estudiantes. Las asignaturas núcleo en donde se desarrollan los proyectos son: Dibujo técnico y descriptiva (primer semestre), Estática (tercer semestre), Análisis estructural (quinto semestre), Concreto reforzado - Tuberías y canales (sexto semestre), Concreto pre-esforzado – Fundaciones (séptimo semestre), Construcción y costos (octavo semestre).

El presente artículo describe de forma detallada, las estrategias de proyecto integrador implementadas por las facultades de ingeniería civil de UPB y USTA durante el primer semestre académico de 2020; se hace énfasis en comparar las dos experiencias desde el punto de vista metodológico, resaltando las buenas y malas prácticas, así como los resultados y lecciones aprendidas en materia de organización, gestión y desempeño que han sido documentadas producto del seguimiento y evaluación del proyecto en la fase de estudios y diseños.

## **2. La Gestión de Estudios y Diseños en Proyectos de Construcción**

La mayoría de los proyectos de construcción se desarrollan dentro de un ciclo de vida conformado por las etapas de concepción, diseño, construcción, puesta en marcha, y liquidación. Dicho ciclo de vida se caracteriza por ser adaptativo (los denominados métodos ágiles) toda vez que considera y facilita entornos de cambio naturales del proyecto que demandan una participación continua de las partes interesadas. (Project Management Institute - PMI, 2016)

Los diseños arquitectónicos y de ingeniería son iterativos por naturaleza. Los estudios y diseños que se derivan del proyecto inician en versiones cero que se van ajustando gradualmente en la medida que se van definiendo aspectos del alcance y se implementan las restricciones propias de las normas, los requerimientos técnicos, el presupuesto y la programación; cada versión posterior de un estudio o diseño va dejando un rastro y va teniendo implicaciones determinantes en otras variables del proyecto que hacen necesario una gestión de integración competente que se apoye en herramientas y métodos ágiles. (Project Management Institute - PMI, 2016)

La gestión de la integración en proyectos de construcción es quizá la labor más relevante que debe realizar el gerente de proyectos, en la medida que esta permite trabajar de forma holística en entornos complejos que demandan rapidez, calidad y economía. Una adecuada integración evita discrepancias entre las diversas disciplinas y partes interesadas y armoniza el resultado de los diversos entregables en un proyecto que se fusionan en una sola unidad, un sistema integro, funcional y eficiente. (Project Management Institute - PMI, 2017)

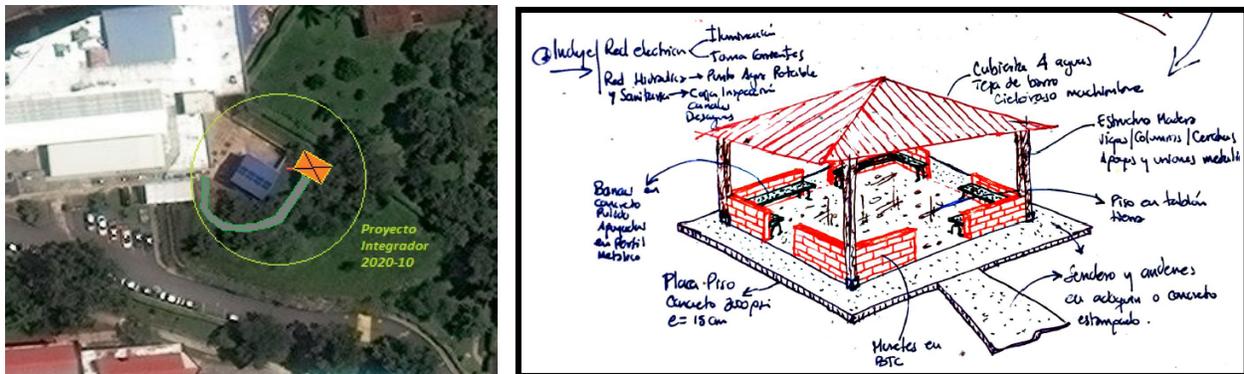
En la gestión de la integración un factor determinante del éxito es la conformación de equipo del proyecto. Unos planes, estudios y diseños muy bien elaborados y de alta calidad, se pueden echar a perder con un equipo poco desarrollado. Los proyectos más exitosos casi siempre se caracterizan por haber tenido un plan bien considerado, desarrollado por un equipo sobresaliente y comprometido. Involucrar y comprometer de forma natural al equipo de proyecto en los procesos de planeación activa y control del proyecto, aumenta de manera significativa y efectiva la capacidad del equipo para desarrollar el enfoque integrado y orientado al lograr la misión del proyecto la cual tiene que ver directamente con resolver el problema o satisfacer las necesidades del patrocinador del proyecto, lo cual a su vez deriva en satisfacer la expectativa del cliente. (Thomas, Jacques, Adams, & Kihneman-Wooten, 2008)

### 3. Proyecto Integrador Facultad de Ingeniería Civil Universidad Pontificia Bolivariana - 202010

El proyecto implementado por parte de la facultad de ingeniería civil de la UPB consistió en desarrollar las labores de Planeación y Gestión, Estudios y Diseños requeridas para la entrega de un Sendero Peatonal y Quiosco para ser utilizado como espacio de interacción social por parte de la comunidad académica; el proyecto está localizado en las inmediaciones del laboratorio de construcciones. El proyecto se estructuró con las siguientes actividades o subcontratos: 1. Localización, Replanteo y Movimiento de Tierras, 2.Placa de Cimentación y Pisos, 3.Sendero Peatonal, 4.Estructura Madera, 5.Cubierta, 6.Redes Hidrosanitarias y Eléctricas, 7.Mampostería BTC, y 8.Mobiliario. (ver Figura 1).

De acuerdo con cada uno de los roles desempeñados, los equipos de proyecto debieron cumplir con los respectivos entregables de la fase de diseño: 1. Equipos de Gerencia: Plan de Gestión del proyecto, 2. Equipos de Interventoría: Plan de Revisión de diseños y especificaciones, informes de revisión de diseños, 3. Equipos de Estudios y Diseños: Presupuesto y programación, diseños y especificaciones técnicas, 4. Equipos de Residencia de Obra: Plan de Administración de la obra, 5. Equipos de construcción: Plan de construcción, salud ocupacional y seguridad industrial.

Figura 1. Localización y esquema del Proyecto



Fuente: Autores

En lo correspondiente a la organización del proyecto se definieron las siguientes autoridades e instancias responsables de las definiciones y toma de decisiones: Patrocinador del Proyecto (Sponsor), Gerente de Proyecto General – GPG, Equipo de Proyecto, Comité Directivo del Proyecto, Comité de Gerencia de Proyectos, Comité de Obra por Subcontrato.

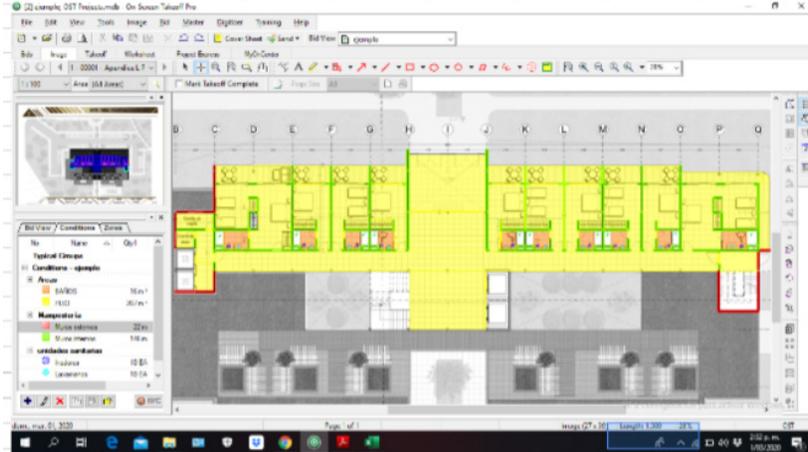
#### **4. Proyecto Integrador Facultad de Ingeniería Civil Universidad Santo Tomás de Aquino - 202010**

Dado que los proyectos integradores de la USTA se van desarrollando longitudinalmente por cada estudiante se describirá el trabajo de los estudiantes de octavo semestre en la asignatura Construcción y costos durante el semestre 202010. El grupo consistió en 21 estudiantes con el mismo número de proyectos quienes realizaron las tareas de estimar cantidades de obra, elaborar el presupuesto y la programación de obra. En el grupo de proyectos se contaba con diversidad de edificaciones. Los proyectos también variaban en su localización, contexto (rural, urbano), área y número de pisos (entre 1 y 6 niveles).

Los estudiantes habían desarrollado en semestres previos los siguientes entregables para cada propuesta: Planos en AutoCAD, predimensionamiento estructural, análisis estructural hasta cálculo de derivas en ETABS, cálculo del refuerzo para la edificación, predimensionamiento de cimentación, y diseños de redes hidráulicas y sanitarias. Los entregables para el proyecto integrador para la asignatura de Construcción y costos fueron: Estimación de cantidades de obra, elaboración de APU's y especificaciones técnicas de construcción, presupuesto y programación de obra. El trabajo inició con la estimación de cantidades de obra para lo cual los estudiantes usaron diversas metodologías según sus preferencias. Los métodos empleados fueron la obtención de cantidades de los planos en AutoCAD, cómputo de cantidades usando el software especializado On-Screen Takeoff (OST) como se ilustra en la figura 2 y cálculo de cantidades a partir de modelos BIM elaborados en Revit por estudiantes como se muestra en la figura 3.

Las cantidades de obra se organizaron por capítulos y se consignaron en cuadros de excel junto con los detalles. Los estudiantes también consignaron todos los supuestos necesarios para la obtención de cantidades en sus informes de cantidades. Este aspecto fue necesario para avanzar en el proyecto puesto que en algunos casos había información incompleta, faltaba claridad en las especificaciones de materiales, había proyectos con un alto grado de complejidad que requerían reducir el alcance de estos, o había entregables que fueron desarrollados en semestres previos en los que el estudiante no participó porque cursó la asignatura en otra institución (intercambio) o que sólo desarrolló parcialmente por limitantes de tiempo. Este último fue el caso de las cimentaciones que sólo tenían el diseño de unas secciones, pero no de la totalidad del proyecto debido a limitantes de tiempo. La elaboración de los análisis de precios unitarios y de especificaciones de obra se ejecutó de forma colectiva en 13 grupos de trabajo divididos por insumos y capítulos de la siguiente manera: INSUMOS (1. Mano de obra, 2. concretos y morteros); CAPÍTULOS ( 3. Preliminares, excavaciones y llenos, 4, cimentación, 5, estructura, 6, mampostería, 7. frisos y pinturas, 8. pisos, 9. enchapes y acabados, 10. cubiertas y techos verdes, 11. carpintería metálica y madera, 12. instalaciones hidrosanitarias, 13. aparatos sanitarios, accesorios baños, aseo y entrega final de obra)

Figura 2. Medición de cantidades de obra usando software especializado OST.



Fuente: autores

Figura 3. Modelo BIM para cálculo de cantidades de obra.



Fuente: autores

Cada grupo de trabajo elaboró las especificaciones técnicas de construcción y los análisis de precios unitarios de manera general para que pudieran ser empleados por cada estudiante para la elaboración de sus presupuestos. En el tema de la programación de obra se revisaron los conceptos básicos de programación y se hicieron ejercicios con programaciones sencillas, pero no fue posible realizar la programación completa de obra debido a que el aislamiento obligatorio derivado del COVID-19 y no pudimos tener acceso a los laboratorios de cómputo para manejar el software Microsoft Project. En los dos semestres previos si fue posible trabajar la programación en Project con el grupo que se encontraba cursando la asignatura en su momento.

## 5. Análisis de Buenas y Malas Prácticas

### Buenas Prácticas:

- Para obtener las aprobaciones de los planes de costo del proyecto (presupuesto oficial) por parte de sponsor, fue muy útil realizar prediseños esquemáticos en AutoCAD de varias alternativas en materiales y componentes del proyecto con sus respectivos análisis comparativos de costos.
- Los líderes de proyecto, gerente general, gerentes de subcontrato y directores asumieron la responsabilidad sobre los entregables del proyecto identificando y monitoreando la falta de compromiso e incumplimiento de algunos miembros de sus equipos y tomando las acciones

correctivas a tiempo. Dar soporte a los equipos rezagados, realizar llamados de atención y sancionar malas conductas, reforzar fuerzas de trabajo, gestionar apoyo con el sponsor.

- Una planeación interactiva, dinámica e integrada, permite una definición más precisa del alcance que dé respuesta a las expectativas del cliente y los grupos de interés, el tiempo y los recursos invertidos en buenas planeaciones, estudios y diseños, se refleja en menos retrabajos, menos conflictos interdisciplinarios y menos correcciones de problemas en la ejecución.
- Establecer políticas y lineamientos desde un comienzo en materia de sostenibilidad ambiental, salud ocupacional y seguridad industrial, es un acierto en la medida que cada equipo apropia dichas directrices de forma particular y su integración en todo el proyecto deriva en una percepción de responsabilidad social y ambiental fundamental para el éxito proyecto.
- La organización del proyecto en subcontratos permitió una adecuada designación de funciones y responsabilidades de modo que cada equipo se pudiera concentrar en un conjunto de entregables específicos.
- La integración de costos del proyecto fue consolidada en un presupuesto total que fue conformado por los presupuestos de cada uno de los equipos de subcontrato permitiendo identificar responsables y tomar las acciones correctivas respectivas.
- Se contó con una propuesta arquitectónica diferente para cada estudiante, en este sentido prevalece el trabajo individual puesto que cada estudiante debe resolver las situaciones a las que se enfrenta en cada proyecto.
- El trabajo individual permite que cada estudiante vaya a su propio ritmo de trabajo y asuma una responsabilidad mayor por su proyecto, puesto que no es posible compartir respuestas entre proyectos ni delegar el trabajo en otros compañeros.
- La diversidad de propuestas permite reconocer semejanza y diferencias entre diversos proyectos y desarrollar criterios de comparación entre ellos. Durante las sustentaciones de avance y sustentaciones finales los estudiantes aprenden de los proyectos de sus compañeros y muchas veces encuentran elementos comunes que favorecen el aprendizaje de lecciones aprendidas.
- Al trabajar con una propuesta arquitectónica real que ha sido desarrollada por un estudiante de arquitectura se enfrenta el estudiante de ingeniería civil a situaciones que ocurren en los proyectos reales tales como la falta de detalles en planos, planos incompletos, falta de información en materiales, problemas de constructibilidad, entre otros. Esto le da al estudiante criterio para identificar los entregables debe exigir de un proyecto arquitectónico y de los diseños elaborados por los distintos especialistas para evitar retrasos en la gestión de los estudios y diseños.
- El trabajo longitudinal a lo largo de la carrera permite que haya continuidad en el proyecto, mayor detalle en el aprendizaje de los componentes que conforman el mismo y aplicación de los contenidos a casos reales con problemas reales.

### **Malas prácticas:**

- Algunos gerentes ante la presión del tiempo y la falta de compromiso de algunos de sus miembros de equipo optaban por realizar el trabajo de los incumplido o desinteresados, recargándose de responsabilidades y actividades que derivaron en estrés, conflictos e incumplimientos.
- Cuando los equipos se conforman de muchos integrantes que se han integrado cohesivamente como un equipo, es común dejar a algunos de sus miembros como ruedas sueltas, sin monitoreo

y control; esto genera conformismos insanos, y desmotivación en los miembros del equipo que se han comprometido y dado resultados previamente.

- Los canales de comunicación informales generan desinformación y ruidos en la comunicación que derivan en malentendidos, conflictos y problemas que afectan el desempeño de los equipos y deterioran el resultado del proyecto.
- Se evidencia que los errores y omisiones de uno varios de los equipos tiene impactos relevantes en el resultado total. La improvisación, la falta de compromiso, la mediocridad en la ejecución de actividades de diseño y presupuesto por parte de algunos miembros de equipo se refleja al momento de integrar y consolidar los entregables completos.
- Las propuestas arquitectónicas han sido desarrolladas para satisfacer necesidades reales y cuentan con una localización geográfica real. Sin embargo, no cuentan con estudios de suelos ni con diseños estructurales para los mismo. Para el cálculo de la cimentación se emplean resultados de estudios de suelos que no corresponden con los que serían los reales para el proyecto, puesto que no se cuenta dicha información para cada propuesta arquitectónica.
- Algunos diseños arquitectónicos cuentan con más detalle que otros. En muchos casos los materiales no han sido establecidos en los diseños o estos son difíciles de determinar de los planos. El estudiante de Ingeniería civil debe entonces hacer supuestos y escoger los materiales para el proyecto.
- No existe comunicación entre el estudiante que elaboró la propuesta arquitectónica y el estudiante de ingeniería civil a cargo del desarrollo de los diseños estructurales, hidráulicos, sanitarios y del presupuesto y programación de obra, lo cual limita la retroalimentación del diseñador arquitectónico y su intención inicial, o hace que se deban hacer cambios de forma unilateral para cumplir con criterios de diseño.
- El trabajo colaborativo es reducido puesto que cada estudiante está trabajando en proyectos diferentes y con distintos grados de complejidad. En este aspecto es necesario trabajar sobre puntos comunes de manera que se puedan hacer trabajos colaborativos sobre tareas que son repetitivas en los proyectos.

## 6. Resultados y Lecciones Aprendidas

Las actividades permanentes de seguimiento: reuniones, comités directivos y de gerencia, entregas de informes de avance, asesorías, registro de reuniones y compromisos por medio de actas, documentación de informes, contratos y correspondencia y las actividades de presentación y socialización de los avances del proyecto y los resultados finales; conforman el portafolio de evidencias del proyecto y el principal instrumento utilizado para evaluar el nivel de compromiso, la complejidad del trabajo en equipo, el desarrollo de competencias técnicas en diseño e ingeniería, competencias de liderazgo, dirección y comunicación.

Una de las partes más importantes y con mayor impacto dentro de la gerencia de proyectos es la comunicación. Pues de esta depende si el proyecto ira en un buen camino o por el contrario derive en conflictos; es de vital importancia la oportuna y adecuada gestión de esta área del proyecto porque con canales de comunicación efectivos, se logra que se optimice mucho más el trabajo en equipo. La falta de una buena gestión de la comunicación puede llevar al caos y al correspondiente fracaso.

El manejo de la relación con los grupos de interés del proyecto es un aspecto de vital importancia para el éxito de este. Los interesados se deben tratar con oportunidad y cautela, ya que estos tienen la capacidad para influir positiva o negativamente en el proyecto, parando, atrasando o incluso acabando con el proyecto en la medida que se manejen de forma inadecuada.

## 7. Conclusiones

Gran parte del éxito de un proyecto se asocia a la capacidad de disponer de una estructura organizacional adecuada a la magnitud y complejidad de este, una estructura que esté respaldada por la alta dirección del proyecto, que cuente con los recursos apropiados para su funcionamiento y que se ajuste de forma flexible a las particularidades y a las exigencias del contexto.

La implementación de un sistema de gestión de proyectos validado como el desarrollado por el Project Management Institute, estructurado en grupos de procesos y áreas del conocimiento, es indispensable para dar soporte a los equipos en materia de recursos, herramientas, y procesos metodológicos que demanda permanentemente el proyecto. Se destacan en este sentido el proceso cíclico de elaboración del Acta de Constitución y la definición del alcance del proyecto en las dimensiones de costo, tiempo y calidad (diseños y especificaciones), los cuales fueron el resultado de un trabajo colectivo, fundamentado en las competencias y habilidades de negociación entre las partes interesadas, el equipo sponsor y la gerencia del proyecto.

En proyectos que cuentan con la participación de equipos de trabajo muy numerosos y diversos, es común evidenciar problemas de incumplimiento en los compromisos de calidad de los entregables, y los plazos de entrega, o conflicto de integración entre partes interesadas como los equipos que son proveedores de información o productos entregables a otros; en estos casos acciones oportunas y permanentes como la mentoría, el diálogo entre pares, la evaluación del desempeño, las reuniones de seguimiento, los memorandos, los incentivos, el entrenamiento y la capacitación son determinantes para asegurar el cumplimiento de las líneas bases. Es supremamente importante observar, escuchar y estar atentos en la búsqueda de soluciones apropiadas y oportunas a los problemas y adversidades que se presentan naturalmente.

Los sistemas de información tipo plataformas de comunicación, trabajo colaborativo, repositorios de información en la nube (onedrive, sharepoint, Google drive), las aplicaciones móviles para gestionar comunicaciones y organizar información y equipos de trabajo (email, whatsapp, Messenger, Trello), y el software especializado en diseño, gestión de tiempo y análisis de datos (AutoCad, SketchUp, MS-Project, MS-Excel), son indispensables para la gestión de la información y comunicaciones del proyecto, su implementación gradual facilitó de manera significativa el desempeño eficiente y eficaz de los equipos y constituyó una brecha significativa de aprendizaje y crecimiento para el proyecto.

La estrategia del proyecto integrador potencia el auto-aprendizaje en los estudiantes de ingeniería civil y promueve el desarrollo de competencias y capacidades transversales propias de la integración de roles y disciplinas, particularmente, el trabajo en equipo, la comunicación efectiva

y asertiva, el liderazgo, la negociación, el mejoramiento continuo, la autoevaluación y autorregulación, la comprensión y visión holística, el profesionalismo y la integridad; todas estas competencias son relevantes en la fase de planeación, estudios y diseños, en la medida que permiten integrar de forma armónica todos los componentes y subsistemas del proyecto y determinan el éxito de las etapas subsiguientes como la construcción y operación.

## 8. Referencias

- Frago Franco, D. (2016). PROYECTOS INTEGRADORES INTERDISCIPLINARIOS CENTRADOS EN EL DESARROLLO DE CAPACIDADES Y VALORES. *Revista Virtual Redipe: Año 5 Volumen 2*, 11-23.
- Gómez, R., & Mercedes, M. d. (2016). *Project based learning*. Recuperado el 16 de 6 de 2020, de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/21333>
- López Rodríguez, N. M. (2012). *El proyecto Integrador: Estrategia didáctica para la formación de competencias desde la perspectiva del enfoque socioformativo*. México: Gafra editores.
- Martínez, P., González, V., & Da Fonseca, E. (abril de 2009). Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. *Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 24 (No1)*, 5-32.
- Mills, J. E., & Treagust, D. F. (01 de Abril de 2003). *ENGINEERING EDUCATION – IS PROBLEMBASED OR PROJECT-BASED LEARNING THE ANSWER?* Recuperado el 16 de Junio de 2017, de Australasian Association for Engineering Education: [http://www.aeee.net.au/journal/2003/mills\\_treagust03.pdf](http://www.aeee.net.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf)
- Paz Penagos, H., Ortiz Niño, M., Arévalo López, J., & Chitiva Medellín, K. (2015). Proyectos integradores en Ingeniería Electrónica con metodología CDIO. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, Vol. 6, No. 2, ISSN: 2215-8421*, 43-65.
- Project Management Institute - PMI. (2016). *Construction Extension to the PMBOK*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute - PMI. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge 6th Ed*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Remolina Millán, A., Baron Paez, L., Ramirez Velasquez, J., Ibañez Pinedo, W., Blanco Muñoz, D., & Morales Abuabara, J. J. (2017). PROYECTO INTEGRADOR COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DEL AREA DE LA CONSTRUCCION EN INGENIERIA CIVIL. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería EIEI-ACOFI 2017*, ISBN 978-958-680-080-8.
- Remolina, A., & Baron, L. (2018). ORGANIZACIÓN: ESTRATEGIA DE POTENCIACIÓN DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO INTEGRADOR EN INGENIERÍA CIVIL. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2018*, 132-133.
- Thomas, M., Jacques, P., Adams, J., & Kihneman-Wooten, J. (2008). Developing an Effective Project: Planning and Team Building Combined. *Project Management Journal, 39(4)*, 105-113.
- Torres Romero, A. I., Barba Martínez, C., López López, F. G., & Márquez Murillo, J. G. (2012). Proyectos integradores: estrategia didáctica para el desarrollo de competencias en

la Universidad Tecnológica de Chihuahua. Estudio de caso. *Primer Congreso Internacional de Educación - "Construyendo inéditos viables"*, 251-264.

## 9. Sobre los autores

- **Aldemar Remolina Millán:** Ingeniero Civil Universidad Industrial de Santander (UIS), Magister en Ingeniería civil de la Universidad de Los Andes (UNIANDES), Especialista en Gerencia Ambiental (UPB). Profesor Titular UPB. [aldemar.remolina@upb.edu.co](mailto:aldemar.remolina@upb.edu.co)
- **Silvia Juliana Tijó López:** Ingeniero Civil Universidad de Los Andes (UNIANDES), Magister en Ingeniería civil de la Universidad de Los Andes (UNIANDES), Ph.D. en Construcción de Edificaciones Georgia Institute of Technology (Georgia Tech), Profesor Asistente USTA. [silvia.tijo@ustabuca.edu.co](mailto:silvia.tijo@ustabuca.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)