



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 30 de agosto de 2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad: Neiva

El (Los) suscrito(s):

Laura Daniela Cerquera Quintero, con C.C. No. 1003807249,

Carlos Fernando Uzcátegui Gil, con C.C. No. 1126422319,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

titulado Lean Construction como Herramienta de Aprendizaje en la Gestión de Proyectos de
Construcción: Una Propuesta para el Diseño Curricular en la Universidad Surcolombiana.

presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar al título de

Ingeniero Civil _____;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Laura Danjela Cerquera Quintero

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Carlos Fernando Uzcátegui Gil

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS					   	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
	CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Lean Construction como Herramienta de Aprendizaje en la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Propuesta para el Diseño Curricular en la Universidad Surcolombiana.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Cerquera Quintero	Laura Daniela
Uzcátegui Gil	Carlos Fernando

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Marín Uribe	Carlos Rodolfo

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Civil

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Civil

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2024 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 153 (Anexos incluidos)

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 4

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una **X**):

Diagramas X Fotografías Grabaciones en discos Ilustraciones en general X Grabados
 Láminas Litografías Mapas Música impresa Planos Retratos Sin ilustraciones Tablas
 o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

- A. Estrategia Nacional BIM 2020 -2026
- B. Formato de Encuesta de Estudiantes
- C. Formato de Encuesta de Egresados
- D. Formato y resultados de Encuesta de Profesores
- E. Catálogo de Cualificaciones (pág. 47 – 51)
- F. Transcripción de Entrevista de la Dra. Diana Margarita Navarro
- G. Microdiseño del Curso de Pregrado “Gestión de Construcción sin Pérdidas”
- H. Microdiseño del Curso de Postgrado “Lean Construction”

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria): Meritoria

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Construcción sin Pérdidas</u>	<u>Lean Construction</u>	6. <u>Diseño Curricular</u>	<u>Curriculum Design</u>
2. <u>Gestión</u>	<u>Management</u>	7. <u>Cursos</u>	<u>Courses</u>
3. <u>Proyectos</u>	<u>Projects</u>	8. _____	_____
4. <u>Modelado de Información de Construcción</u>	<u>Building Information Modeling</u>	9. _____	_____
5. <u>Último Planificador</u>	<u>Last Planner System</u>	10. _____	_____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 4

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El presente trabajo aborda la evolución de la gestión de proyectos de construcción, destacando la importancia de enseñar metodologías innovadoras como *Lean Construction*, *Last Planner System* y *Building Information Modeling* a los profesionales del sector, especialmente desde su etapa académica. El objetivo general de la investigación es proponer la integración de estas metodologías en el plan de estudio del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana, tomando como referencia la opinión de los principales actores universitarios y la experiencia de homólogos internacionales que hayan introducido estas metodologías dentro de su pensum académico. Para los resultados de la investigación se consideró el diagnóstico de opinión a estudiantes, profesores y egresados de la universidad en el conocimiento de las metodologías planteadas y en la necesidad de fortalecer el diseño curricular del programa. Además, se compararon distintos programas de ingeniería civil de universidades alrededor del mundo, que tienen en su malla curricular cursos enfocados en *Lean Construction* con la universidad Surcolombiana, donde esta última resaltó por la falta de actualización que presenta frente a las necesidades del campo laboral actual y su poca oferta en el campo de gestión. Considerando los planteamientos anteriores, se definió para la propuesta la creación de cursos nuevos relacionados con las temáticas de estas metodologías, haciendo uso de microdiseños específicos estructurados en esta investigación, en conjunto con medidas recomendadas que faciliten el proceso de adaptación de la universidad Surcolombiana.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The present work, a collaborative effort, addresses the evolution of construction project management, emphasizing the importance of teaching innovative methodologies such as *Lean Construction*, *Last Planner System*, and *Building Information Modeling* to professionals in the sector, particularly during their academic stage. The general objective of the research is to propose integrating these methodologies into the curriculum of the Civil Engineering program at Surcolombiana University, drawing on the opinions of key university stakeholders and the experiences of university counterparts who have introduced these methodologies into their academic curriculum. This emphasis on collaboration makes the audience feel included and part of the process. For the research results, opinion diagnoses were considered from university students, professors, and graduates regarding their knowledge of the proposed methodologies and the need to strengthen the program's curriculum design. Additionally, various civil engineering programs from universities around the world were compared to Surcolombiana University, where the latter stood out for its lack of updating in response to current labor market needs and its limited offerings in the field of management. Considering the points above, the proposal defined the creation of new courses related to these methodologies, using specific micro-designs structured in this research, along with recommended measures to facilitate the adaptation process of Surcolombiana University.

APROBACION DE LA TESIS

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



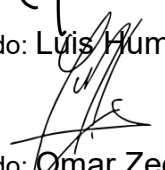
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	4 de 4
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

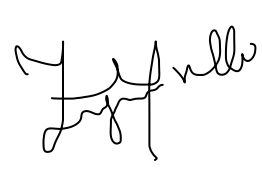
Nombre Presidente Jurado: Carlos Rodolfo Marín Uribe, Dr.

Firma: 

Nombre Jurado: Luis Humberto Jiménez Morera, Mg.

Firma: 

Nombre Jurado: Omar Zegarra Marmanillo, Dr.

Firma: 



***Lean Construction como Herramienta
de Aprendizaje en la Gestión de
Proyectos de Construcción: Una
Propuesta para el Diseño Curricular en la
Universidad Surcolombiana.***

Carlos Fernando Uzcátegui Gil

Laura Daniela Cerquera Quintero

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Neiva, Colombia

2024

Lean Construction como Herramienta de Aprendizaje en la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Propuesta para el Diseño Curricular en la Universidad Surcolombiana.

Carlos Fernando Uzcátegui Gil

Laura Daniela Cerquera Quintero

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Civil

Director

D.Sc. en Ing. Carlos Rodolfo Marín Uribe

Línea de Investigación:

Construcción - Gestión de Proyectos

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Neiva, Colombia

2024

Cambia tus pensamientos y cambiarás tu mundo.

A Dios,

*Por darnos la fuerza, la sabiduría y la
perseverancia para completar este importante proyecto
académico.*

Agradecimientos

A nosotros mismos, por el esfuerzo incansable, la perseverancia y el compromiso inquebrantable que dedicamos a este proyecto. Este logro es el resultado de nuestra determinación para alcanzar nuestras metas académicas. A nuestros padres, por su apoyo inquebrantable y sacrificios constantes a lo largo de nuestra educación. Su aliento y confianza en nosotros han sido fundamentales para alcanzar este logro. A nuestro tutor de tesis, por su colaboración, apoyo y guía durante todo el proceso de creación de la tesis. A nuestros respetados profesores, por su orientación, paciencia y colaboración, a través de sus respuestas han ayudado a la realización de este proyecto. A los estudiantes y egresados que generosamente colaboraron en este estudio, por su contribución significativa, ha enriquecido enormemente este trabajo y ha añadido profundidad a su análisis. Por último, agradecemos a nuestros amigos y seres queridos por su constante ánimo, comprensión y alegría compartida durante este emocionante viaje. Este logro no habría sido posible sin el apoyo incondicional de todas estas personas. Nos sentimos profundamente agradecidos y honrados por haber contado con su presencia en este camino académico.

Resumen

El presente trabajo aborda la evolución de la gestión de proyectos de construcción, destacando la importancia de enseñar metodologías innovadoras como *Lean Construction*, *Last Planner System* y *Building Information Modeling* a los profesionales del sector, especialmente desde su etapa académica. El objetivo general de la investigación es proponer la integración de estas metodologías en el plan de estudio del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana, tomando como referencia la opinión de los principales actores universitarios y la experiencia de homólogos internacionales que hayan introducido estas metodologías dentro de su pensum académico. Para los resultados de la investigación se consideró el diagnóstico de opinión a estudiantes, profesores y egresados de la universidad en el conocimiento de las metodologías planteadas y en la necesidad de fortalecer el diseño curricular del programa. Además, se compararon distintos programas de ingeniería civil de universidades alrededor del mundo, que tienen en su malla curricular cursos enfocados en *Lean Construction* con la universidad Surcolombiana, donde esta última resaltó por la falta de actualización que presenta frente a las necesidades del campo laboral actual y su poca oferta en el campo de gestión. Considerando los planteamientos anteriores, se definió para la propuesta la creación de cursos nuevos relacionados con las temáticas de estas metodologías, haciendo uso de microdiseños específicos estructurados en esta investigación, en conjunto con medidas recomendadas que faciliten el proceso de adaptación de la universidad Surcolombiana.

Palabras clave: Construcción sin Pérdidas, Gestión, Proyectos, BIM, Último Planificador, Diseño Curricular, Cursos.

Abstract

The present work addresses the evolution of construction project management, emphasizing the importance of teaching innovative methodologies such as Lean Construction, Last Planner System, and Building Information Modeling to professionals in the sector, particularly during their academic stage. The general objective of the research is to propose the integration of these methodologies into the curriculum of the Civil Engineering program at Surcolombiana University, drawing on the opinions of key university stakeholders and the experiences of university counterparts who have introduced these methodologies into their academic curriculum. For the research results, opinion diagnoses were considered from students, professors, and graduates of the university regarding their knowledge of the proposed methodologies and the need to strengthen the program's curriculum design. Additionally, various civil engineering programs from universities around the world were compared to Surcolombiana University, where the latter stood out for its lack of updating in response to current labor market needs and its limited offerings in the field of management. Considering the aforementioned points, the proposal defined the creation of new courses related to these methodologies, using specific micro-designs structured in this research, along with recommended measures to facilitate the adaptation process of Surcolombiana University.

Keywords: Lean Construction, Management, Projects, BIM, Last Planner System, Curriculum Design, Courses.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	VI
Abstract	VII
Lista de Figuras	X
Lista de Tablas.....	XII
Lista de Símbolos y Abreviaturas.....	XIII
 Capítulo I.....	 15
1. Introducción.....	15
1.1 Justificación	16
1.2 Antecedentes	18
1.3 Objetivos.....	22
1.3.1 Objetivo General	22
1.3.2 Objetivos Específicos	22
1.4 Limitaciones.....	23
1.5 Estructura del documento	24
 Capítulo II.....	 25
2. Metodología	25
2.1 Estructuración del diagnóstico de conocimiento	26
2.2 Aplicación del instrumento de recopilación de datos	28
2.3 Búsqueda de Referentes Académicos	29
2.4 Evaluación del programa de la Universidad Surcolombiana con respecto a sus homólogos internacionales	30
2.5 Definición del mecanismo de integración de la propuesta	30
2.6 Diseño de la Propuesta	30

2.7 Estrategias de Implementación Recomendadas	31
Capítulo III.....	33
3. Marco Teórico	33
3.1 Gestión de Proyectos de Ingeniería Civil	33
3.2 Elementos que intervienen en un proyecto exitoso de Ingeniería Civil	33
3.3 Lean Construction	35
3.4 Building Information Modeling	36
3.5 Last Planner System (LPS)	38
3.6 Integración de Lean Construction, LPS y BIM: Creando un Curso Universitario Innovador	40
3.7 Conceptos para la creación de microdiseños propuestos	41
Capítulo IV.....	43
4. Resultados y Análisis de Resultados	43
4.1 Aplicación del instrumento de recopilación de datos	43
4.1.1 Estudiantes.....	43
4.1.2 Egresados	52
4.1.3 Profesores	60
4.2 Búsqueda de Referentes Académicos	71
4.3 Evaluación del programa de la Universidad Surcolombiana con respecto a sus homólogos internacionales	75
4.4 Definición del mecanismo de integración de la propuesta	82
4.5 Diseño de la Propuesta	84
4.6 Estrategias de Implementación Recomendadas	90
Capítulo V	95
5. Conclusiones y Recomendaciones	95
5.1 Conclusiones	95
5.2 Recomendaciones	98
Bibliografía	99
Anexos	

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2.1: Metodología de la investigación.....	26
Figura 3.1 Triángulo de la triple restricción.	34
Figura 3.2 Clasificación de actividades según Lean Production.	35
Figura 4.1 ¿Qué es para usted la gestión de proyectos de ingeniería civil?	44
Figura 4.2 ¿Cuáles de las herramientas siente usted que está en capacidad de manejar, realizar, interpretar o aplicar, según sea el caso?	45
Figura 4.3 ¿Se siente usted capacitado para ingresar a su vida laboral ejecutando obras en el área de gestión de proyectos?.....	46
Figura 4.4 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto Lean Construction por primera vez?	47
Figura 4.5 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto BIM por primera vez?	48
Figura 4.6 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto Last Planner por primera vez?	48
Figura 4.7 ¿Cree usted que es necesario fortalecer la línea de gestión de proyectos del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana?.....	49
Figura 4.8 ¿Los profesores suelen dar cumplimiento total de los contenidos y temáticas establecidas en cada curso?	50
Figura 4.9 ¿Qué medio prefiere para la introducción de estas temáticas al programa de Ingeniería Civil?	51
Figura 4.10 ¿Actualmente se encuentra usted vinculado laboralmente en el sector construcción?	53
Figura 4.11 ¿Usted ha trabajado o trabaja en un sector relacionado directamente con la gestión de proyectos?	54

Figura 4.12 ¿Considera que los cursos de gestión de proyectos ofrecidos por la Universidad Surcolombiana brindan los conocimientos necesarios para el ejercicio profesional?.....	55
Figura 4.13 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto Lean Construction por primera vez?	56
Figura 4.14 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto BIM por primera vez? ...	56
Figura 4.15 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto Last Planner por primera vez?	57
Figura 4.16 ¿A usted le gustaría que las temáticas antes mencionadas se incluyeran en el futuro diseño curricular de este programa?	58
Figura 4.17 ¿Qué cambios considera que se podrían realizar en la formación académica para mejorar la preparación de los estudiantes para el ejercicio profesional?	59
Figura 4.18 ¿Cuál cree usted que es la importancia de la gestión de proyectos en ingeniería civil?.....	61
Figura 4.19 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto Lean Construction por primera vez?	62
Figura 4.20 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto BIM por primera vez? ..	62
Figura 4.21 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto Last Planner por primera vez?	63
Figura 4.22 ¿Cree usted que los estudiantes de la universidad Surcolombiana están capacitados para ejercer la ingeniería civil?	64
Figura 4.23 ¿Cuándo un graduado debe acceder a conocimiento externo para poder obtener su primer trabajo en el área de ingeniería civil, cree usted que se reduce la influencia de la universidad en la empleabilidad de sus profesionales?	65
Figura 4.24 ¿El programa de ingeniería civil hace seguimiento continuo a las temáticas dictadas en su curso?	67
Figura 4.25 ¿Piensa usted que el actual diseño curricular del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana requiere algún cambio o modificación? ¿Cuál?.....	68
Figura 4.26 ¿Conoce usted la Estrategia Nacional BIM 2020-2026?.....	70

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 4-1 Cursos Lean Construction en universidades del mundo. <i>Fuente: Elaboración Propia</i>	72
Tabla 4-2 Referentes Universitarios. <i>Fuente: Elaboración Propia</i>	77
Tabla 4-3 Oferta Académica de Referentes Universitarios. <i>Fuente: Elaboración Propia</i>	78
Tabla 4-4 Unidades temáticas del curso Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería <i>Fuente: Universidad Surcolombiana Portal Versión 7. (2021)</i>	81
Tabla 4-5 Unidades temáticas del curso Presupuesto y Programación <i>Fuente: Universidad Surcolombiana Portal Versión 7. (2021)</i>	82
Tabla 4-6 Comparación de la Adaptación Curso existente vs Curso nuevo <i>Fuente: Elaboración Propia</i>	83
Tabla 4-7. Desglose de unidades temáticas del curso de pregrado <i>Fuente: Elaboración Propia</i>	85
Tabla 4-8. Desglose de unidades temáticas del curso de postgrado <i>Fuente: Elaboración Propia</i>	88

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>BIM</i>	<i>Building Information Modeling</i> - Modelado De Información De Construcción
<i>LC</i>	<i>Lean Construction</i> – Construcción sin Pérdidas
<i>LPS</i>	<i>Last Planner System</i> - Último Planificador
<i>USCO</i>	Universidad Surcolombiana

Capítulo I

1.Introducción

En el contexto actual, la Universidad Surcolombiana enfrenta el desafío de actualizar su programa de Ingeniería Civil para adaptarse a las demandas del mercado de la construcción, un ámbito dinámico y en constante evolución. Para definir la direcciones y las temáticas de este proceso, se pueden considerar las diversas herramientas que se han posicionado como el presente y futuro del sector, no solo en Colombia, sino en Latinoamérica. Bajo esta premisa, se puede destacar que varias investigaciones resaltan el enfoque *Lean*, cuyo concepto es aplicable en campos tecnológicos, industriales, financieros y, entre otros, de la construcción, dando lugar a la metodología *Lean Construction*, la cual es una excelente herramienta en el área de gestión de proyectos a nivel internacional, siendo complementada con otras herramientas como *Last Planner System*® (LPS) y *Building Information Modeling* (BIM) para una mayor productividad en el campo señalado y así aprovechar todo el potencial de los recursos en el sector. Para la investigación es fundamental promover la búsqueda e implementación de herramientas que permitan avanzar en el mercado laboral, evitando de esta manera que el desconocimiento de las nuevas estrategias, que surgen como claves de la productividad del sector construcción, afecte negativamente el desarrollo y el futuro de los nuevos ingenieros civiles.

Esta investigación, realizada en un contexto donde la innovación y la eficiencia son elementales para la competitividad y el desarrollo del sector de la construcción, pone de manifiesto la urgencia de incorporar estas metodologías en el diseño curricular de las universidades. Su relevancia radica no solo en la mejora de la gestión de proyectos,

reducción de costos, minimización de desperdicios en la industria de la construcción y en general el aumento de la productividad de las empresas, sino también en la preparación de los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo laboral actual y futuro.

Este trabajo recoge las valoraciones de los principales actores de los procesos académicos de la Universidad Surcolombiana como punto de partida para la evaluación de los planes de estudio actuales del programa de Ingeniería Civil. Asimismo, propone mecanismos y referentes útiles para este proceso de transformación que el campo laboral exige indirectamente a las universidades, las cuales actúan como garantes de la formación de profesionales útiles para la sociedad.

Este enfoque busca generar conciencia acerca de la imperiosa necesidad de adaptar la educación en la Universidad Surcolombiana a las necesidades del rol profesional de ingeniero civil que requiere el mercado laboral nacional e internacional, proponiendo la integración de metodologías innovadoras como una estrategia clave para impulsar el progreso, la excelencia y la productividad en el sector de la construcción en Colombia, partiendo de las bases académicas de los profesionales. Además, se pretende fomentar una cultura de adaptabilidad y aprendizaje continuo en los estudiantes, preparándolos para ser agentes de cambio en una industria en constante transformación.

1.1 Justificación

El sector de la construcción desempeña un papel fundamental en las sociedades, ya que los ingenieros civiles, arquitectos y constructores en general crean ambientes que mejoran el estilo de vida de las personas. Sin embargo, el éxito de los proyectos que persiguen este propósito depende en gran medida de una gestión eficaz que garantice la realización de obras de calidad dentro del alcance técnico definido, con una adecuada planificación de recursos y tiempos. Independientemente del ámbito de un proyecto de construcción, su gestión determina en gran medida si se logran los objetivos planteados inicialmente en su diseño y formulación.

Al igual que en otros campos de estudio, la ingeniería civil ha evolucionado sus enfoques y metodologías para mejorar la eficiencia y la productividad. Uno de los aspectos destacados de esta evolución es la gestión de proyectos de construcción, donde la innovación se ha centrado en la optimización de procesos existentes (*Lean Construction* y

Last Planner) y en la transformación digital (BIM). Estos avances se están implementando en todo el mundo, donde muchos países no solo promueven, sino que también exigen, el uso de estas herramientas para garantizar la eficiencia y el éxito de los proyectos.

Sin embargo, en el contexto nacional, la adopción de estas metodologías parece ser lenta o poco eficiente, a pesar de los esfuerzos como la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 (Consultar Anexo A). Las dificultades comunes en las grandes obras en Colombia a menudo se originan en una planificación deficiente y una gestión inadecuada, abordar estas problemáticas como oportunidades de mejora puede reducir el número de proyectos con deficiencias en alcance, programación o presupuesto.

Es crucial entender los beneficios tangibles de apropiarse de estos enfoques, ya que la implementación efectiva de metodologías como *Lean Construction*, *Last Planner* y BIM puede conducir a una mayor eficiencia en la gestión de proyectos, reducción de costos, mejora en la calidad de la construcción, optimización de recursos y tiempos, y una mayor satisfacción del cliente. Estos beneficios pueden traducirse directamente en un aumento de la competitividad de las empresas y en un mejor desempeño de la industria de la construcción en general.

Es importante que las universidades aborden estos temas en sus programas de ingeniería civil porque son la base de la formación profesional de futuros ingenieros y arquitectos. Las instituciones educativas deben adaptarse a los cambios en la industria y proporcionar a los estudiantes las herramientas y conocimientos necesarios para enfrentar los desafíos del mundo real. El sector de la construcción, tal como lo plantea Jiménez (2022), requiere “Profesionales más integrales, que vayan más allá de sus silos de conocimiento, que sean capaces de trabajar en modelo colaborativos, ágiles, sabiendo comunicar necesidades y avances” (párr. 10). Al integrar temas como la gestión de proyectos y las metodologías de construcción innovadoras, las universidades preparan a los estudiantes para ser profesionales competentes y actualizados en un entorno laboral en constante evolución. Por consiguiente, se considera fundamental que en el programa de ingeniería civil de la universidad Surcolombiana se implementen nuevas temáticas ajustadas a las mejoras que otros países están realizando en áreas como la gestión de proyectos, donde los enfoques que aporta la metodología *Lean*, en conjunto con las herramientas BIM y conceptos LPS, se destacan como parte del futuro del campo profesional de la construcción.

1.2 Antecedentes

Al trabajar elementos de *Lean Construction*, los complementos y herramientas que surgen para su implementación a nivel profesional es la utilización de tecnología BIM y fundamentos establecidos por el *Last Planner System*; tal es el caso del artículo denominado “A Case Study in Integrating Lean, Green, BIM into an Undergraduate Construction Management Scheduling Course” en el que los autores Bradley, Hyatt. & LEED AP (2011) valoraron un caso de estudio de la universidad Estatal de California, Estados Unidos, donde se introdujeron principios Lean, conceptos de sostenibilidad y herramientas BIM en los programas de pregrado, evaluando los resultados del curso a partir de las opiniones de los estudiantes y de las problemáticas en la implementación de este.

La investigación destacó el *Building Information Modeling* como “la innovación más prolíficamente adoptada en toda la industria” (p.1), resaltándolo en el contexto académico como uno de los cambios más notables en los diseños curriculares, el cual, según los autores, debe adoptarse como un medio en todo el plan de estudios, y no como un curso aislado. Por otro lado, los autores concluyeron que el *Lean Construction* y el *Last Planner System* se consideraban como elementos de gran importancia, pero que carecían en su momento de grandes referentes, argumentando su afirmación a partir de la complejidad del aprendizaje por parte del sector profesional, lo cual se complementa con la cantidad de cursos académicos sobre estos, donde predominan en el nivel de postgrado.

El proceso metodológico incluyó la reestructuración de un curso opcional para incorporar las tendencias antes especificadas, a partir de 3 claves: el marco general del curso en torno a los procesos de planificación y programación definidas por el *Last Planner System*, la elección de un proyecto con carácter sostenible para el trabajo en el semestre y ejercicios de modelación y simulación en BIM 4D (Autodesk Navisworks 2010); asimismo, este curso incluyó elementos tradicionales de la programación de construcción, como los tipos de cronograma y el método CPM. Con base en lo anterior, los módulos de la materia definidos por los autores fueron: Programación Maestra, Programación de Fases LPS, Programación Anticipada y Planificación de Compromisos.

Concluido el curso, los autores solicitaron a los estudiantes realizar una encuesta sobre los componentes trabajados, donde se encontró que “*100% de los encuestados se mostraron interesados en aprender más sobre Lean Construction*” (p.7), consecutivamente resaltaron la tecnología BIM como el componente más útil entre los trabajados, y destacaron las actividades del método CPM como el “*más beneficioso para comprender la secuencia de la construcción*” (p.7), lo que permitió establecer que las herramientas y metodologías actuales no son incompatibles con ciertos procesos tradicionales de la gestión de la programación de obra.

Establecidos los fundamentos de importancia de la enseñanza del *Lean Construction*, se estudia la problemática planteada por Leathem & Cosper (2013) en su artículo “Course or Class Topic: Evaluating the Implementation of *Lean Construction* into a University Curriculum”, donde se formularon dos escenarios, que planteaban categorizar el *Lean Construction* en un pensum de estudio universitario como un curso individual o una serie de contenidos de una clase regular. La investigación señalada no plantea una duda o hipótesis acerca de la necesidad de introducir *Lean Construction* al plano académico, ya que se establece como premisa o noción que su inclusión a los planes de estudios debe ser un hecho, a partir del señalamiento de sus principales beneficios en el sector de la construcción, así como del estancamiento de este último en términos de productividad.

Los investigadores plantearon 3 opciones o mecanismos para introducir el *Lean Construction* en un plan de estudios, con sus fortalezas y deficiencias: Curso Tradicional (denominado Silos), Curso de Estudio basado en la investigación y un Curso de Verano Especializado. Los autores definieron el Silos como la opción “*más lógica*”, no obstante, se resaltó que la naturaleza de la metodología *Lean Construction* es compleja de evaluar y enseñar por medio de métodos tradicionales; asimismo, en el caso de establecer un curso propio, los investigadores expusieron cierta preocupación con que el *Lean Construction* pueda catalogarse como una temática aislada de las otras ramas de enseñanza, sin embargo, el caso contrario donde se trate como un tema en un curso existente conllevaría a la reubicación o supresión de contenido establecido. La opción de un curso de estudio basado en la investigación es el mecanismo mejor valorado por los investigadores, debido a que lo definen como una alternativa para “*abordar las limitaciones de los cursos de conferencias tradicionales*” (p.5), sin embargo, ellos indicaron que es un escenario poco

común, en la mayoría de las universidades. El mecanismo de curso opcional o de verano resuelve problemas estructurales en el diseño curricular, no obstante, la investigación reconoció que la importancia del *Lean Construction* en el presente y futuro del mercado laboral no se puede transmitir mediante un curso que no es obligatorio.

Los autores finalmente llegaron a la conclusión de que a pesar del planteamiento inicial de dos escenarios para la introducción de la metodología a los planes de estudio, lo correcto sería una tercer vertiente donde se proyecte el *Lean Construction* como “*una cultura en lugar de un área singular de enfoque*” (p.7), esto significa que al introducir el estudio de la temática se adapte el resto de las áreas bajo los principios *Lean*, de modo que su enseñanza no sea aislada, y contribuya al resto de campos de estudio.

En Chile, un país con grandes innovaciones en los 3 componentes principales de esta investigación, se destacan mecanismos como los que plantea el BIM Fórum Chile a través del documento de Loyola, Matta y Herrera.(Eds.) (2021) denominado “¿Cómo se enseña BIM en Chile?: Experiencias de universidades chilenas introduciendo BIM en carreras de pregrado de Arquitectura, Ingeniería y Construcción”, donde se realizó una recopilación de las prácticas y los procesos llevados a cabo por 14 universidades chilenas para la introducción del *Building Information Modeling* en sus diseños curriculares de ciertos programas de pregrado, a través de la valoración de docentes de cada universidad en los aspectos de antecedentes de la casa de estudio, bases de los programas, currículo posterior a la integración, didáctica o métodos de enseñanza y la evaluación de las experiencias.

Las conclusiones generales del trabajo hicieron énfasis en la diversidad de las estrategias utilizadas, donde se resaltó la importancia de la opinión de egresados y estudiantes como elemento decisivo para la rápida adopción de estas tecnologías en los programas, considerando que la incorporación de esta “*comienza con iniciativas aisladas y demora varios años en formalizarse en reformas curriculares*” (p.7). Asimismo, se señaló que la mayoría hizo uso de softwares relacionados a la empresa Autodesk, tales como Revit, y se especificó que una de las mayores dificultades en este proceso fue la impartición de varios tipos de herramientas BIM, debido a los costos y a la capacitación docente que necesitaba realizarse para diversificar los softwares.

Un consenso claro en las experiencias fue la implementación de conocimiento BIM no únicamente de forma aislada (uno o dos cursos específicos sobre la herramienta), sino

también trabajar estrategias de aprendizaje y evaluación que involucrara este tipo de software a lo largo de todo el diseño curricular. Siguiendo esta línea argumental, se recomendó la enseñanza de este tipo de herramientas desde los primeros períodos del programa, de modo que los estudiantes puedan tener una “*aproximación progresiva a la tecnología y con suficiente tiempo para desarrollar competencias profundas.*” (p.10), y siempre considerando que gran parte de la efectividad de este tipo de aprendizaje depende de la calidad de la infraestructura hardware y de los laboratorios de estudio.

Retomando la metodología *Lean Construction*, es necesario establecer contenidos específicos que funcionen como fundamentos de enseñanza del pensamiento *Lean*, siendo la base para la introducción de las temáticas a cualquier diseño curricular. El departamento de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Medio Oriente en Ankara, Turquía, a través de los investigadores Kuzucuoglu, Ayhan & Tokdemir. (2019) presentó un artículo titulado “Integrating *Lean Construction* into the Civil Engineering Curriculum”, cuyo objetivo central se basó en desarrollar un proceso de adaptación para la unificación, aplicación, adaptación e introducción de la metodología *Lean Construcción* en los diseños curriculares universitarios, a través de la elaboración de una estructura guía para la creación de un curso académico que permitiera abordar estas temáticas desde la etapa estudiantil.

Los investigadores realizaron una búsqueda de referentes de diseños curriculares universitarios de programas de ingeniería civil en casas de estudios superiores en Turquía, Estados Unidos y Dinamarca, como parte de la estructuración del diseño curricular en cuanto a contenido, estrategias de enseñanza y evaluación y los procesos de integración. Se consultó a profesionales expertos, a través del método Delphi, respecto a qué conceptos *Lean*, qué expectativas sobre los estudiantes y qué métodos de enseñanza consideraban adecuados para el nuevo curso.

El ajuste del curriculum resultante se definió con contenidos tales como: Origen y Principios de *Lean*, Definición de Valor, Flujo de Valor y Desperdicio, Gestión del diseño, *Last Planner System*, entre otros. Los autores concluyeron en que se necesita mayor investigación alrededor de la integración del *Lean Construction*, y afirman que “*Se debe promover la formación lean porque el estado actual de la educación lea no puede cubrir la brecha en la industria*” (p.15). Además, establecieron que es fundamental que el curso

evolucione o progrese, a partir de las experiencias académicas y las exigencias del mercado, para lo cual se recomendó el uso de la retroalimentación de los estudiantes y profesores que hayan participado en estos, ya que son los actores primordiales del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Actualmente, el programa de ingeniería civil de la USCO no cuenta con un curso para la enseñanza de la metodología Lean Construction, BIM y Last Planner, ni con temáticas que aborden dichas herramientas en asignaturas del área de gestión, e incluso no existe un proyecto o propuesta para su integración al plan de estudios en semestres próximos. Esta investigación busca abordar el escenario detallado en los antecedentes, pero con el contexto de la Universidad Surcolombiana, planteando estrategias concretas para la implementación y enseñanza de las metodologías señaladas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Formular una propuesta para la implementación de la metodología *Lean Construction* con base en la tecnología BIM y el sistema *Last Planner* en el diseño curricular a nivel del programa de Ingeniería Civil y de estudios de postgrado de la Universidad Surcolombiana, a través de una revisión e integración de estos conceptos en el plan de estudios, de modo que funcione como instrumento de aprendizaje en la gestión de proyectos de construcción.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer un diagnóstico del conocimiento de las metodologías de gestión de proyectos de los estudiantes, docentes e ingenieros civiles egresados de la Universidad Surcolombiana, a partir de herramientas tales como *Lean Construction*, BIM y Last Planner, evaluando la opinión e interés de involucrados a través del uso de herramientas de recopilación de datos, para la definición del estado de estos elementos en el campo académico y profesional.

- Analizar los procesos utilizados para la implantación del *Lean Construction*, BIM y *Last Planner* en el plano académico, tomando como referencia, antecedentes de orden similar en la educación superior.
- Definir los elementos y modificaciones requeridas para la introducción de la metodología *Lean Construction* y sus elementos de apoyo (BIM, Last Planner) en la gestión de proyectos en el programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana, a través de una serie de recomendaciones con fundamento investigativo, para el establecimiento de una propuesta que sirva como apoyo inicial para la evaluación curricular.

1.4 Limitaciones

- El programa de ingeniería civil de la universidad surcolombiana no cuenta con una base de datos para el contacto con sus egresados, lo que conlleva a utilizar únicamente contactos personales que proporcionen otras poblaciones encuestadas, y de esta forma aplicar las consultas respectivas. Estas condiciones derivan en que la muestra tomada para esta población pueda ser reducida porcentualmente de su total en comparación con la de los otros actores involucrados.
- El presente trabajo maneja encuestas a poblaciones relacionadas con la institución, las cuales están basadas en una muestra no probabilística, seleccionada bajo criterios de aprobación de cursos y temáticas relacionadas con la investigación (estudiantes) y de facilidad de contacto para su aplicación (egresados). Estas condiciones derivan en que los resultados deben extrapolarse en base a un criterio de generalización analítica (Robert Yin, 1992)
- La aplicación de encuestas y entrevistas se realizan en búsqueda de la valoración del contexto del programa de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana (USCO). Por motivos de tiempo y plazos manejados para la realización de este tipo de investigaciones, no pueden manejarse datos de otros programas de ingeniería civil de la ciudad de Neiva, Huila, los cuales permitirían situar con mayor precisión el estado de las metodologías *Lean*, BIM y LPS en el ámbito académico de la región.

1.5 Estructura del documento

El primer capítulo del documento es la introducción, donde se desglosa el contexto inicial del trabajo, mediante la justificación y los objetivos que se proponen para la investigación, en conjunto con antecedentes de estudios similares que funcionen como referentes teóricos y prácticos. En el segundo capítulo se define la metodología para el cumplimiento de cada uno de los objetivos, especificando los procesos realizados, las técnicas aplicadas y los instrumentos utilizados. El capítulo tres se denomina marco teórico y allí se describen las bases teóricas fundamentales que sustentan toda la investigación.

En el cuarto capítulo se detallan y analizan los diferentes resultados de los procedimientos aplicados durante la investigación, mediante el uso de tablas y gráficos se aportan los datos obtenidos y se plantea una valoración de cada uno de ellos. El quinto y último capítulo se compone de las conclusiones y recomendaciones de la investigación, detallando los factores claves que verifican el cumplimiento de los objetivos.

Capítulo II

2. Metodología

La presente investigación se enmarca dentro de la estrategia metodológica de estudio de casos múltiples, definiéndose así como una investigación cualitativa orientada a evaluar y analizar las características del programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana (USCO) en comparación con pares institucionales de la región. El foco particular de esta comparación reside en el área de gestión de proyectos, con énfasis en la implementación de la metodología *Lean Construction*.

Para el desarrollo de los casos, se realizó una exhaustiva exploración de los planes curriculares de universidades representativas que ya han integrado dicha metodología. Esta revisión se complementó con la aplicación de encuestas y entrevistas dirigidas a profesores, egresados y estudiantes directamente relacionados con el programa de Ingeniería Civil de la USCO. Este enfoque metodológico permitió obtener un contexto validado y detallado del foco principal de estudio, proporcionando una base sólida para la aplicación de la investigación y la formulación de recomendaciones para la integración del *Lean Construction* en el diseño curricular de la USCO. La metodología utilizada en la investigación se describe en la figura 2.1



Figura 2.1: Metodología de la investigación

Fuente: Elaboración Propia

2.1 Estructuración del diagnóstico de conocimiento

Como primer paso, se seleccionaron los actores claves en los procesos de valoración de la enseñanza y aprendizaje del programa de ingeniería civil:

- **Estudiantes:** Son fundamentales en el entramado educativo universitario, contribuyendo a la formación de individuos competentes. Su participación y retroalimentación son cruciales para mejorar el proceso educativo.

- Egresados: Constituyen una referencia clave del campo laboral desde una perspectiva académica. Su experiencia reciente en el mercado laboral permite identificar las necesidades y requisitos de las empresas. Su opinión es esencial para evaluar la efectividad de los conocimientos adquiridos en la universidad en el ámbito profesional.
- Profesores: Desempeñan un papel fundamental en la transmisión del conocimiento y la formación de futuras generaciones de ingenieros. Tienen la libertad de cátedra para adaptarse a las necesidades de los estudiantes y su experiencia profesional enriquece la enseñanza.

Asimismo, se establecieron los temas y el tipo de información que se requería de cada actor definido, por lo cual se desglosó de la siguiente manera:

- ✓ Estudiantes: Los conocimientos básicos sobre gestión de proyectos y la influencia de los ingenieros civiles, la opinión sobre los cursos actuales del programa de ingeniería civil, el conocimiento de nuevas tecnologías y metodologías en el ámbito global y su relevancia para el programa, y la perspectiva sobre la integración de estos conceptos al programa.
- ✓ Profesores: El estado actual del programa y opinión sobre los cursos de gestión de proyectos, la valoración de las capacidades desarrolladas por los estudiantes y su impacto profesional, la opinión sobre las demandas de las empresas a los egresados y comparación con otras instituciones, el conocimiento de nuevas tecnologías y metodologías y el seguimiento del programa a los temas enseñados por los profesores.
- ✓ Egresados: El estado profesional en el sector de la construcción y gestión de proyectos, la opinión sobre las dificultades para conseguir el primer empleo y su relación con la formación académica, sugerencias de cambios en el programa para mejorar la empleabilidad de los estudiantes y el conocimiento de nuevas tecnologías y su importancia para futuros proyectos académicos.

Considerando lo anterior, se definieron los parámetros que permitieron discriminar en cada grupo la población que influye directamente en el contexto de la investigación. Se establecieron, los métodos de recolección de datos, según el tipo de involucrados,

destacando las oportunidades y dificultades para acceder a cada uno de ellos. Se planteó el desglose de preguntas enfocadas en aspectos académicos, laborales, institucionales y de conocimiento específico, y se estructuró parcialmente el instrumento respectivo para cada población, adaptándolas a las limitaciones de tiempo y disponibilidad de cada grupo.

Antes de oficializar la estructura de los instrumentos de recolección de datos, se realizó un proceso de validación de los cuestionarios diseñados para estudiantes y egresados, a partir de la valoración de un grupo reducido de personas pertenecientes a la población objeto. Se consultó de forma breve a este grupo diversos aspectos de los cuestionarios, tales como la interpretación de cada pregunta, su claridad y facilidad para dar una respuesta. Este proceso derivó en sugerencias y cambios que se aplicaron en la estructura final, garantizando la calidad y eficacia de los instrumentos de recolección de datos utilizados en el estudio.

2.2 Aplicación del instrumento de recopilación de datos

Debido a restricciones de tiempo y ubicación, se establecieron tres mecanismos de recolección de información considerando cada una de las poblaciones. Se optó por realizar encuestas presenciales con los estudiantes, ya que este instrumento permitía aprovechar los tiempos en que se encontraban en la universidad, teniendo un acceso más directo a ellos, con la colaboración de profesores encargados de los cursos seleccionados. Previo al proceso de aplicación, se dispuso de una breve introducción acerca de la investigación a la población, sin revelar ningún dato que condicionara o comprometiera los resultados de las encuestas. Después de que cada estudiante finalizará el formulario respectivo, se dio espacio a preguntas por parte de cada individuo y se expresó con mayor detalle la investigación en curso. Asimismo, para un mayor alcance, se difundió la encuesta a la población estudiantil también por medios virtuales, a través de la colaboración de la secretaría del programa, proporcionando información de utilidad para la aplicación efectiva de los cuestionarios.

En el caso de los egresados, se utilizaron medios remotos para la difusión de encuestas digitales, ya que no existía una base de datos o contactos disponibles para establecer comunicación en persona con los individuos respectivos, por lo cual se hizo uso únicamente

de conexiones con docentes activos del programa, como referencia para el alcance de esta población, adaptándose estos mecanismos a dificultades de contacto por sus compromisos laborales y académicos. A partir de lo anterior, se realizó el envío del cuestionario digital, con instrucciones precisas para completarlo de manera adecuada, extendiendo una invitación a manifestar alguna duda o sugerencia a los correos de los investigadores, en caso de considerarlo necesario.

Consecutivamente, se determinó que las entrevistas individuales serían la mejor opción para obtener información de los profesores, ya que permitiría expresar las opiniones de manera más detallada, siendo esta población la más reducida en número. Se contactó directamente con cada profesor de los cursos de semestres finales del programa de Ingeniería Civil para consultar disponibilidad y establecer una fecha exacta de la entrevista. Se solicitó permiso para grabar digitalmente la información proporcionada y se procedió a la aplicación del instrumento. Concluida la entrevista se resolvieron dudas y se explicó más detalladamente sobre los aspectos de la investigación.

Finalmente, se analizó la información recopilada de todas las encuestas y entrevistas realizadas, manteniendo un criterio de organización individual para cada población.

2.3 Búsqueda de Referentes Académicos

En esta etapa, se recopiló una amplia gama de información académica para comprender de mejor forma la integración de metodologías innovadoras en las universidades, examinando experiencias de otras instituciones educativas de orden superior a nivel internacional para detallar sus procesos de enseñanza. Se realizó una búsqueda de cursos, cuyo eje central fuese *Lean Construction*, en programas de pregrado y postgrado alrededor del mundo, con mayor énfasis en la región latinoamericana como contexto inmediato de esta investigación. Para este proceso de análisis se revisaron los diferentes criterios académicos de los cursos respectivos de *Lean Construction* en las universidades encontradas, especificando características de sus microdiseños y de su impacto en el plan de estudios.

2.4 Evaluación del programa de la Universidad Surcolombiana con respecto a sus homólogos internacionales

Con el fin de establecer los procesos que deben aplicarse en la Universidad Surcolombiana, se evaluaron las características académicas del programa de ingeniería civil, a partir de su oferta académica y sus características curriculares, de acuerdo con la información proporcionada en los portales digitales de la institución e información obtenida en las oficinas de esta.

Adicional a lo anterior, se realizó un análisis comparativo de algunas universidades latinoamericanas con respecto a la casa de estudios Surcolombiana, evaluando los parámetros mencionados en el anterior párrafo. Se detallaron las diferencias entre los contextos de los homólogos institucionales, resaltando los aspectos que cuentan con un margen de mejora, direccionados a un contexto ideal para la integración de las metodologías definidas en la investigación en la USCO.

2.5 Definición del mecanismo de integración de la propuesta

Para el último objetivo, se definieron las características de la propuesta para la implementación de las metodologías trabajadas en el diseño curricular actual. Inicialmente, se especificaron dos escenarios para el proceso de integración del *Lean Construction*, para los cuales se valoraron los elementos positivos de cada opción propuesta, de modo que para la decisión final se consideraran todos los aspectos relevantes encontrados en la investigación. Se determinó la opción elegida, después del análisis del anterior procedimiento.

2.6 Diseño de la Propuesta

Posteriormente, se diseñó el eje central de la propuesta planteada, creando los microdiseños para cada nivel académico (pregrado y postgrado). Se especificaron las características propias de cada curso, mediante el uso de formatos oficiales de la institución y el desglose de contenidos de las temáticas establecidas. Este proceso se realizó con base

en los referentes académicos encontrados, detallando una organización fundamentada en el aprendizaje progresivo del estudiante durante el curso.

2.7 Estrategias de Implementación Recomendadas

Se identificaron una serie de estrategias complementarias desarrolladas para los procesos de implementación de los nuevos cursos tras un análisis de las necesidades del contexto educativo actual y las tendencias del mercado laboral, de modo que la propuesta de integración de las metodologías únicamente no conste de microdiseños aislados, sino de una especificación de condiciones ideales que permitan el desarrollo eficaz de las temáticas, el cual, también se valore al momento de realizar la solicitada evaluación curricular del programa. Se instó a la participación activa de los docentes, el personal administrativo y los estudiantes para garantizar su relevancia respecto al desarrollo de los cursos del programa de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana.

Capítulo III

3.Marco Teórico

3.1 Gestión de Proyectos de Ingeniería Civil

La gestión de proyectos de ingeniería civil o de construcción se basa en la planificación, disposición y organización de diferentes elementos orientados a la ejecución de una obra en los estándares requeridos, según los parámetros establecidos a nivel técnico, económico y legal. Así mismo, el fundamento de la gestión de la construcción lo especificó Stsepanets (2022), como un proceso que “*Trata de encontrar el equilibrio entre la cantidad de trabajo, los recursos (materiales, personas, dinero, energía, espacio, etc.), el tiempo, la calidad y los riesgos*” (¿Qué significa la administración de proyectos de construcción (CPM)?), lo que conlleva a analizar la gestión en Proyectos de Ingeniería Civil como el manejo de diferentes factores que intervienen en una obra complementándolos y regulándolos con el fin de alcanzar el objetivo final que es la conclusión de la obra.

3.2 Elementos intervienen en un proyecto exitoso de Ingeniería Civil

Los principios que intervienen en un proyecto de ingeniería civil exitosos son: alcance, costos y programación: A continuación, se describe brevemente cada uno de ellos.

- **Alcance:** Este componente es considerado como la evaluación de las características técnicas y de dimensión, es decir, el alcance funciona como una revisión de los productos de la obra, según los parámetros trazados en la planificación. Esto puede abordar desde componentes relacionados con el número y calidad de los entregables hasta el funcionamiento o capacidad, según el tipo de proyecto. (Team ASANA, 2022)
- **Costos:** En este factor se organizan los recursos monetarios, según la base financiera respecto a lo que se tiene, lo que se puede obtener y cómo se debe distribuir. Tradicionalmente hace referencia a todo el aspecto presupuestal, considerando cantidades de obra, APU's, pagos a personal, definición de las utilidades y precios de la transformación de la obra. El grupo Team ASANA (2022), experto en marketing y gestión administrativa de proyectos, agrega sobre este apartado que “incluye más que dinero literal, pero en general todos los elementos de este punto pueden vincularse a un valor financiero” (Coste, párr. 3). Con lo anterior en mente, se pueden incluir en este eje el manejo de personal, instalaciones, servicios, materiales, entre otros recursos fundamentales en la planificación del proyecto.
- **Programación:** Para este elemento se traza una proyección de todas las actividades requeridas para la obra con un orden y duración específica, que permita generar un cronograma de trabajo, cuyo fin sea el cumplimiento de todos los parámetros definidos en el alcance. La planificación del factor tiempo posibilita el establecimiento de plazos en los procesos, la dedicación necesaria de cada actividad y las estrategias que se deberán abordar. (Team ASANA, 2022)



Figura 3.1 Triángulo de la triple restricción. *Fuente: Team ASANA (2022)*

3.3 Lean Construction

Lean Construction surge de unas nuevas ideas implementadas en Japón en los años 50 por los ingenieros Shigeo Shingo y Taiichi Ohno quienes crearon el sistema de producción Toyota. La base se fundamentaba en la eliminación de inventarios y otros desperdicios mediante la producción en lotes pequeños, tiempos de preparación reducidos, máquinas semiautónomas, cooperación con proveedores y otras técnicas (Ohno, 1988). Ohno y Shingo vieron las deficiencias que tenía Toyota en la producción automotriz y además vieron los problemas de baja calidad que tenían los consultores estadounidenses como Deming, Juran y Feigenbaum y transformaron su forma de producción, esto los catapultó a la cima haciendo que entraran a competir contra las empresas automotrices americanas, lo que lleva a que los estadounidenses empiecen a investigar la metodología de producción japonesa y nombran este sistema como “Lean Production”, el cual “tiene como finalidad eliminar o reducir al máximo los elementos que no aporten de manera positiva en recursos, tiempo, espacio u otros; para agregarle valor al producto”(Guzmán, 2014, p.12). *Lean Production* refiere las palabras “agregar valor” a cualquier actividad o proceso que contribuye directamente a satisfacer las necesidades del cliente final, esto hace que se busque disminuir las actividades innecesarias llamadas “desperdicio” para mejorar la cadena de procesos y así aumentar la calidad del producto final. Según Womack & Jones (1996), hay cinco principios *Lean* claves e indispensables para el sistema: Valor (*Value*), Flujo de Valor (*Value Stream*), Flujo (*Flow*), Atracción (*Pull*) y Perfección (*Perfection*).

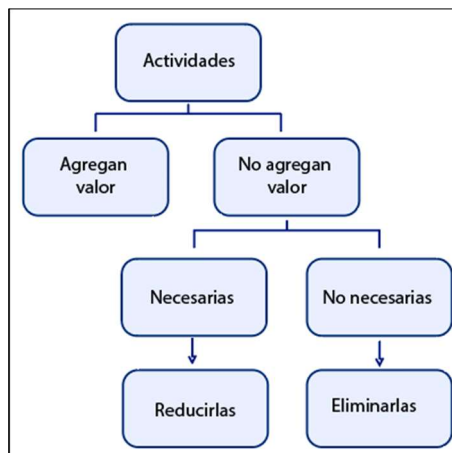


Figura 3.2 Clasificación de actividades según Lean Production

Fuente: Guzmán, A. (2014).

Este primer sistema se creó como una forma de producción de la industria manufacturera la cual no se ajustaba a los conceptos básicos de construcción que se manejaban en esa época; no fue hasta 1992 que el ingeniero y profesor irlandés Lauri Koskela publicó un documento llamado “Application of the New Production Philosophy to Construction” en el que acerca la filosofía “Lean Production” al sector de la construcción proponiendo que la construcción debe ser vista como una conformación de procesos de flujo creando así lo que hoy conocemos como “*Lean Construction*”.

Rojas, Henao y Valencia (2017) especifican que la metodología *Lean Construction* se encuentra fundamentado en técnicas para “ la reducción de desperdicios, aumento de la productividad y mejora de la salud ocupacional... y las aplica en un nuevo proceso de entrega y ejecución del proyecto” (LEAN CONSTRUCTION -LC-). Es por esto por lo que es tan importante implementar el pensamiento *Lean* durante todo el proceso del proyecto, no solo en la ejecución de la obra, el cual es uno de los procesos que más desperdicios produce, sino desde la planeación, ya que aquí es donde se generan las ideas y se decide la organización del proyecto.

Estos mismos autores destacan tres grupos de trabajo que permiten identificar las pérdidas de la construcción, siendo estos “Trabajo productivo que incide de forma directa en la producción, Trabajo Contributivo que es el trabajo de apoyo al productivo y Trabajo no contributivo son las actividades que realizan los obreros y no generan valor al producto final” (Desperdicios en obra).

3.4 Building Information Modeling

El modelado de información de construcción (BIM) según El Departamento Nacional de Planeación (2020) “es un proceso colaborativo a través del cual se crea, comparte y usa información estandarizada en un entorno digital durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción” (p.3). Considerando lo anterior, Galvis (2022) señaló que las herramientas y las estrategias aportadas por este tipo de metodologías “son esenciales para el progreso del sector de la construcción en sus distintos contextos (vivienda, infraestructura, medio ambiente, materiales y equipos, entre otros), beneficiando las prácticas de este en cuanto a su desempeño, productividad, rentabilidad y eficiencia”

(p.4). Según relatan Eastman et al (2011) en su manual sobre la tecnología BIM, esta herramienta apoya el diseño a través de sus fases, permitiendo un mejor análisis y control que los procesos manuales, este programa permite construir un modelo digital de cada elemento de una edificación, por lo tanto, es uno de los desarrollos más prometedores en las industrias de arquitectura, ingeniería y construcción. Manosalva Muñoz (2020) indica que algunos de los beneficios que tiene el uso de BIM es “*optimizar los costos y plazos de un proyecto, simular el comportamiento del proyecto, posibilitando optimizar el diseño y mejorar su eficiencia energética, aumentando su sustentabilidad en el tiempo, planificar medidas de seguridad y prevención de riesgos*” (p.12)]. Esta misma autora comenta que “los subconjuntos de sistemas BIM y tecnologías similares ofrecen más que 3 dimensiones (ancho, alto y profundidad), pueden incluir tiempo (4D), costo (5D), operación (6D), sostenibilidad (7D) e incluso seguridad (8D)” (p.14). Esto es importante tenerlo en cuenta ya que el principal elemento que hace que BIM sea una herramienta tan poderosa es el procesamiento de la información, esta se modela, ejecuta y analiza en BIM, permitiendo que el proyecto se actualice día a día y ayudando a prevenir errores en los futuros procesos que se deban realizar.

Según Sierra Aponte (2016), la metodología BIM utiliza los modelos para “*facilitar la coordinación, simulación y visualización, así como para ayudar a los stakeholders a mejorar la manera de planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructuras.*” (p.5). BIM también permite “modelar el ciclo de vida de un edificio, proporcionando la base para nuevas capacidades de diseño, construcción, cambios en los roles y relaciones entre un equipo de proyecto. (Eastman et al, 2011, p.17).

Los avances que se han dado en nuestro país respecto al uso de BIM llevaron a que en 2020 el gobierno Nacional a través del Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), los ministerios de transporte (MINTRANSPORTE) y vivienda (MINVIVIENDA), Camacol, Embajada Británica de Colombia, Mott McDonald y BIM Fórum Colombia definieran la “Estrategia Nacional BIM 2020 – 2026” donde se establece que el país debe Implementar progresivamente la metodología BIM para proyectos de orden nacional y/o proyectos cofinanciados por el gobierno nacional, esta implementación se dará a través de la capacitación y digitalización del sector de la construcción y operación.

3.5 Last Planner System (LPS)

Last Planner System es un modelo conceptual muy utilizado en el área de gestión de proyectos en la industria de la construcción, ya que este permite “aumentar la confiabilidad, rebajando la incertidumbre de la planificación de los proyectos, que trae como consecuencia mejoras sustanciales en el desempeño” (Duarte, 2006, p.16). Esta herramienta fue desarrollada por el Ingeniero de la Construcción Glenn Ballard y el Profesor de Ingeniería de la Construcción Gregory Howell, quienes notaron que, si bien, *Lean Construction* se enfoca en disminuir el desperdicio de materiales y costos, también busca mejorar el flujo de procesos que se realiza en obra, aquí es donde en sus propias palabras “*los enfoques tradicionales de gestión de la construcción fracasan estrepitosamente*” (1994, p.2), debido a que en la construcción tradicional no se toman en cuenta estos factores.

Los autores también indican que “*La industria de la construcción dedica enormes energías y recursos a la planificación de proyectos y al desarrollo de cronogramas, presupuestos y otros requisitos que colectivamente le dicen al personal del proyecto lo que DEBEN hacer*” (p.3); sin embargo, el último planificador opera bajo la clave de conciliar lo que se QUIERE hacer (Will), lo que DEBERÍA hacerse (Should) y lo que realmente se PUEDE hacer (Can), es decir, las asignaciones deben reflejar lo que realmente se va a realizar, basándose en lo que se debe hacer y lo que es factible hacer dadas las circunstancias y recursos disponibles. La efectividad de este modelo, según Duarte (2006):

Se logra introduciendo planificaciones intermedias y semanales, enmarcadas dentro de un plan maestro o general del proyecto, analizando las restricciones (cuellos de botella) que se interponen al desarrollo de las tareas. Conocidas las restricciones, es posible actuar antes que sucedan, evitándolas, con lo que se logra desarrollar las actividades sin interrupciones. (p.16).

Idealmente, este proceso de planificación debería alinear las expectativas con la realidad, asegurando que las tareas asignadas sean realizables y contribuyan al éxito del proyecto.

El modelo del último planificador se centra en la colaboración entre los miembros del equipo y en la transparencia en la planificación y ejecución de las tareas. Rojas, Henao y Valencia (2017) también especifican para el *Last Planner* que “*identifica la causa de los*

problemas que originan desperdicios y la toma de decisiones oportunas que permitan actuar a tiempo, lo cual incrementa la productividad” (Implementación de Last Planner)

Según Ballard (1994) algunas de las características críticas de calidad de un Plan de Trabajo son: “Seleccionar la secuencia correcta del trabajo, Seleccionar la cantidad adecuada de trabajo y El trabajo seleccionado es practico” (p.4). Esto indica que el *Last Planner* debe ser consistente con los cronogramas del proyecto, las estrategias de ejecución y la constructibilidad, además, la cantidad de trabajo que se debe realizar diariamente cumple con los requisitos necesarios para finalizar el trabajo sin limitarse o extralimitarse con los grupos de ejecución de obra y las actividades que estos realicen. El rendimiento del sistema se medirá con base en un porcentaje llamado “Porcentaje de Plan Completado (PPC)” el cual Ballard (1994) define como “*el número de actividades planificadas completadas dividido por el número total de actividades planificadas, expresado como un porcentaje. El PPC se convierte en el estándar contra el cual se ejerce el control a nivel de equipo.*” (p.5), esto significa que el PPC representa la confiabilidad de la planificación, de esta forma hay que tener en cuenta que el número de actividades planificadas completadas deben haberse efectuado eficientemente, sin incurrir en más costos y pérdidas significativas de tiempo.

Si se tiene en cuenta que este modelo se ha venido desarrollando desde hace 30 años se pueden ejemplificar los beneficios de este modelo con proyectos ya ejecutados, como es el caso de la remodelación del edificio de química de la Universidad de Rice donde respecto al PPC comenta que “se incrementó del 51% en un comienzo, hasta obtener un promedio del 87.5% en las últimas semanas. Otra característica del proyecto fue la fluida comunicación en todos los niveles, logrando mejores rendimientos en las actividades ejecutadas” (Duarte, 2006, p.24). También se puede especificar que en Brasil cuando la constructora Hernández inició la construcción del edificio Gerona en 1998, después de implementar esta metodología el PPC “se incrementó del 50% al 82%. El tiempo se redujo en 2 meses y el tamaño del personal se redujo en un 30%.” (Duarte, 2006, p.25)

El *Last Planner System* se basa en la premisa de que la planificación y ejecución descentralizada, con una mayor participación de los equipos de trabajo en el proceso de toma de decisiones, conduce a una mayor eficiencia y a la reducción de desperdicios en el proceso de construcción.

3.6 Integración de Lean Construction, LPS y BIM: Creando un Curso Universitario Innovador

La combinación de *Lean Construction*, *Last Planner System* (LPS) y *Building Information Modeling* (BIM) en un curso universitario ofrece una perspectiva completa y práctica para los futuros profesionales de la construcción por varias razones. Según Herrera, R. (2022):

Un estudio publicado el año 2021 evaluó la aplicación de Lean y BIM en 64 proyectos en Chile, Colombia y España, demostrando empíricamente que es muy complejo alcanzar altos niveles de aplicación BIM, sin la aplicación conjunta de Lean Construction. Por lo que, las empresas que no adoptaban una gestión Lean estarán destinadas a quedarse en niveles de desarrollo de BIM limitados, logrando así menos beneficios para sus proyectos. (p.109)

La introducción de *Building Information Modeling* (BIM) en conjunto con *Lean Construction* (LC) en el currículo universitario es fundamental en la era actual de transformación digital en la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción. BIM, ofrece beneficios significativos en la generación de proyectos sustentables y en armonía con el medio ambiente, sin embargo, el éxito de BIM depende no solo de la tecnología, sino también de la gestión de procesos y personas, donde *Lean Construction* desempeña un papel crucial. La aplicación conjunta de LC y BIM ha demostrado generar un mejor desempeño, mayor productividad y una colaboración más efectiva en equipos de trabajo, para lo cual Herrera (2022) afirma que “*Estudios recientes confirman que alcanzar altos niveles de aplicación de BIM sin la adopción de una gestión Lean es complejo*” (p.109), por lo tanto, integrar ambas metodologías en la formación universitaria es esencial para preparar a los futuros profesionales de la construcción para enfrentar los desafíos y aprovechar al máximo las oportunidades en el sector.

Asimismo, LC se centra en la reducción de desperdicios y la optimización de procesos, mientras que *Last Planner System* se enfoca en la planificación y ejecución descentralizada con participación de los equipos. Integrar ambos enfoques permite abordar tanto la eficiencia operativa como la gestión efectiva del trabajo en equipo y la toma de decisiones, creando así un panorama más completo para los estudiantes.

La integración de LPS y BIM facilita una mejor coordinación entre los distintos actores involucrados en un proyecto de construcción. BIM proporciona un entorno digital colaborativo donde se pueden crear, compartir y gestionar modelos 3D detallados de los proyectos, lo que ayuda a visualizar y comprender mejor el trabajo a realizar. Al combinar esto con el enfoque descentralizado de LPS, se promueve una comunicación más fluida y una coordinación más efectiva entre los equipos. Al integrar LPS con BIM, los estudiantes también pueden aprender a utilizar herramientas digitales avanzadas para planificar y ejecutar proyectos de manera más eficiente, identificando y abordando posibles cuellos de botella y optimizando el flujo de trabajo.

BIM, complementa tanto *Lean Construction* como LPS al proporcionar una perspectiva holística del proyecto. Los estudiantes pueden aprender a utilizar BIM para modelar el ciclo de vida completo de un proyecto, desde la fase de diseño hasta la construcción y la operación, lo que les brinda una comprensión más completa de los desafíos y oportunidades en cada etapa del proyecto. La integración de *Lean Construction*, LPS y BIM en un curso universitario proporciona a los estudiantes las habilidades y conocimientos necesarios para enfrentar los desafíos del mundo real en la industria de la construcción.

3.7 Conceptos para la creación de microdiseños propuestos.

Para realizar un microdiseño curricular es necesario tener en cuenta varios aspectos, tales como “necesidades sociales identificadas, los sectores económicos y productivos del país y los propósitos institucionales en relación con su naturaleza y apuestas misionales, declarando para cada uno de los programas un perfil de egreso acorde a esas necesidades” (Nota orientadora, Mineducación, s.f.) Considerando lo anterior, se tuvieron en cuenta los siguientes referentes conceptuales para la creación de los microdiseños propuestos:

- Competencias: “Son conjuntos articulados de conocimientos, capacidades, habilidades, disposiciones, actitudes y aptitudes que hacen posible comprender y analizar problemas o situaciones y actuar coherente y eficazmente, individual o colectivamente, en determinados contextos” (Mineducación, 2020). Para su respectiva evaluación, se constituyen resultados de aprendizaje, que permiten demostrar las capacidades valoradas en las expectativas trazadas. Asimismo, el Mineducación (2020) también acota que “las

competencias le pertenecen al individuo y este las continúa desarrollando por medio de su ejercicio profesional y su aprendizaje a lo largo de la vida” (Referentes Conceptuales)

- Resultados de aprendizaje: Los resultados de aprendizaje se consideran las manifestaciones claras de “lo que se espera que un estudiante conozca y demuestre en el momento de completar su programa académico (...) A partir de ellos se llevan a cabo ajustes en los aspectos curriculares para lograr un proceso de aprendizaje más efectivo” (Mineducación, 2020)

- Actividades académicas: se refieren a aquellas tareas y procesos relacionados directamente con el aprendizaje, la enseñanza, y la investigación dentro de un entorno educativo. Estas actividades incluyen la participación en clases, la realización de trabajos y proyectos, la asistencia a seminarios y conferencias, y la participación en discusiones académicas, entre otras. El propósito de estas actividades es desarrollar habilidades cognitivas, mejorar el conocimiento y fomentar un ambiente de aprendizaje colaborativo. (Xerri, M.J., Radford, K. & Shacklock, K., 2018)

- Estrategias de Evaluación: Las estrategias de evaluación se refieren a un conjunto de métodos y técnicas utilizadas por los educadores para medir el aprendizaje, el rendimiento y las competencias de los estudiantes. Estas estrategias incluyen herramientas formativas y sumativas que se implementan en diferentes momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Las estrategias de evaluación buscan no solo calificar el conocimiento, sino también proporcionar retroalimentación significativa que guíe y mejore el aprendizaje continuo de los estudiantes. (Narciss, S., Zumbach, J., 2023).

Capítulo IV

4.Resultados y Análisis de Resultados

Una vez desglosado el marco teórico que sustenta este trabajo, y detallada la metodología utilizada en su realización, se presentan los resultados obtenidos en cada etapa del proyecto. Estas etapas comprenden desde la aplicación de los instrumentos de recopilación de datos, empleados para evaluar el contexto de la Universidad Surcolombiana, siguiendo con el respectivo análisis comparativo con otras universidades de la región, hasta la formulación de diversas estrategias y soluciones al problema planteado en la investigación. Estas propuestas culminan en una recomendación concreta para la integración del *Lean Construction* en el programa de ingeniería civil de la USCO, a través de microdiseños curriculares como base para este proceso. A continuación, se exponen los resultados de la investigación.

4.1 Aplicación del instrumento de recopilación de datos

4.1.1 Estudiantes.

La población estudiantil tuvo una gran acogida para la recopilación de datos, a través de la encuesta digital aplicada tanto de forma presencial como virtual. La estructura de la encuesta puede ser verificada en el anexo B, mientras que a continuación se desglosan de

forma resumida las opiniones de los 66 estudiantes encuestados, cabe destacar que esta población pertenece a los 3 últimos semestres del programa de Ingeniería Civil.

1. Pregunta 1

Esta interrogante es la única pregunta abierta del cuestionario y permite establecer cuál es la opinión general de los encuestados sobre la gestión de proyectos. Al utilizar el recurso de respuesta abierta, los resultados no son cuantificables, sin embargo, un aspecto valorable para esta pregunta es **¿Con qué elemento/palabra relacionan los estudiantes el concepto de la gestión de proyectos de ingeniería civil?** (Ver figura 4.1).



Figura 4.1 ¿Qué es para usted la gestión de proyectos de ingeniería civil?

Fuente: Elaboración Propia

Tras analizar los resultados, estos sugieren que los encuestados tienen una comprensión de los elementos fundamentales de la gestión de proyectos de ingeniería civil, destacando la importancia de los recursos (abarcando aspectos financieros, materiales y de mano de obra), la organización, el control, el tiempo como componentes esenciales para lograr el éxito en el sector, la planificación y la ejecución como etapas claves de un proyecto.

2. Pregunta 2

Para esta pregunta se planteó una serie de herramientas que hacen parte del rol profesional, algunas exclusivas de la gestión de proyectos y otras relacionadas a ella para la ejecución de una obra. La consulta hace énfasis en la capacidad de utilización de estos elementos, considerando que el Ingeniero Civil no solo debe conocer estos términos, sino tener un manejo adecuado de los mismos, eso incluye tanto su realización o interpretación individual como su aplicación en conjunto en la planificación y ejecución de un proyecto. La consulta permite a los encuestados seleccionar más de una herramienta, cuyos resultados se desglosan en la figura 4.2

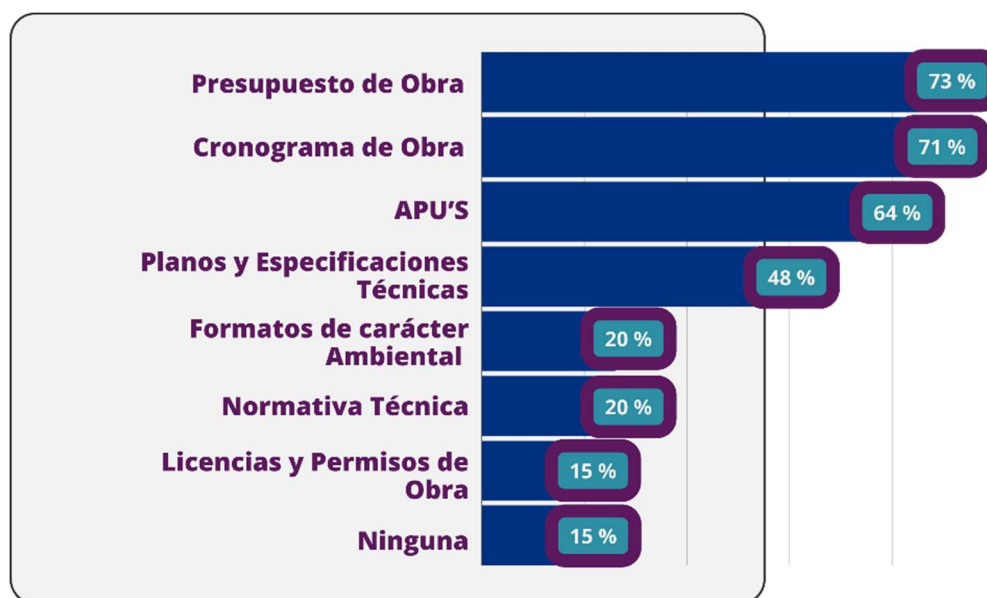


Figura 4.2 ¿Cuáles de las herramientas siente usted que está en capacidad de manejar, realizar, interpretar o aplicar, según sea el caso?

Fuente: Elaboración Propia

Los datos revelan que los estudiantes tienen un buen dominio en el manejo del presupuesto de obra, cronograma de obra y los APU's, estas herramientas son en las que, la mayoría de los estudiantes muestran confianza, siendo además las que están asociadas con cursos obligatorios centrados en costos y programación. Los planos y especificaciones técnicas reciben una valoración intermedia, siendo enseñados en cursos electivos y complementados por otras materias del programa. Por otro lado, el conocimiento de la normativa técnica, formatos ambientales y licencias de construcción es bajo, indicando un

aprendizaje más disperso en áreas no específicas del programa. Es relevante destacar un porcentaje de los encuestados no se siente capaz de manejar adecuadamente ninguna herramienta propuesta, lo cual es significativo e incluso inesperado dado que se trata de habilidades fundamentales para el rol profesional del ingeniero.

3. Pregunta 3

El objetivo de esta pregunta fue conocer el concepto de cada estudiante sobre sí mismo como futuro profesional y su capacidad para ingresar al campo laboral. Esta consideración se especifica debido a que la autoevaluación del estudiante respecto a una de las áreas de mayor oportunidad para ingenieros civiles recién egresados, como lo es la gestión de proyectos. Esta perspectiva personal no carece de importancia por considerar que el estudiante no ha tenido experiencia profesional, ya que se valora su opinión a partir de su destreza en cursos relacionados y el conocimiento general de las necesidades del sector. Las opiniones de esta interrogante se desglosan en la figura 4.3

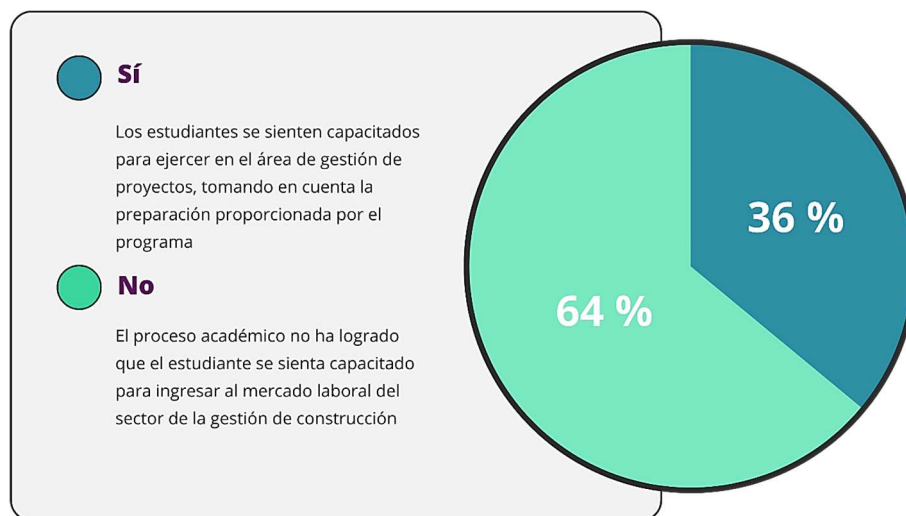


Figura 4.3 ¿Se siente usted capacitado para ingresar a su vida laboral ejecutando obras en el área de gestión de proyectos?

Fuente: Elaboración Propia

En términos generales, 7 de cada 11 encuestados no se sienten preparados para el ámbito laboral en gestión de proyectos. Es notorio el contraste de los resultados de la figura 4.2 y los de la figura 4.3, ya que los encuestados destacan sentirse en condiciones adecuadas para aplicar y ejecutar herramientas fundamentales en la gestión de proyectos, sin embargo, esto no se evidencia en la valoración propia de su capacidad enfocada en este

ámbito. Las razones de estos datos podrían variar desde un desempeño individual poco satisfactorio por parte del estudiante hasta una planificación y desarrollo de temáticas no direccionadas a las necesidades del sector; no obstante, estos argumentos son hipotéticos debido a que corresponden a una valoración de los autores durante su etapa académica, sin embargo, lo fundamental de este análisis es resaltar que gran parte de los encuestados no se sienten preparados para afrontar la etapa profesional en la gestión de proyectos, un campo fundamental para los ingenieros civiles.

4. Pregunta 4

La consulta a estudiantes respecto a las metodologías *Lean Construction*, *Last Planner* y BIM, es fundamental para definir su estado en el plano académico actual, considerando además que se trata de una población próxima a titularse como profesional; para la investigación esencial no solo conocer el manejo de los términos por parte de los estudiantes sino también definir si este viene por los procesos académicos de la USCO o no. Considerando lo anterior, se le plantea al encuestado las opciones del contexto profesional, búsqueda particular y contexto académico (tanto de la USCO como de otros) como referencia de estos conocimientos. La figura 4.4 especifica los datos anteriormente descritos aplicados a la metodología *Lean Construction*

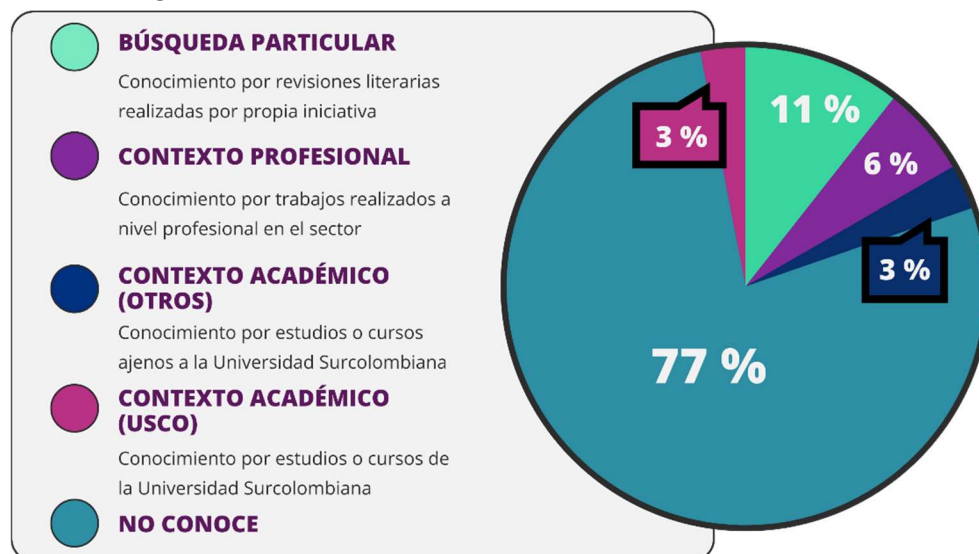


Figura 4.4 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto *Lean Construction* por primera vez? *Fuente: Elaboración Propia*

De esta misma forma, se detallan los resultados de la consulta enfocada en *Building Information Modeling* en la figura 4.5

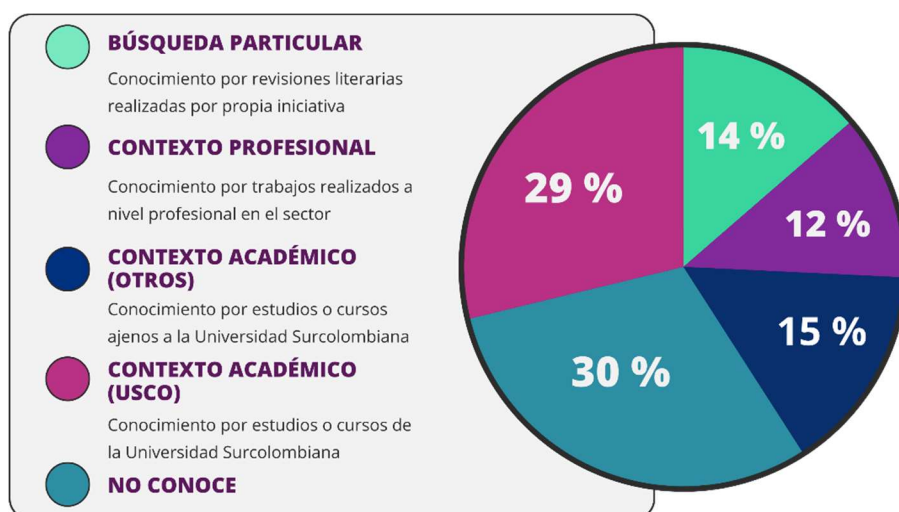


Figura 4.5 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto BIM por primera vez? *Fuente: Elaboración Propia*

Los encuestados también fueron consultados acerca de su conocimiento de la metodología *Last Planner System*, los resultados se expresan en la figura 4.6

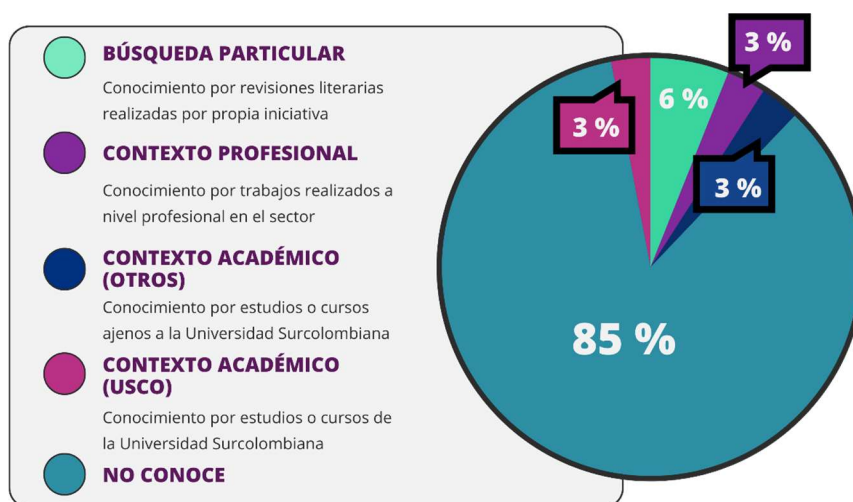


Figura 4.6 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto *Last Planner* por primera vez? *Fuente: Elaboración Propia*

Los datos muestran que el *Building Information Modeling* (BIM) es la metodología más conocida entre la población encuesta, con una respuesta positiva del 70% de los estudiantes. Sin embargo, solo el 29% identifica a la Universidad Surcolombiana como

fuente inicial de conocimiento sobre esta herramienta, e incluso el porcentaje de encuestados que no conocen la metodología es mayor que quien adjudica sus conocimientos a la USCO. El conocimiento de BIM a través de contextos laborales, académicos externos y búsquedas particulares oscila entre el 12% y el 15% de la población encuestada. En cuanto a las metodologías *Lean Construction* y *Last Planner System*, el conocimiento entre los estudiantes es aún menor, con un 23% y un 15%, respectivamente, siendo la búsqueda particular la principal fuente de información. Estos porcentajes son bajos considerando que estas metodologías son promovidas por entidades gubernamentales y representan el presente y futuro del sector de la construcción.

5. Pregunta 5

Esta pregunta busca conocer la opinión de los encuestados respecto a la necesidad de mejorar las temáticas de los cursos que actualmente se encuentran en el área de la gestión de proyectos. Los datos se especifican en la figura 4.7

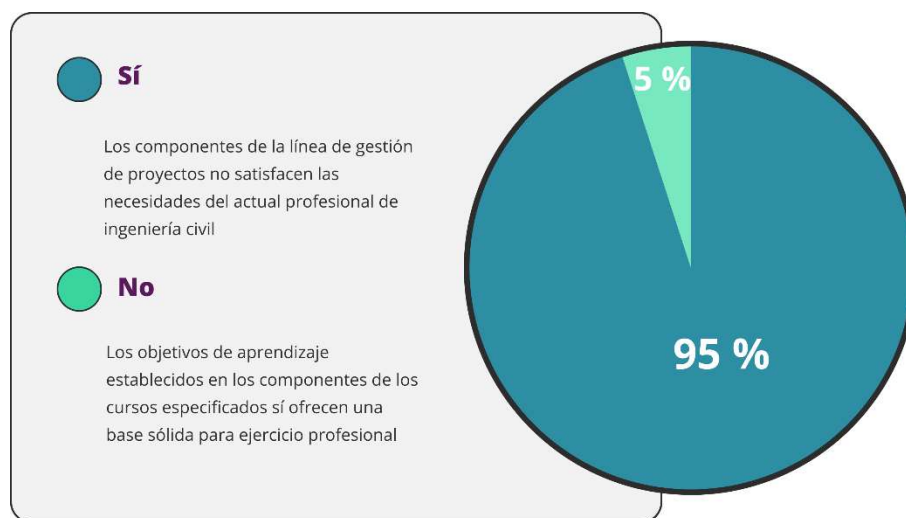


Figura 4.7 ¿Cree usted que es necesario fortalecer la línea de gestión de proyectos del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana?

Fuente: Elaboración Propia

El 95% de los estudiantes afirma que se debe fortalecer la línea de gestión de proyectos, esto conllevaba a un lógico planteamiento de cambios, actualizaciones o incluso adición de nuevo contenido en el eje temático de la línea de gestión de proyectos. La rotundidad de la afirmación respecto al fortalecimiento del área, avalada por los encuestados, no

necesariamente va en contraposición con los resultados positivos obtenidos en cuanto al manejo de herramientas e instrumentos de este sector , incluso, es lógico evaluar positivamente sus capacidades con herramientas específicas de la gestión, tener una perspectiva negativa de sus capacidades generales para el ámbito profesional y con ello estar de acuerdo, de forma casi unánime, respecto a que esta área del programa debe fortalecerse.

6. Pregunta 6

La consulta en este apartado se enfoca en la consistencia entre los contenidos establecidos en los microdiseños de los cursos y la enseñanza real por parte de los profesores. La noción de este contraste permite valorar contextos relevantes en el proceso de introducción de nuevo contenido al diseño curricular. Es importante destacar que esta pregunta no se limita al área de gestión de proyectos, sino que busca evaluar el programa de ingeniería civil en cuanto a la responsabilidad respecto al contenido proporcionado, para ello, revisar la figura 4.8

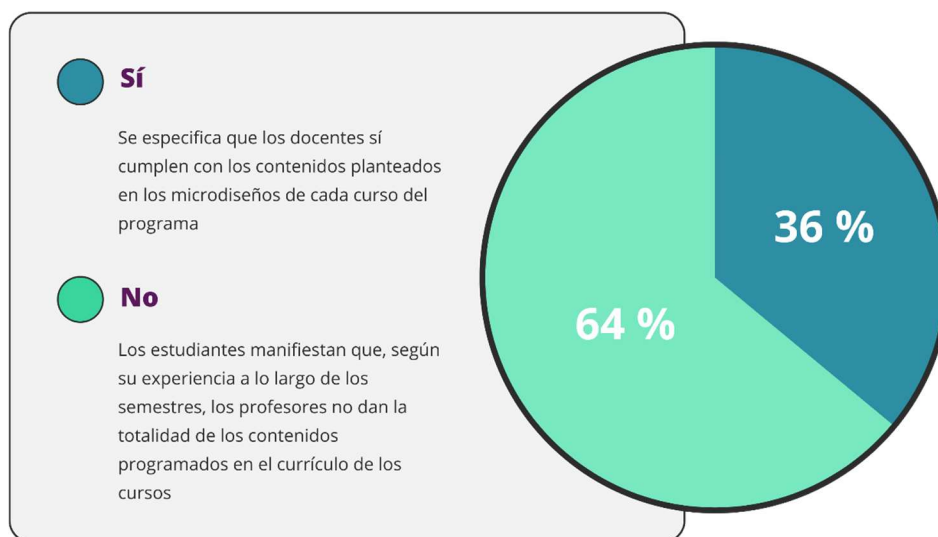


Figura 4.8 ¿Los profesores suelen dar cumplimiento total de los contenidos y temáticas establecidas en cada curso? *Fuente: Elaboración Propia*

Los resultados muestran que 6 de cada 10 estudiantes afirman que en los cursos transitados en su formación, los profesores no cumplen en su totalidad con los contenidos previstos en los microdiseños. Las razones pueden variar desde problemas de organización en el tiempo y dedicación de las clases, hasta, una falta de control administrativo sobre los temas enseñados. Estos motivos no pueden adjudicarse con precisión, ya que el valor

real de la consulta no aborda razones sino únicamente el contexto general de la enseñanza real de los cursos en contraparte con la planificación curricular de estos. El incumplimiento de los contenidos reglamentarios puede afectar los resultados de aprendizaje y las valoraciones de los estudiantes respecto a sus habilidades.

7. Pregunta 7

Con la valoración positiva del fortalecimiento de la línea de gestión de proyectos por parte de las encuestas, es indispensable darle una dirección a los cambios que deban realizarse, por lo tanto, es adecuado consultar la forma de introducir nuevos contenidos a esta área del programa. Considerando lo anterior y en función de los objetivos de la investigación, se proponen dos escenarios para aplicar las metodologías *Lean Construction* y las herramientas *Last Planner System* y *Building Information Modeling* al programa de Ingeniería Civil:

1. La introducción de estos contenidos en los cursos existentes, adaptando los microdiseños actuales para ofrecer una base más completa en gestión de proyectos.
2. La creación de nuevos cursos que proporcionen una cobertura más amplia de estas metodologías, complementando asignaturas previas y posteriores del programa.

Para la revisión de las consideraciones de esta pregunta, se muestra la figura 4.9:

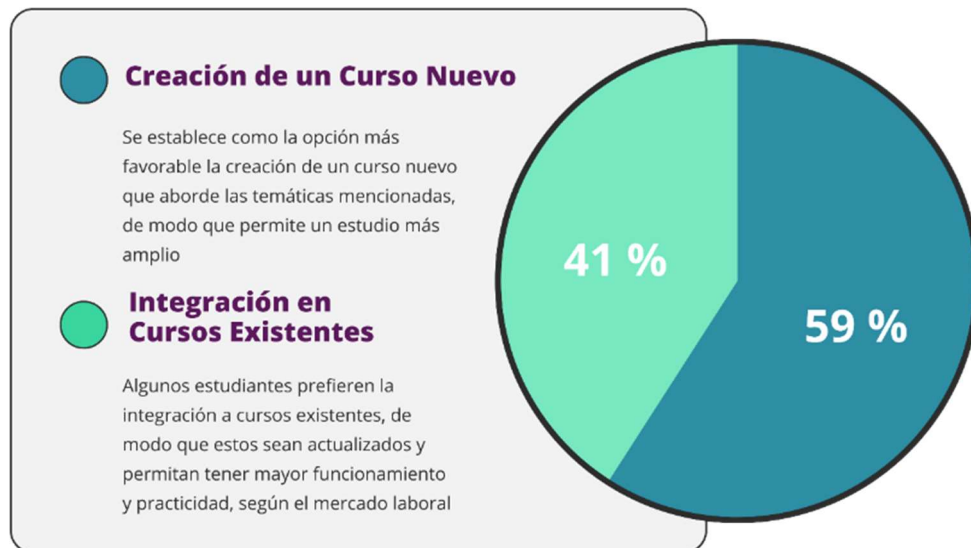


Figura 4.9 ¿Qué medio prefiere para la introducción de estas temáticas al programa de Ingeniería Civil? *Fuente: Elaboración Propia*

La mayoría de encuestados (59%) favorece la creación de un nuevo curso para abordar estos temas, posiblemente como respuesta a las experiencias de incumplimiento de contenidos previamente mencionadas. Por otro lado, el 41% considera aceptable la integración de estos contenidos en los cursos existentes, lo que sugiere un interés en fortalecer la línea de gestión de proyectos actual.

La posibilidad de implementar ambas opciones permitiría una preparación gradual, introduciendo progresivamente conceptos y herramientas en los cursos existentes y profundizando en ellos en el nuevo curso. Esto podría incluir estrategias prácticas basadas en herramientas tecnológicas, relevantes no solo para la gestión de la construcción, sino también para la práctica general de la ingeniería civil. Si bien, estas herramientas representan una mejora en la gestión de proyectos, no son la solución definitiva a los problemas de los cursos establecidos.

4.1.2 Egresados.

Para la recopilación de opiniones por parte de los egresados del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana, se contó con la participación de 20 encuestados, siendo una representación de los procesos académicos aplicados en los últimos años en la carrera y las demandas actuales del mercado laboral. Para la revisión de la estructura del cuestionario exclusivo de egresados, ver el anexo C. Los datos obtenidos se reflejan de la siguiente manera:

1. Pregunta 1

Es importante establecer la situación profesional actual de los encuestados para determinar si su opinión permite conocer el presente laboral del sector. Esta se observa en la figura 4.10

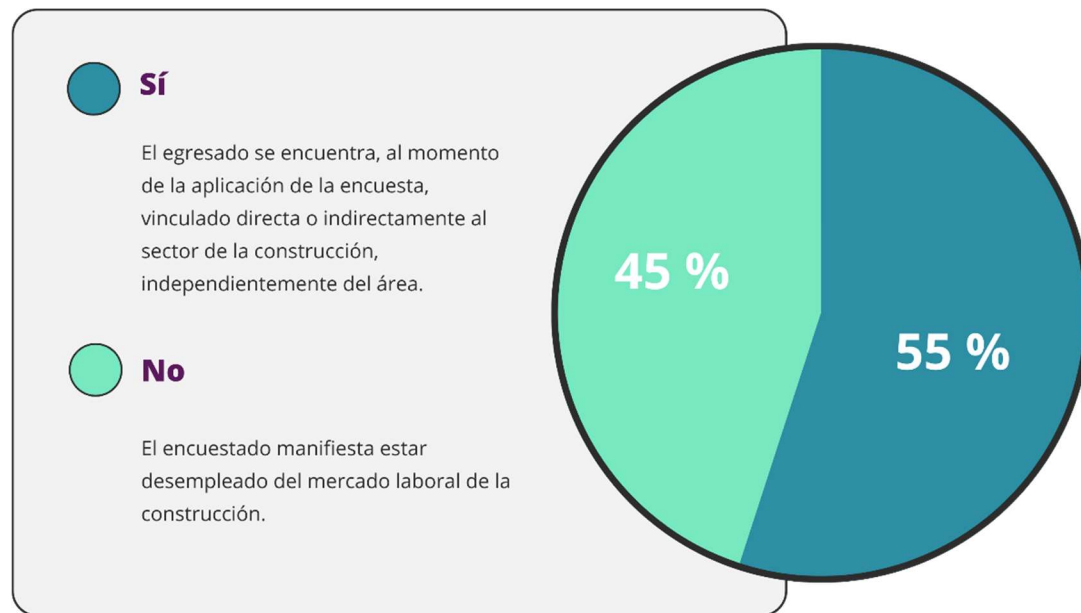


Figura 4.10 ¿Actualmente se encuentra usted vinculado laboralmente en el sector construcción? *Fuente: Elaboración Propia*

Según los datos obtenidos, más de la mitad de los encuestados actualmente se encuentra ligados profesionalmente al sector de la construcción, sin embargo, al ser una tendencia muy equilibrada, y considerando que es una muestra limitada, lo correcto sería consultar acerca de su vinculación al sector de la construcción en un pasado reciente, de modo que su opinión tenga un fundamento de mayor valor con base en la experiencia profesional.

2. Pregunta 2

A diferencia de la anterior pregunta, este punto consulta la vinculación intemporal del encuestado con el área de la gestión de proyectos. Esto permite definir el criterio con el que se deben evaluar las opiniones recogidas con respecto a la realidad del sector, el cual se grafica en la figura 4.11

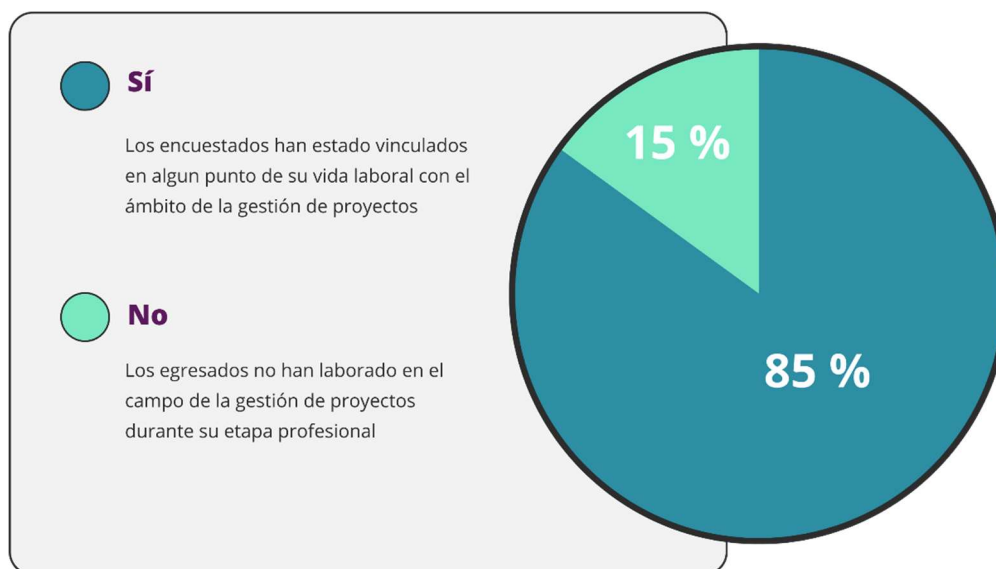


Figura 4.11 ¿Usted ha trabajado o trabaja en un sector relacionado directamente con la gestión de proyectos?

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, aunque la población es la misma, la tendencia es mucho más significativa, con un 85% de respuestas afirmativas, por lo que la valoración que los encuestados tengan sobre el mercado laboral y las metodologías señaladas parte de una opinión construida alrededor de experiencias en el rol profesional del área específica. Además, un porcentaje tan definido respecto al rol del ingeniero en los proyectos de construcción podría ratificar una premisa o valoración que se manifiesta constantemente en la casa de estudio, la cual señala que, en la mayoría de los casos, el primer empleo de un ingeniero civil es en la gestión de proyectos, lo cual es un fundamento claro de la importancia de esta investigación.

3. Pregunta 3

La experiencia del egresado en el campo laboral, conociendo de antemano los procesos académicos que se manejan en la Universidad Surcolombiana, permite establecer si la enseñanza proporcionada en la línea específica de gestión de proyectos aborda las necesidades del mercado profesional. En la figura 4.12 se desglosa la opinión del encuestado respecto a este cuestionamiento.

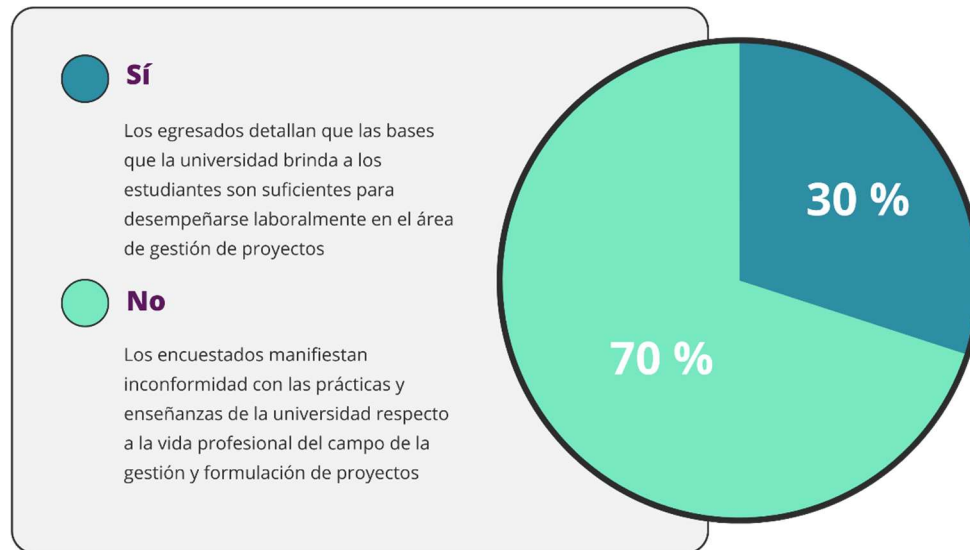


Figura 4.12 ¿Considera que los cursos de gestión de proyectos ofrecidos por la Universidad Surcolombiana brindan los conocimientos necesarios para el ejercicio profesional?

Fuente: Elaboración Propia

El alto porcentaje de respuestas desfavorables a esta pregunta indica que el enfoque de la universidad no es, como mínimo, adecuado para el rol del ingeniero en esta área profesional. Esta evaluación puede estar influenciada por diversos factores. No obstante, en esta pregunta en particular, se busca determinar si los ingenieros con experiencia egresados de la USCO consideran que los programas ofrecidos durante su formación académica, que no han experimentado cambios significativos, han proporcionado una base sólida para el ejercicio profesional en esta área. Dado que una clara mayoría expresa que dicha formación no es suficiente, se destaca una problemática evidente.

4. Pregunta 4

El enfoque específico del proyecto se centra en las metodologías *Lean Construction* y *Last Planner*, las herramientas ofrecidas por las tecnologías BIM, y su integración al diseño curricular del programa de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana. Es por ello por lo que la consulta a egresados respecto al conocimiento de estos términos es fundamental para definir su estado, tanto en el plano académico a través de los años, como en el actual mercado laboral; para la investigación es importante no solo conocer el manejo de los términos por parte de los egresados sino también conocer de donde proviene

este conocimiento. En las siguientes gráficas se especifican los datos obtenidos para cada elemento consultado. La figura 4.13 destaca los datos para *Lean Construction*.

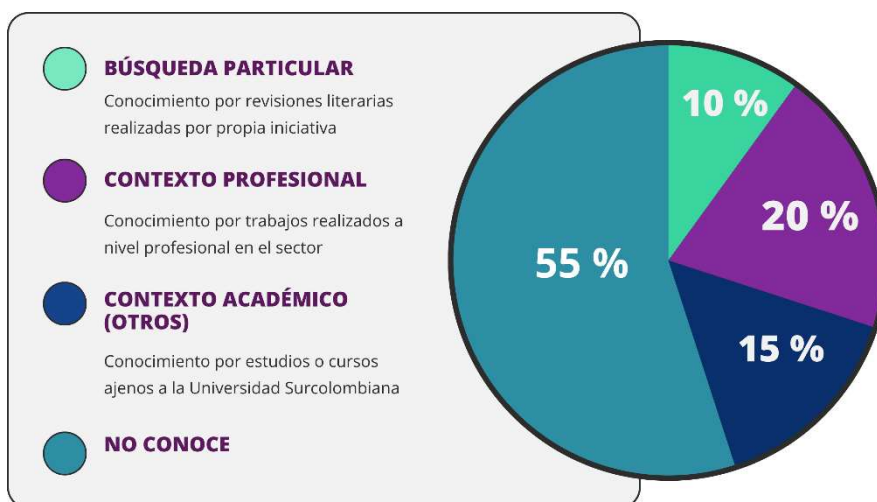


Figura 4.13 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto *Lean Construction* por primera vez? *Fuente: Elaboración Propia*

La recopilación de valoraciones con respecto a *Building Information Modeling* se expresan en la figura 4.14

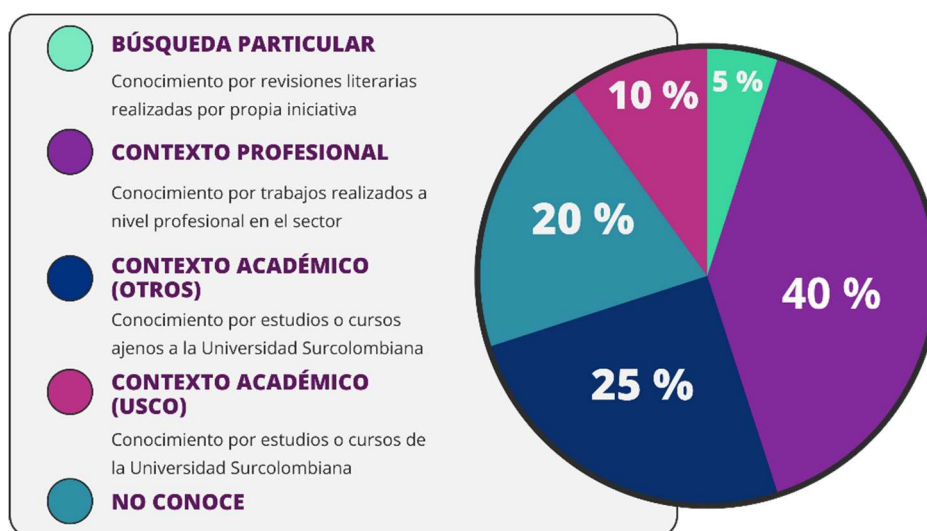


Figura 4.14 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto BIM por primera vez? *Fuente: Elaboración Propia*

Para los resultados aplicados a *Last Planner System*, se define la figura 4.15

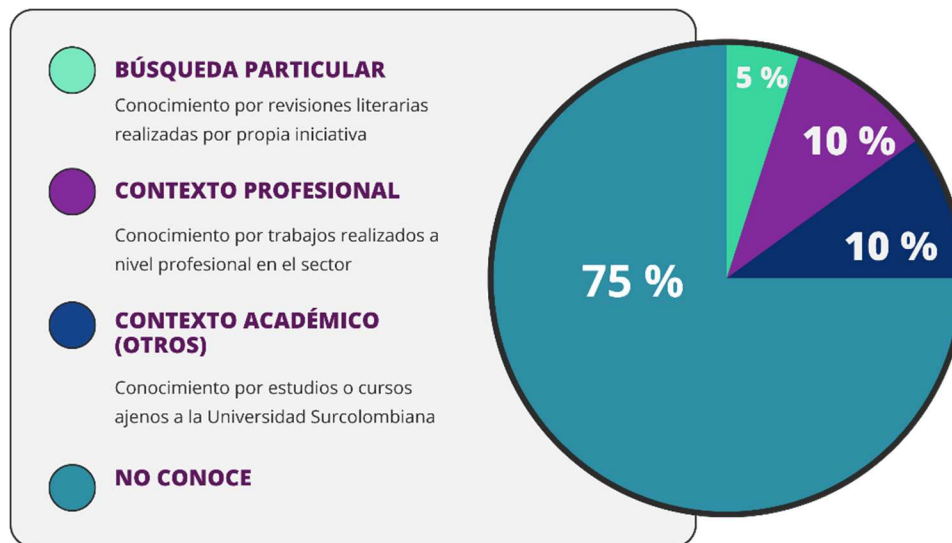


Figura 4.15 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto *Last Planner* por primera vez?

Fuente: Elaboración Propia

La encuesta permitió observar que 4 de cada 5 egresados (80%) conoce *Building Information Modeling*; sin embargo, la mitad de ellos especifica que su conocimiento proviene del ámbito profesional, y solo el 10% total detalló a la USCO como referencia inicial de esta herramienta. Esto significa que el rol profesional sí demanda el conocimiento de este instrumento, y el hecho de que la USCO no sea el referente principal para sus ingenieros egresados refleja una problemática en los procesos de aprendizaje de cara a las necesidades del mercado laboral. Asimismo, no debe pasar desapercibido que es mayor el porcentaje de encuestados que conocieron la tecnología BIM por otros contextos académicos (25 %) que quienes lo adjudican a nuestra casa de estudios, por lo que se podría considerar que en los procesos de aprendizaje ajenos a la universidad Surcolombiana se está haciendo mayor énfasis en este tipo de herramientas, lo cual no es un escenario ideal para una institución con tanto prestigio y envergadura.

De igual forma, haciendo el mismo análisis con las metodologías *Lean Construction* y *Last Planner*, el conocimiento de los egresados disminuye a 45% y 25% respectivamente, no obstante, para estas metodologías lo más resaltante no es la fuente de conocimiento, donde la Universidad Surcolombiana no es señalada por ningún egresado como referencia, sino que en términos generales es mayor el porcentaje de egresados que no conocen las

metodologías que quienes manifiestan saber de ellas, esto supone no solo un nulo manejo de estas temáticas en los contenidos del programa, sino que al tratarse de una población con experiencia laboral, puede destacarse que en el mercado profesional del entorno inmediato tampoco se está trabajando este tipo de metodologías, lo cual no se alinea con la importancia que tiene en países referentes en el sector e incluso con las directrices nacionales colombianas en el campo, desarrolladas mediante sus diversas estrategias del sector. Por lo anterior, se puede entender que en este caso, el problema no radica únicamente en el ámbito académico sino que la falta de conocimiento es generalizada, por lo que la universidad Surcolombiana debe buscar ser pionera en la divulgación de estas metodologías.

5. Pregunta 5

Antes de realizar esta pregunta se expuso un texto de referencia sobre *Lean Construction*, *Last Planner* y BIM, de modo que aquellos encuestados que no tuvieran conocimiento de ninguno de los tres términos, dispusieran de antemano un fundamento para responder la interrogante. En este caso, la consulta se proyectó con base en uno de los planes que maneja la universidad respecto al área de construcción, donde se estudia la posibilidad de abrir un programa de postgrado que aborde la gestión de la construcción. En la figura 4.16 se observan los resultados obtenidos:

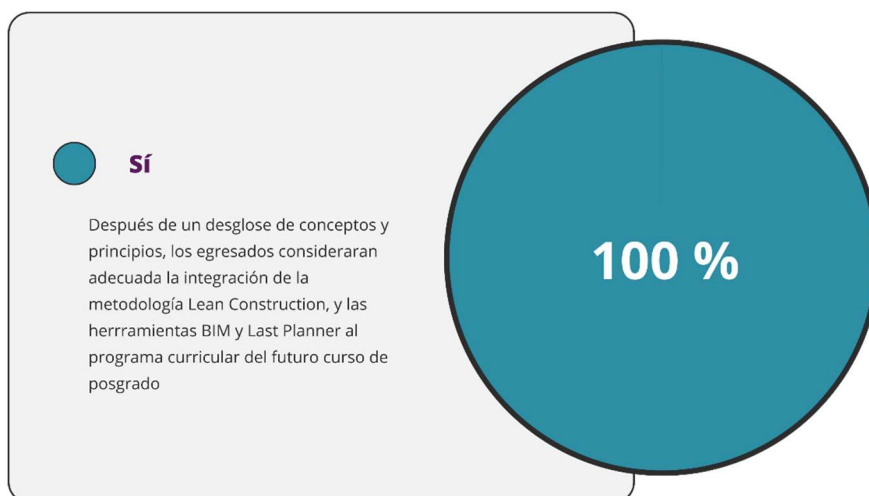


Figura 4.16 ¿A usted le gustaría que las temáticas antes mencionadas se incluyeran en el futuro diseño curricular de este programa?

Fuente: Elaboración Propia

En este contexto se formuló el escenario de la incorporación de estas temáticas en el futuro programa, y el 100 % de los egresados consultados manifestaron estar de acuerdo con esta proyección. Al existir un consenso total entre los encuestados, la conclusión de los datos obtenidos es clara, ya que incluso quienes no manejaban estos términos antes de la explicación proporcionada, también están de acuerdo con su inclusión en el posgrado.

6. Pregunta 6

En esta pregunta se les formuló a los egresados 4 opciones que representan posibles aspectos a modificar dentro del programa, con el objetivo de una mejor dirección en torno a la preparación como ingeniero civil. El encuestado estuvo en capacidad de elegir más de una alternativa, e incluso de especificar, según su criterio, otra solución que no aparezca entre las respuestas. Estos datos se reflejan en la figura 4.17

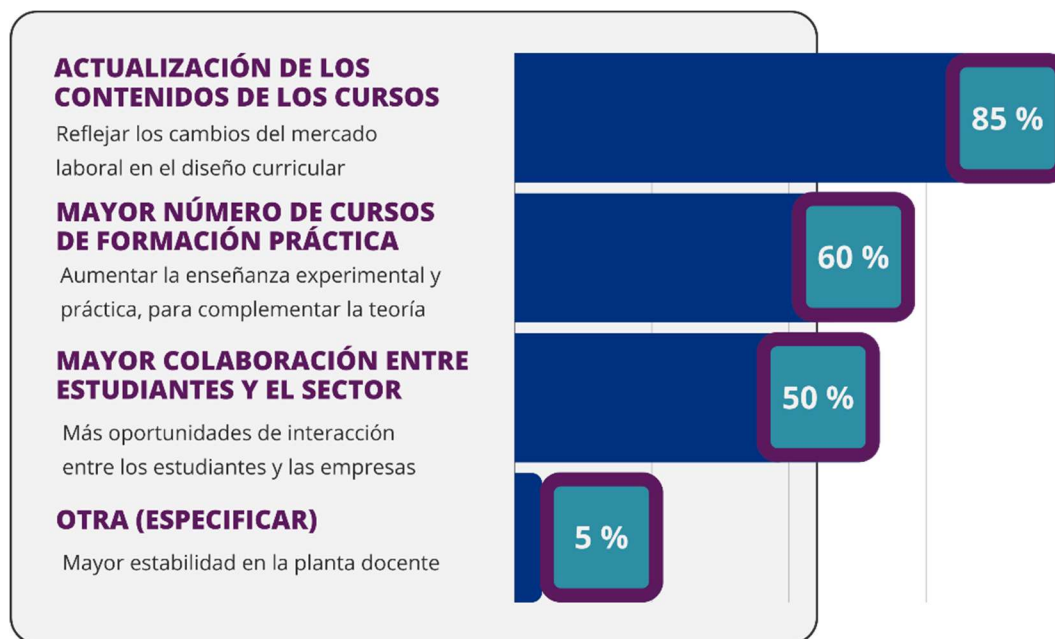


Figura 4.17 ¿Qué cambios considera que se podrían realizar en la formación académica para mejorar la preparación de los estudiantes para el ejercicio profesional?

Fuente: Elaboración Propia

El 85% de los encuestados considera que el cambio debe realizarse a través de la actualización de contenidos en conjunto con la inclusión de herramientas tecnológicas. Esta opinión, puede tener su justificación en que el mercado laboral y el rol de ingeniero va evolucionando y requiriendo nuevas habilidades y destrezas, y al ser la universidad una

institución con el objetivo de la preparación profesional es consecuente sugerir una adaptación de sus programas a lo que la sociedad actual necesita. Dichos cambios pueden verse plasmados desde los contenidos enseñados hasta las metodologías usadas, aunque se puede destacar que el aspecto tecnológico es fundamental en el progreso de la profesión, por lo que su consideración en las modificaciones es muy significativa. Las opciones que incluyen mayor formación experimental y acercamiento al sector empresarial también se destacan como cambios adecuados con un porcentaje de elección de 60% y 50%, respectivamente. Finalmente, el único caso en que el egresado propuso una solución no planteada se trató de un aspecto que corresponde a la estructura administrativa de la universidad, como es la estabilidad de la planta docente.

4.1.3 Profesores.

A continuación, se hace un resumen estadístico de las opiniones expresadas en las entrevistas de los 10 profesores consultados, las cuales se especifican mediante las respuestas y palabras claves de cada encuentro. Para la revisión completa de cada respuesta por parte de cada docente, revisar Anexo D.

1. Pregunta 1

Los profesores definieron la concepción que tenían acerca de la gestión de proyectos, categorizando su importancia, estableciendo su visión en el campo profesional. Considerando que los docentes valoraron muy positivamente este ámbito de la ingeniería civil se dividió en el nivel de: Importante y Fundamental, tal como lo expresa la figura 4.18:

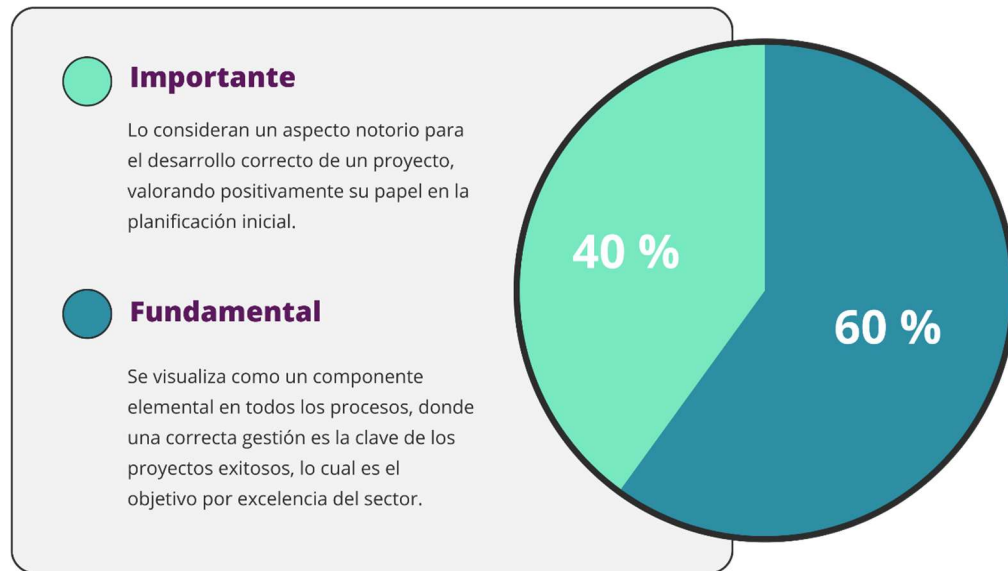


Figura 4.18 ¿Cuál cree usted que es la importancia de la gestión de proyectos en ingeniería civil?

Fuente: Elaboración Propia

Los docentes que catalogaron la gestión de proyectos como “importante” correspondió a un 40 % de las consultas totales, los cuales se basaron para el término en la influencia que tienen elementos como la organización, la planificación y la formulación en el desarrollo adecuado de un proyecto, según la argumentación aportada por ellos. Por otra parte, el 60% de los profesores se decantó por definirla como “fundamental”, sustentando esta respuesta en la visualización de los componentes de la gestión como parte del éxito final de un proyecto, siendo el principal factor que interviene en ello.

2. Pregunta 2.

Este estudio se centra en la metodología *Lean Construction* y sus complementos, como el *Building Information Modeling* y el *Last Planner System*, los cuales representan innovaciones significativas en el ámbito de la gestión de proyectos de construcción. En este sentido, resulta imperativo proporcionar una visión general del nivel de comprensión que posee el cuerpo docente respecto a estas herramientas en el marco de las principales asignaturas aplicadas del programa de ingeniería civil.

Esta interrogante no se limita únicamente a determinar si los docentes están familiarizados o no con estos términos, sino que también considera el origen de dicho conocimiento. Esto se debe a que el contexto en el cual se adquirió la información inicial resulta relevante

para comprender la amplitud y profundidad del contexto actual estos temas. La figura 4.19 destaca las valoraciones para *Lean Construction*

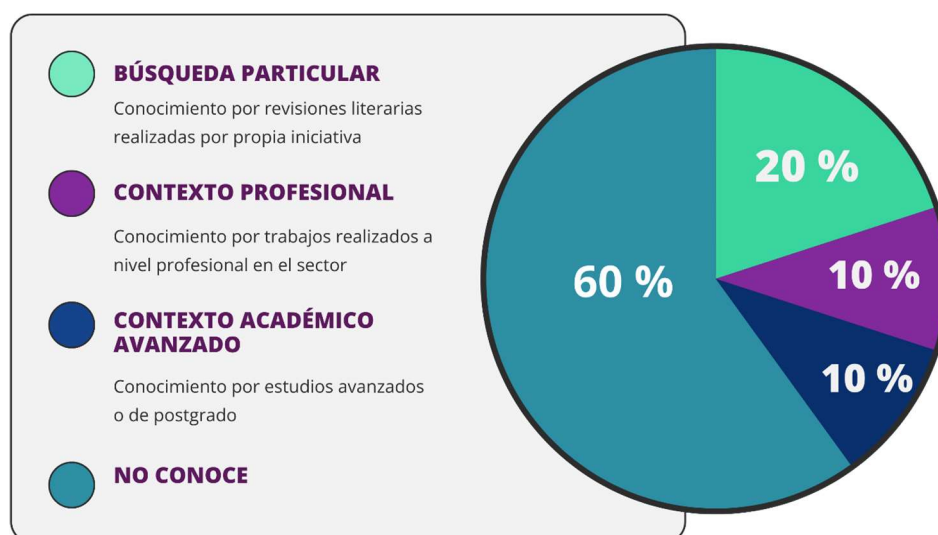


Figura 4.19 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto *Lean Construction* por primera vez? *Fuente: Elaboración Propia*

La figura 4.20 resume los datos obtenidos para BIM

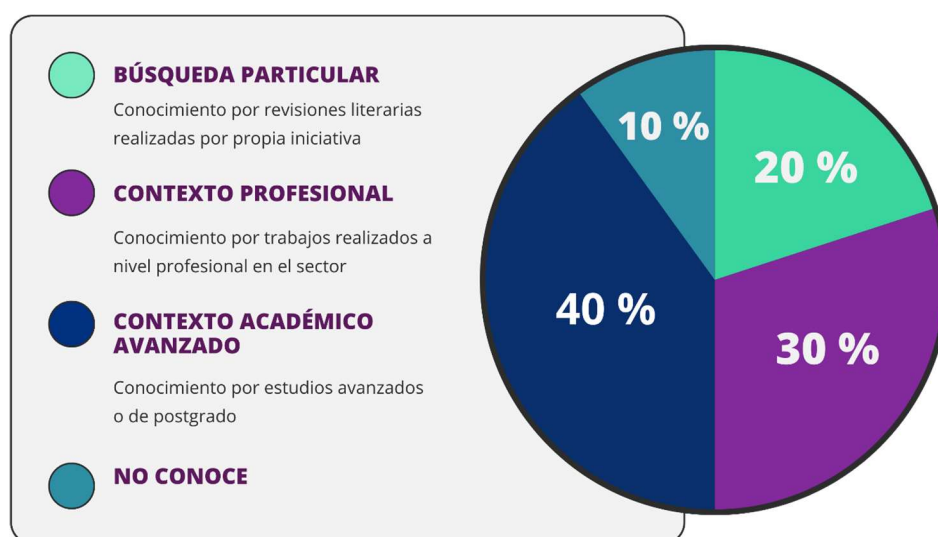


Figura 4.20 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto BIM por primera vez? *Fuente: Elaboración Propia*

Por último, los datos de *Last Planner System* se reflejan en la figura 4.21

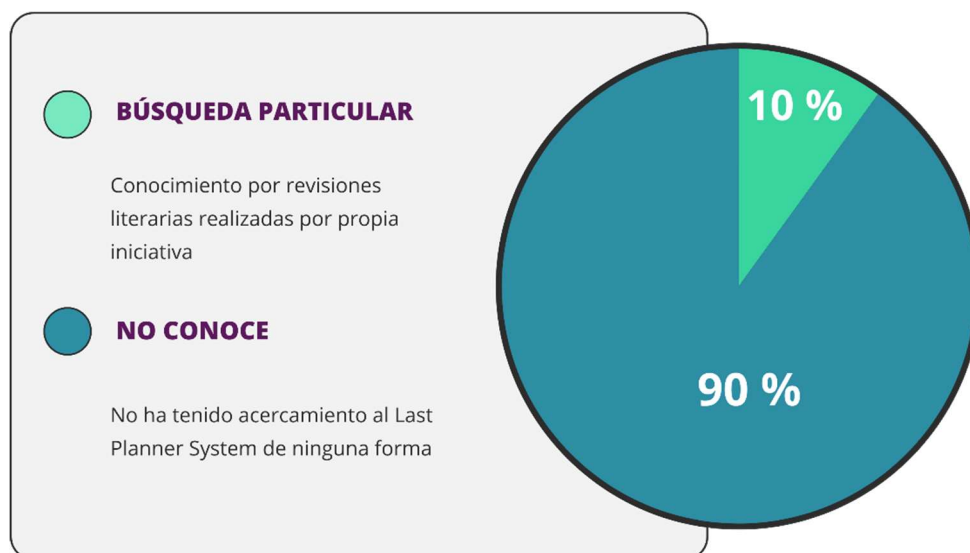


Figura 4.21 ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia del concepto *Last Planner* por primera vez?

Fuente: Elaboración Propia

Analizando los resultados de las respuestas se puede afirmar que los profesores conocen en su mayoría (90%) el *Building Information Modeling*, sin embargo, familiarizarse con el término no necesariamente refiere un manejo técnico adecuado, en todos los casos. Asimismo, el contexto donde tuvieron el primer acercamiento a este término fue variado, predominando contextos académicos avanzados, como postgrados o cursos de educación continua, que ofrecían temáticas relacionadas con BIM. Los ámbitos profesionales y de búsqueda particular también representaron una fuente de conocimiento para los entrevistados, donde destacaron que por medio de ese contexto se refleja la importancia del uso de esta herramienta en la actualidad.

Por otro lado, para *Lean Construction* y el *Last Planner System* (LPS), el porcentaje de conocimiento fue del 40% y 10%, respectivamente. En el caso de la metodología *Lean*, los profesores indicaron que la mayoría de sus aproximaciones a esta metodología se realizaron a través de búsquedas particulares, con cierta influencia del campo profesional y académico. Respecto al *Last Planner System*, se identificó que únicamente un docente estaba familiarizado con el término, y afirmó haber realizado una búsqueda particular

sobre el mismo con el objetivo de profundizar en el conocimiento de la metodología *Lean Construction*, donde esta herramienta desempeña un papel fundamental. Esta afirmación se alinea coherentemente con el enfoque de la presente investigación.

3. Pregunta 3

Siendo los profesores los encargados de impartir conocimientos, aplicar estrategias pedagógicas y evaluar y ponderar las habilidades y destrezas de los estudiantes en cada curso, se consideran los principales referentes para valorar las capacidades de estos de cara al ejercicio profesional. Las opiniones de este aspecto se destacan en la figura 4.22

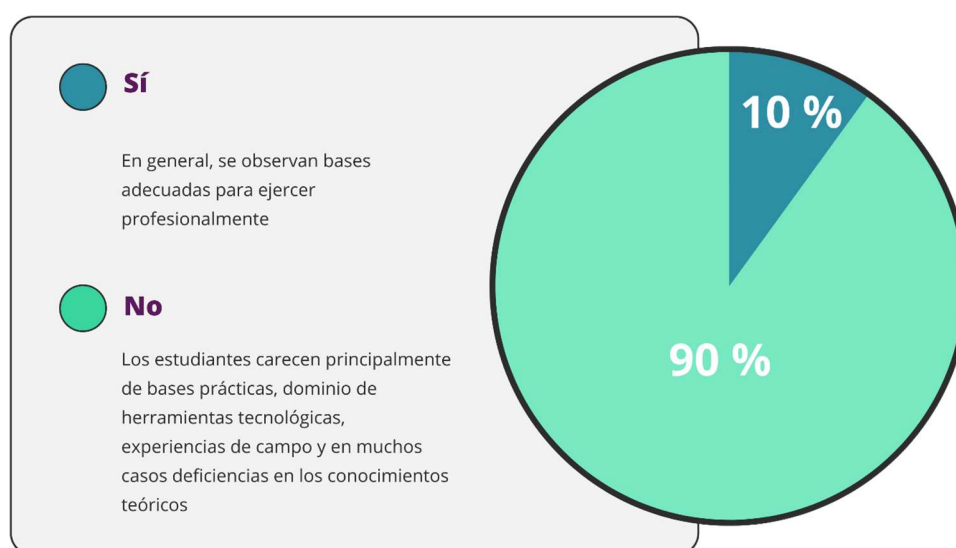


Figura 4.22 ¿Cree usted que los estudiantes de la universidad Surcolombiana están capacitados para ejercer la ingeniería civil?

Fuente: Elaboración Propia

En esta pregunta la mayoría (90%) de docentes expresó su desconfianza respecto a las capacidades para el inmediato ejercicio profesional de sus alumnos; tomando en cuenta que los docentes deberían ser los primeros en apoyar el aprendizaje que imparte la universidad a sus estudiantes, esta tendencia tan marcada puede considerarse un hallazgo inesperado en la investigación. Para comprender estas valoraciones, los docentes explican que el mayor problema que se presenta son las carencias en las bases prácticas principalmente, argumentando que el diseño curricular del programa favorece el estudio teórico de los contenidos, en defecto de las experiencias prácticas como laboratorios, recorridos externos y estrategias más funcionales. Asimismo, los profesores detallaron que

los estudiantes no contaban con el manejo de herramientas tecnológicas fundamentales en el mercado actual, siendo un problema que se originaba en la planificación académica de la universidad. Únicamente, el 10 % de la muestra total, que correspondió a un solo profesor, destacó que las bases de los estudiantes eran suficientes para el ejercicio profesional, aunque existieran deficiencias en las habilidades comunicativas.

4. Pregunta 4

La misión de la universidad por excelencia es formar profesionales preparados para el progreso, crecimiento y bienestar de la sociedad, independientemente, de la carrera o el campo que aborde. Sin embargo, al momento en que a los nuevos profesionales se les exigen habilidades, conocimientos o capacidades que no pueden obtenerse mediante los estudios ofrecidos en una casa de estudio, podría existir un debate alrededor de la influencia de esta última en la empleabilidad de los egresados, por ende, siendo los profesores actores directamente involucrados en los procesos de enseñanza-aprendizaje, su valoración en esta discusión tiene una importancia muy marcada, la cual se expresa en la figura 4.23

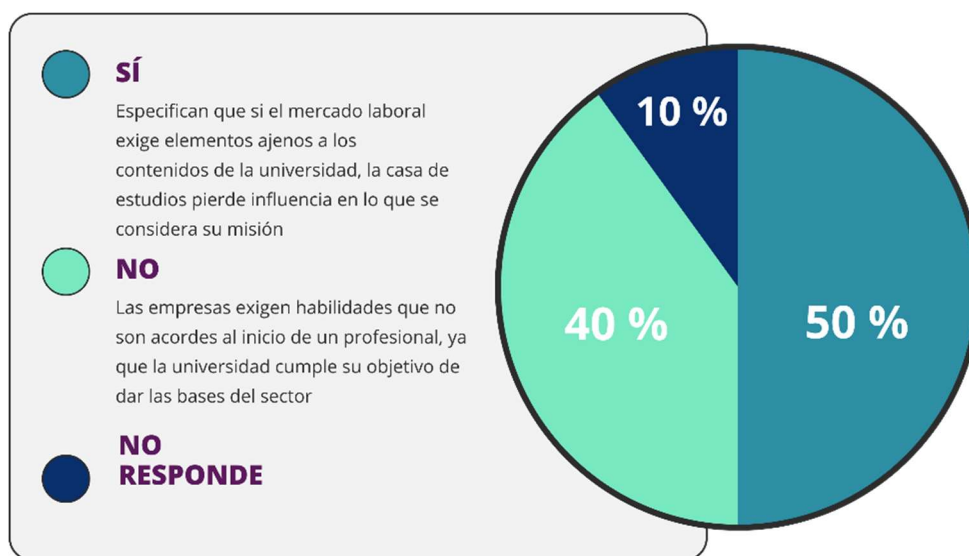


Figura 4.23 ¿Cuándo un graduado debe acceder a conocimiento externo para poder obtener su primer trabajo en el área de ingeniería civil, cree usted que se reduce la influencia de la universidad en la empleabilidad de sus profesionales?

Fuente: Elaboración Propia

Según el análisis, se puede evidenciar que la opinión de los docentes está muy igualada en esta pregunta, con una leve mayoría (50 %) que manifiesta que la universidad sí pierde influencia en la empleabilidad de sus egresados si el sector empresarial para la contratación solicita requerimientos académicos o habilidades que no puede brindar en el proceso de enseñanza y titulación, ya que es deber de la casa de estudios direccionar sus programas de acuerdo con las necesidades del mercado laboral, acorde con su misión de formación profesional; este mismo grupo complementó su respuesta con una invitación al programa a actualizar constantemente sus contenidos y cursos, de acuerdo a las novedades y herramientas que surgen en el sector. Por otro lado, gran parte de los entrevistados (40 %) sustentó que la universidad cumple con su propósito al proporcionar bases sólidas generales de la profesión, y que el error en el planteamiento señalado en la pregunta correspondía al sector empresarial, quien solicita exigencias inadecuadas para el nivel del profesional al momento de la contratación.

5. Pregunta 5.

La supervisión o monitoreo realizado por el programa, respecto al cumplimiento de las temáticas establecidas en los diseños curriculares durante los procesos de enseñanza en cada semestre, reviste una importancia fundamental para la formación adecuada de los estudiantes. Esta importancia se deriva de que la estructura de cada asignatura se sustenta en un exhaustivo análisis llevado a cabo por expertos, quienes han delimitado cada contenido como parte esencial del desarrollo académico de los futuros profesionales.

Por consiguiente, garantizar la impartición de cada enfoque y tema definido inicialmente posibilita que el alumno reciba los conocimientos que la casa de estudios considera la base fundamental de su aprendizaje. Además, esta pregunta permite explorar los escenarios para la introducción de nuevos contenidos o temáticas en el programa de ingeniería civil, ya que en caso de que no se realice un seguimiento adecuado, no se puede asegurar la integración efectiva de las novedades al diseño curricular. (Ver figura 4.24)

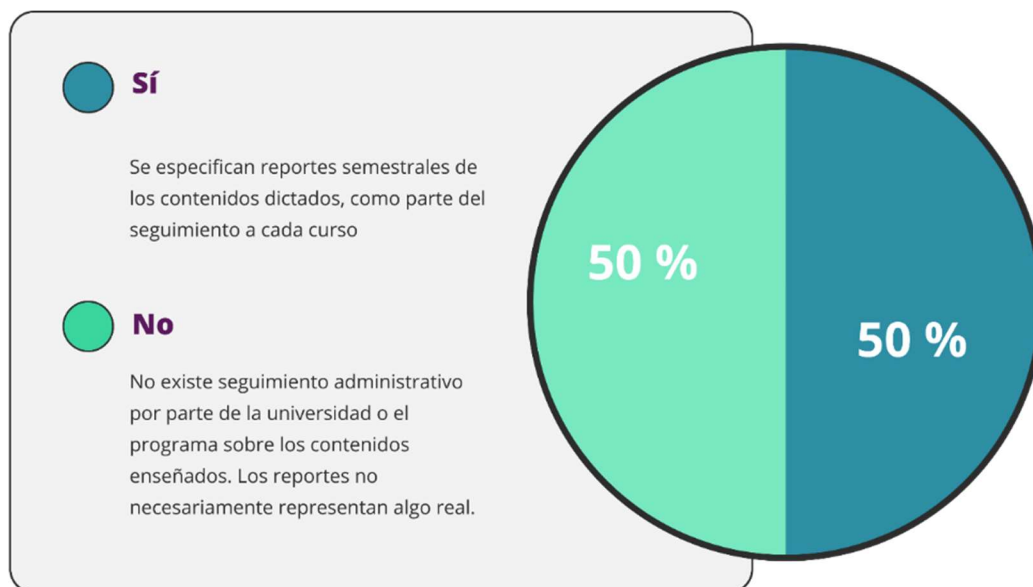


Figura 4.24 ¿El programa de ingeniería civil hace seguimiento continuo a las temáticas dictadas en su curso? *Fuente: Elaboración Propia*

Los datos recopilados revelaron una distribución equitativa de respuestas entre los encuestados: el 50 % de los profesores afirmó que se lleva a cabo un seguimiento de los contenidos. Estos señalaron la existencia de un reporte semestral que cada docente debe presentar al programa, detallando exhaustivamente el desarrollo académico durante el período correspondiente. Además, destacaron la libertad de cátedra por parte de cada profesor en la implementación de estrategias y en el control de la impartición de los cursos. Por otro lado, la otra mitad de entrevistados manifestó la ausencia de un seguimiento administrativo, tanto por parte del programa como de la universidad, en relación con las temáticas abordadas en las asignaturas. Estos indicaron que, en lugar de ello, se ha implementado recientemente una retroalimentación por parte del cuerpo docente con respecto al plan de estudios. Aunque este 50 % reconoce la existencia del reporte semestral mencionado previamente, lo consideran más como una formalidad, donde los profesores no se ven necesariamente obligados a detallar a fondo el proceso académico durante el semestre. Como complemento a estas observaciones, varios docentes mencionaron que, en ocasiones, los contenidos de los cursos no están actualizados o no se ajustan a las demandas del campo profesional; esto lleva a que algunos educadores asuman la responsabilidad de modificar las temáticas impartidas.

6. Pregunta 6.

Los profesores son parte fundamental entre el proceso académico universitario y el panorama laboral del sector, por ende, son figuras capacitadas para valorar la planificación curricular de un programa, con base en los requerimientos y exigencias del rol profesional. En este contexto, se solicitó su opinión sobre la necesidad de realizar cambios o ajustes en el plan de estudios, y de considerarlo necesario, especificar cuales serían los adecuados, según su opinión, la cual se refleja en la figura 4.25

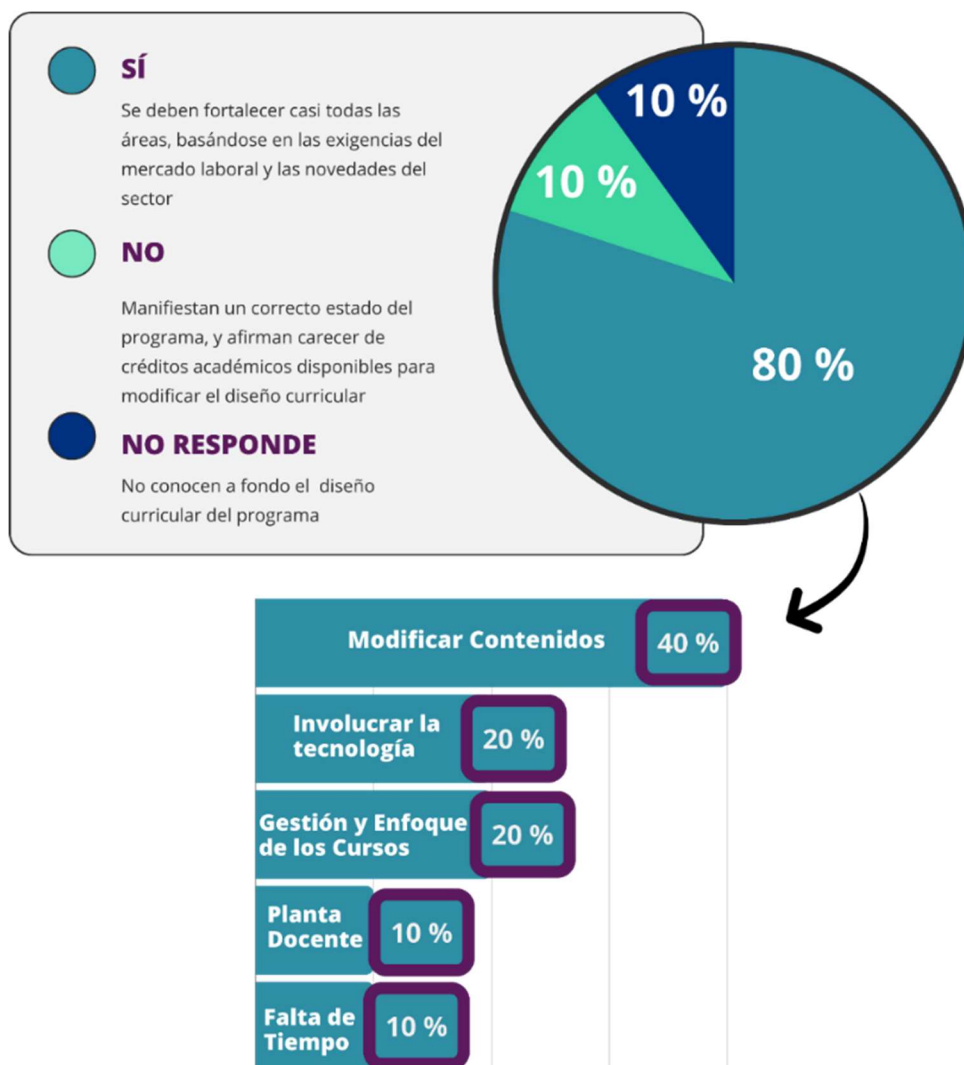


Figura 4.25 ¿Piensa usted que el actual diseño curricular del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana requiere algún cambio o modificación? ¿Cuál? *Fuente: Elaboración Propia*

Durante el proceso de recopilación de datos, se observó que ocho de los diez profesores consultados sostienen la opinión de que se requieren ajustes en el diseño curricular del programa. En su mayoría, los cambios propuestos abogan por la adaptación y actualización de los contenidos y temáticas impartidas, de manera que reflejen las habilidades, capacidades y conocimientos demandados por el rol profesional de ingeniero civil en la actualidad. Además, los docentes expresaron la necesidad de redefinir el enfoque de cada curso para asegurar su coherencia con las demás áreas de la carrera, permitiendo así que los estudiantes comprendan mejor la aplicabilidad de lo que se les enseña.

Uno de los cambios más destacados propone la incorporación de herramientas tecnológicas innovadoras, que se consideran esenciales tanto en el presente como en el futuro del sector de la construcción. Los profesores señalan un posible estancamiento o conformismo en el uso de herramientas de dibujo 2D, lo que resalta la urgencia de actualizar y diversificar las tecnologías utilizadas en el proceso académico. Entre otras sugerencias, los entrevistados señalaron que se requería mayor organización en la distribución de tiempo de cada curso y en la estabilidad de la planta docente, donde indicaron que influye directamente en el cumplimiento del plan de estudios.

Por otra parte, uno de los profesores manifestó que el plan de estudios del programa se encontraba en buen estado, en comparación con otras instituciones, y aunque eso no impedía que pudiera mejorarse, no lo consideraba una prioridad para la carrera, señalando además la dificultad de dicho proceso al no poseer créditos disponibles para introducir nuevas temáticas o estrategias. Finalmente, un profesor señaló no conocer adecuadamente el plan de estudios del programa, por lo que no deseaba comentar en esta pregunta; más allá de agradecer la sinceridad del entrevistado, es complejo asumir que un docente no tenga conocimiento del diseño curricular del programa donde hace parte.

7. Pregunta 7.

Tomando en cuenta la relevancia del contexto nacional en los procesos académicos destinados a la formación de profesionales, se ha considerado oportuno consultar a los docentes sobre una de las estrategias implementada por el gobierno nacional: la Estrategia BIM 2020-2026. Esta estrategia, detallada con mayor profundidad en el anexo A, tiene como objetivo la integración de la tecnología *Building Information Modeling* (BIM), a través de sus correspondientes softwares, en los proyectos de carácter público, mediante

requisitos y exigencias establecidos en las licitaciones con el Estado. Dado que los profesores representan un vínculo crucial entre el proceso de formación profesional y las demandas del mercado laboral, sus opiniones sobre este proyecto y su cumplimiento son fundamentales, y se expresan en la figura 4.26.

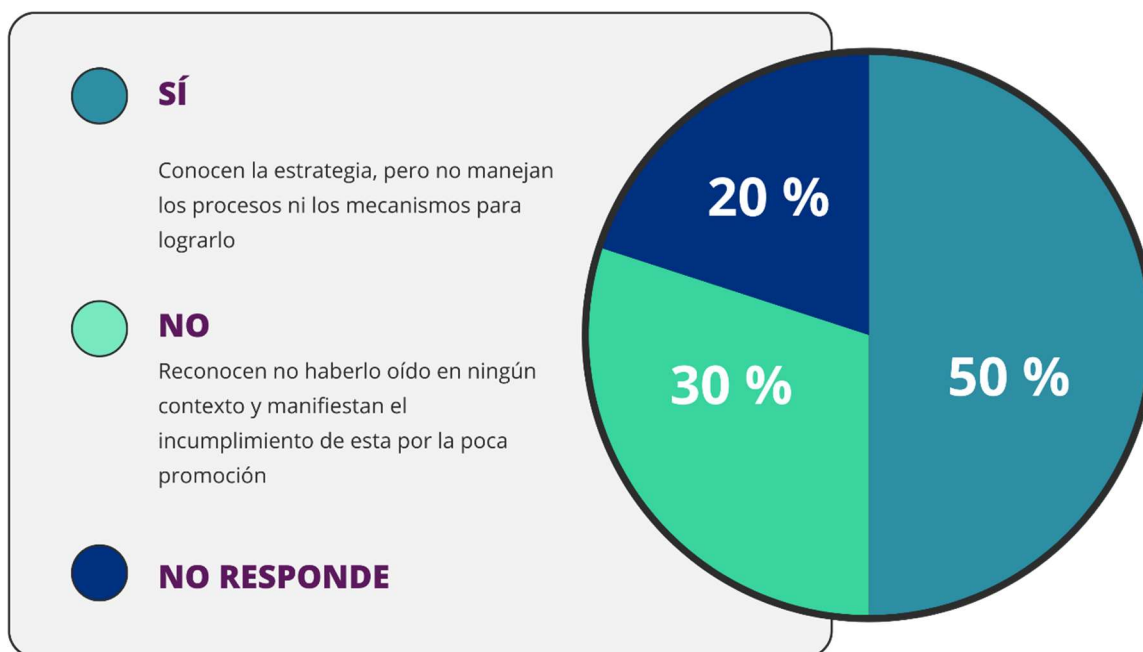


Figura 4.26 ¿Conoce usted la Estrategia Nacional BIM 2020-2026?

Fuente: Elaboración Propia

Únicamente el 50 % de los docentes expresaron estar familiarizados con la Estrategia BIM 2020 – 2026. Sin embargo, también indicaron desconocer las metodologías, fundamentos o procesos implementados por este programa nacional. Además, manifestaron su escepticismo respecto al logro de los objetivos en un plazo tan corto. Específicamente, señalaron que, aunque ciudades como Bogotá o Medellín han progresado en esta área, la mayoría de los territorios en Colombia aún no han avanzado significativamente en la implementación de esta herramienta, esto dificulta que las licitaciones públicas a nivel nacional puedan exigir revisiones BIM obligatorias. No obstante, los docentes indicaron que, aunque pueda resultar difícil alcanzar los objetivos establecidos, la Estrategia BIM representa un destacado avance para el sector, y que el plan podría ser exitoso si permite generar una conciencia de la importancia de esta novedosa herramienta tecnológica en todo el país.

Por otro lado, tres docentes comentaron no conocer la estrategia antes señalada, y después de una breve explicación sobre ella por parte de los entrevistadores, manifestaron su sorpresa y descontento ante la escasa promoción de dicho proyecto, concluyendo además que es improbable el cumplimiento de los objetivos, al analizar el contexto actual del sector, donde el uso de estas tecnologías aún no está completamente consolidado. Por último, dos profesores expresaron su reticencia a responder la pregunta, prefiriendo abstenerse de opinar sobre la estrategia.

4.2 Búsqueda de Referentes Académicos

La metodología *Lean Construction* se ha especificado como una novedad notoria en el mercado laboral de la gestión y formulación de proyectos del sector, sin embargo, debido a su reciente impacto se debe realizar una búsqueda muy precisa para encontrar cursos o asignaturas específicas en los diseños curriculares de programas de ingeniería, donde se aborde a profundidad temáticas de esta metodología y sus herramientas. A continuación, en la tabla 4.1, se presentan algunos cursos de *Lean Construction* tanto de nivel de pregrado como de postgrado alrededor del mundo, señalando tanto las características institucionales como las temáticas de la asignatura.

Lean Construction como Herramienta de Aprendizaje en la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Propuesta para el Diseño Curricular en la Universidad Surcolombiana.

N°	UNIVERSIDAD	PAIS	NOMBRE DEL CURSO	PREGRADO / POSTGRADO	PROGRAMA	SEMESTRE	AÑO DE CREACIÓN	N° HORAS ACADÉMICAS	COMPLEMENTO	CONTENIDOS TEMÁTICOS	METODOLOGÍA	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN
1	Pontificia Universidad Católica de Chile	Chile	Construcción sin pérdidas. Conceptos y Herramientas	Postgrado optativo	Ingeniería Civil	2do	2012	3 Horas por Semana	Last Planner	1.Introducción Lean. 2.Diseño de Sistema de Producción. 3. Value Stream Mapping. 4. Diseño de Operaciones de Construcción. 5.Calidad y Seguridad. 6. Last Planner System. 7. Lean Supply. 8. Lean Design. 9. Relaciones Contractuales. 10. Implementación de Lean.	• Lecturas. • Interrogaciones. • Análisis de Caso. • Trabajos de Grupo. • Clases Expositivas. • Experiencias de Simulación.	• Examen. • Control de Lecturas. • Trabajo de Value Stream Mapping. • Prueba Trabajo de Diseño de Operaciones.
2	Pontificia Universidad Católica de Chile	Chile	Lean Project Delivery en Proyectos de Construcción	Postgrado optativo	Construcción Civil	2do	2018	3 Horas por Semana	Ninguno	1. Fundamentos Lean Project Delivery (LPD) 2.Sistema de Gestión LPD 3. Mejoramiento de procesos a través del uso de herramientas Lean 4. Desarrollo de Proyectos bajo el enfoque LPD 5. Tecnologías de Información (TI) y comunicación en procesos LPD	• Clases expositivas • Ejercicios de simulación • Juegos de roles • Talleres grupales • Casos de estudio	• Interrogaciones • Estudios de Caso • Trabajos prácticos • Simulaciones • Examen
3	Pontificia Universidad Católica del Perú	Perú	Gestión de construcción sin pérdidas	Pregrado electivo	Ingeniería Civil	9no	2014	2,5 Horas por Semana	Ambos	1.Fundamentos Básicos de Lean: Flujos y Procesos/Agregar Valor. 2.Historia Lean. 3. Principios de Lean Construction. 4. Teorías de Producción. 5. Variabilidad. 6.Last Planner System. 7.Principios de Física de Producción. 8.Optimización de Procesos. 9.Desarrollo de Casos.	Curso Teórico - Práctico.	• Evaluación Especial (Nota única).
4	University of California, Berkeley	Estados Unidos	Conceptos y métodos de construcción Lean	Postgrado obligatorio	Civil and environmental engineering	Varios	2020	3 Horas por Semana	Ninguno	1.Resolución Lean. 2.Conceptos de Flujo, Variabilidad, Valor y Desperdicio. 3.Sistema de Entrega de Proyectos Lean.	• Recorridos y prácticas. • Mapeo del flujo de valor. • Cálculo de Costos Objetivo. • Diseños del Sistema de Ejecución.	• Evaluación Continua.
5	University of California, Berkeley	Estados Unidos	Lean Construction y gestión de la cadena de suministro	Postgrado obligatorio	Civil and environmental engineering	Varios	2021	3 Horas por Semana	BIM	1.Dinámica, Incertidumbre y Variación de Sistemas. 3. Principios y Prácticas de producción Lean. 4. Logística y Comercio Electrónico. 5. Modelado de Información de Construcción (BIM). 6. Diseño Integrado de Productos y Procesos.	• Estudios de Casos. • Simulación de Procesos.	• Análisis de Proyectos Reales.

Tabla 4-1 Cursos *Lean Construction* en universidades del mundo.

Fuente: Elaboración Propia

N°	UNIVERSIDAD	PAIS	NOMBRE DEL CURSO	PREGRADO / POSTGRADO	PROGRAMA	SEMESTRE	AÑO DE CREACIÓN	N° HORAS ACADÉMICAS	COMPLEMENTO	CONTENIDOS TEMÁTICOS	METODOLOGÍA	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN
6	Northwestern University	Estados Unidos	Lean Construction	Postgrado obligatorio	Master of Science in project management	1er	2023	3 Horas	Last Planner	1. Historia del Lean y la importancia de los 8 residuos. 2. Plares del Estilo Toyota. 3. Modelo del Estilo Toyota. 4. Cinco Principios Lean. 5. Sistema de Producción Toyota 6. Herramientas Lean personalizadas para el diseño y construcción. 7. Last Planner System. 8. Trazador de Decisiones Visuales 9. Inteligencia Emocional.	• Curso Teórico - Práctico.	• Evaluación final. • Múltiples tareas. • Participación en seminarios web.
7	Middle East Technical University	Turquia	Lean construction. Conceptos y metodologías	Postgrado	Graduate program's of civil engineering	Varios	No Especifica	3 Horas	Last Planner	1. Principios Lean. 2. Orígenes del Sistema de Entrega Lean y Lean Construction. 3. Concepto de Valor y su explicación a las partes 4. Actividades que agregan valor al proceso constructivo. 5. Desperdicios y su eliminación 6. Conceptos Lean: Flujo, Atracción, Carga de Trabajo Nivelada, Resolución de Problemas, Estandarización. 7. Herramientas Lean.	• Curso Teórico - Práctico.	• No se especifica.
8	Universidad de Lima	Perú	Filosofía Lean	Pregrado optativo	Ingeniería Civil	8vo	2019	3 Horas	Ambos	1. Filosofía Y Cultura Lean. 2. Teoría Lean. 3. Desarrollo del producto y gestión del diseño. 4. Last Planner System. 5. Sistema de Control de la Producción. 6. Generación de Valor y Pérdidas en la Construcción. 7. Enfoques de Lean. 8. Construction BIM como complemento de gestión.	• Curso Teórico-Práctico.	• No se especifica.
9	Universidad Autonoma de Guadalajara	Mexico	Metodología Lean y proyecto BIM	Pregrado Obligatorio	Ingeniería Civil	8vo	2017	3 Horas	BIM	No se especifica públicamente el diseño temático del curso.	• Curso Teórico-Práctico.	• Proyecto Final. • Evaluación Continua.
10	Universidad del Rosario	Colombia	Construcción esbelta	Postgrado obligatorio	Especialización en gerencia de proyectos de construcción e infraestructura	1er	2019	2 Horas	Ninguna	1. Filosofía, Cultura y Herramientas Básicas Lean. 2. Caso TPS. 3. Productividad. 4. Reducción de Costos. 5. Disminución del Lead Time 6. Eficiencia Operacional en los Proyectos de Construcción.	• Curso Teórico. • Clases Magistrales.	• Proyecto Final. • Evaluación Continua.
11	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Chile	Lean Project Management	Pregrado optativo	Ingeniería Civil	10mo	2019	4 Horas	Last Planner	1. Introducción al Lean Managment Continua 2. Herramientas de diagnóstico y mejora • Detección de pérdidas; flujo de valor, planificación colaborativa. 3. Cultura Lean • Pensamiento global, gestión de compromisos, organización Lean.	• Aprendizaje Basado en Equipos. • Aprendizaje basado en Juegos Serios. • Aprendizaje Basado en Proyectos	• Evaluaciones Sumativas • Evaluaciones Formativas

Tabla 4-1. Cursos *Lean Construction* en universidades del mundo
(Continuación) Fuente: *Elaboración Propia*

Inicialmente, es correcto destacar el número de cursos sobre *Lean Construction* en universidades de la región, donde en países como Chile, Perú, México e incluso Colombia existen asignaturas dedicadas a esta metodología, sin embargo, en este último caso se hace evidente la carencia de cursos, tanto de pregrado como de postgrado, ya que la mayoría de oportunidades de aprendizaje sobre esta temática en el entorno colombiano se ofrecen en educación continuada, lo que no permite proyectar la importancia real que tiene, de cara principalmente al futuro, el dominio de las herramientas y principios *Lean*. En el otro extremo, se destacan los avances tanto de Chile como Perú en el manejo de la metodología *Lean*, lo cual se refleja en los cursos de pregrado bien definidos en universidades tan prestigiosas de cada país. Asimismo, se deben especificar los referentes externos a la región, donde la mayoría de los cursos corresponden al nivel de postgrado, lo cual tiene que ver directamente con el tipo de educación que se imparte en esos territorios.

La denominación que se le asigna a cada curso no varía categóricamente, ya que las diferencias existentes entre los referentes tienen un sentido idiomático que se refleja con sencillas traducciones del término *Lean Construction*. Por otra parte, los cursos señalados se encuentran integrados en programas directamente relacionados con ingeniería civil ya que, aunque es una metodología aplicable también a carreras como Arquitectura o Ingeniería Industrial, se dio prioridad a las características del caso de estudio. Por otra parte, uno de los elementos más notorios en el análisis de referentes es que los cursos de pregrado fueron en su mayoría de carácter electivo u optativo, ubicándose en semestres finales de la carrera, mientras que los cursos de nivel de postgrado se especificaron como obligatorios e impartidos en los semestres iniciales de cada programa; ambos planteamientos se pueden considerar acertados, debido a que los conceptos *Lean* y su aplicación en el sector requieren de una base sólida de conocimientos acerca de la construcción, la ingeniería y el manejo de recursos. De igual manera se denota que la mayoría de los cursos se plantean para 3 horas semanales de clases, con excepciones según la normativa interna de la institución, lo cual también aplica para el número de créditos asignados.

Segregando la parte temática de los referentes, se puede observar que predomina la enseñanza de fundamentos y principios *Lean*, y en algunos casos se agrega también componentes históricos de la metodología; asimismo, un punto común entre los cursos

señalados es la búsqueda de claridad respecto a los conceptos de: Producción, Variabilidad, Valor, Desperdicio, Incertidumbre y Riesgos. Otro componente que relaciona las diferentes materias es la enseñanza y práctica de las herramientas *Last Planner System* y *Building Information Modeling*, el primero de forma directa y clara establecido en gran parte de los desgloses temáticos, mientras que el segundo facilitado como enfoque y mecanismo colaborativo para el aprendizaje del resto de contenidos. Entre otros aspectos, algunas universidades consideraron pertinente establecer conceptos y componentes del *Lean Manufacturing*, tales como: los sistemas de entrega de proyectos, conceptos de logística, gestión y eficiencia operacional, de modo que el estudiante comprenda el trasfondo de la metodología y pueda tomarlo como un enfoque aplicable a varios campos de la profesión. También se deben destacar algunos contenidos de trabajo en equipo, control de personal, toma de decisiones e inteligencia emocional que algunas instituciones especifican como necesarios para la integración de esta metodología a los programas. En cuanto a estrategias de enseñanza y evaluación, gran parte de los cursos se definen como teórico – prácticos, estableciendo este último aspecto mediante recorridos y visitas guiadas, experiencias de simulación, estudios de casos y análisis y diseño de proyectos.

4.3 Evaluación del programa de la Universidad Surcolombiana con respecto a sus homólogos internacionales

La introducción de una temática, enfoque o contenido al diseño curricular de un programa no solo implica considerar aspectos inherentes a la línea o área de aprendizaje correspondiente, ya que el plan de estudios constituye una estructura meticulosamente elaborada basada en la proyección del rol profesional, en este caso, del ingeniero civil, lo que implica que cualquier modificación pueda condicionar el equilibrio establecido inicialmente en los aspectos curriculares de la carrera. Por ende, al valorar la posible integración de la metodología *Lean Construction* y las herramientas LPS y BIM en el programa de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana, es imperativo evaluar y analizar el contexto y las características que condicionan el pregrado existente.

Considerando lo anterior, se llevó a cabo una exhaustiva revisión de las estructuras curriculares de diversos programas de ingeniería civil en selectas universidades

latinoamericanas. Estas instituciones fueron elegidas siguiendo como criterio la presencia de un curso relacionado con *Lean Construction* en su plan de estudios. Se consideró pertinente establecer una comparación entre el entorno académico de nuestra institución y aquellas universidades que han avanzado en la implementación de esta metodología. Basándonos en los datos recopilados en las tablas 4-2 y 4-3, las universidades seleccionadas fueron la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), la Pontificia Universidad Católica de Perú (PUCP), la Universidad de Lima (ULIMA) y la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG).

Se realizó un análisis comparativo de los programas de pregrado de ingeniería civil de estas instituciones con el de la Universidad Surcolombiana, valorando características netamente académicas. En la tabla 4-2 se confrontaron el número de créditos, cursos y semestres de los programas, permitiendo diferenciar el contexto de los requerimientos académicos para la titulación en cada una de esas universidades. Asimismo, se realizó un contraste de las líneas o áreas específicas que abordan las carreras, siendo fundamental señalar si hacen uso de un ciclo básico común de ingeniería o no. Por otra parte, también se destacaron el número de cursos relacionados con gestión y de electivas aplicadas de este campo disponibles para cada programa, así como la existencia de un curso específico para la modalidad de grado. Por último, se especificó el año de la última actualización del diseño curricular de cada programa, de modo que se pueda valorar objetivamente la vigencia de las carreras.

Además de lo mencionado anteriormente, en la tabla 4-3 se realizó una comparación detallada de la oferta académica de los programas de las universidades previamente mencionadas, con especial énfasis en los últimos semestres de cada uno. Este análisis se fundamentó en todos los cursos incluidos en la malla curricular oficial recomendada de cada programa.

Universidad	Actualización de la Mailla Curricular	Nº de Semestres	Nº de Cursos	Nº de Créditos	Ciclo Básico Común	Lineas de Enfoque Específicos	Cursos Obligatorios de Gestión	Electivas Aplicadas de Gestión Disponibles	Curso específico de Modalidad de Grado
Universidad Surcolombiana	2018	10	61	165	Sí	- Recursos Hidráulicos - Estructuras - Vías y Geotecnia - Construcción	2	- Residencia de Obra - Licitaciones y Contratos	No
Pontificia Universidad Católica de Perú	2024	10	68	213	Sí	- Medio Ambiente y Recursos Hídricos - Estructuras - Movilidad y Transporte - Geotecnia - Gestión - Construcción	2	- Modelación para la información de la Constr. - Supervisión de Obras Civiles - Gestión de Proyectos de Constr. y de las partes involucradas. - Gestión de la Construcción sin Pérdidas - Taller de Habilidades directivas para Ingenieros. - Logística en la Construcción - Gestión en la producción de la Constr.	Sí
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2021	12	52	229	Sí	- Hidráulica y Ambiente - Ingeniería Estructural - Suelos y Materiales - Construcción y Planificación - Ética, Moral y Legal	2	- Administración de Proyectos - Diseño y Construcción Virtual - Lean Project Management	Sí
Universidad Autónoma de Guadalajara	2021	8	57	No Especifica	No	- Hidráulica - Estructuras - Geotecnia y Vías Terrestres - Construcción y Planeación	4	No posee ninguna electiva de la línea de gestión de proyectos	Sí
Universidad de Lima	2021	10	60	205	Sí	- Hidráulica - Estructuras - Transporte y Geotecnia - Innovación Empresarial - Gestión de Proyectos - Construcción	4	- Filosofía Lean - Taller de Habilidades Gerenciales - Diseño y Construcción I y II - Ingeniería Económica - Gestión de Calidad - Gestión y Desarrollo Inmobiliario	Sí

Tabla 4-2 Referentes Universitarios. *Fuente: Elaboración Propia*

Lean Construction como Herramienta de Aprendizaje en la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Propuesta para el Diseño Curricular en la Universidad Surcolombiana.

Universidad	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10
Universidad Surcolombiana	• Matemáticas Especiales • Hidrología • Geología para Ingenieros • Materiales de Construcción • Fundamentos de Economía • Electiva de Ingeniería	• Análisis de Estructuras • Hidráulica • Mecánica de Suelos • Diseño Geométrico de Vías • Tecnología del Concreto • Fundamentos de Administración	• Concreto I • Estructuras Hidráulicas • Ingeniería de Cimentaciones • Construcción de Edificaciones • Formulación y Evaluación Proy. • Electiva de Ingeniería	• Concreto II • Acueductos y Alcantarillados • Ingeniería de Pavimentos • Presupuestos y Programación • Gestión Ambiental para Ing. Civil • Seminario de Modalidad de Grado • Electiva Administrativa	• Estructuras Metálicas • Puentes • Equipos y Mov. de Tierras • Electiva de Ingeniería Civil • Electiva de Ingeniería Civil	• Electiva de Ingeniería Civil • Electiva de Ingeniería Civil • Electiva de Ingeniería Civil • Electiva de Ingeniería Civil
Pontificia Universidad Católica de Perú	• Resistencia de Materiales 1 • Dinámica • Tecnología del Concreto • Fundamentos de Ing. Ambiental • Laboratorio de Materiales • Estadísticas para Ingeniería • Electiva de Cultura General	• Resistencia de Materiales 2 • Procedi. y Procesos de Constr. • Introducción al Anal. Estructural • Materiales de Construcción • Mecánica de Fluidos • Lab. De Mecánica de Fluidos • Electiva de Cultura Científica	• Análisis Estructural • Hidráulica de Canales Abiertos • Hidrología • Eval. Económica de Proy. de Edific. • Geología • Lab. De Hidráulica • Lab. de Geología	• Ingeniería Geotécnica • Ingeniería Sismorresistente • Ingeniería de Transporte • Planeamiento de Proy. de Edificación • Concreto Armado 1 • Lab. de Mecánica de Suelos	• Ética y Responsabilidad Social • Plan de Tesis • Proyecto Integrador en Ing. Civil • Electiva de Tecnol. e Innovación • Electiva de Especialidad • Electiva de Especialidad • Electiva de Especialidad	• Práctica Supervisada Profesional (intermedio entre semestre 9 y 10) • Trabajo de Tesis • Electiva de Tecnol. e Innovación • Electiva de Gestión • Electiva de Especialidad • Electiva de Especialidad • Electiva de Especialidad
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	• Probabilidad y Estadística • Mecánica de Sólidos • Mecánica de Fluidos • Inglés 1 • Economía • Ética Cristiana	• Geomecánica • Análisis Estructural • Hidráulica • Métodos Numéricos • Inglés 2 • Formación Fundamental 1	• Mecánica de Suelos • Diseño en Acero • Hidrología • Preparación y Evaluación de Proyectos • Inglés 3 • Formación Fundamental 2	• Diseño de Caminos • Hormigón Armado • Ingeniería Sísmica • Planificación y Control de Proyectos • Inglés 4 • Formación Fundamental 3	• Mecánica de Suelos Aplicada • Ingeniería Sanitaria • Legislación Aplicada • Electivo 1 • Electivo 2	• Seminario de Ing. Civil 1 • Proyecto Integrador • Comunicación, Liderazgo y Equipos • Electivo 3 • Seminario de Ing. Civil 2 * • Innovación y Emprendimiento * • Electivo 4 *
Universidad Autónoma de Guadalajara	• Ecuaciones Diferenciales • Mecánica de Materiales Avanzada • Comportamiento de Suelos • Hidráulica de Canales • Normatividad y Adm. de Obra • Optativa de Formación Universitaria	• Ética Profesional • Prácticas Profesionales I • Análisis Estructural • Mecánica de Suelos • Ing. Sanitaria y de Des. Sostenible • Matemáticas Financieras • Edificación e Instalaciones	• Cult. y Des. de la Innov. Sostenible • Diseño de Elem. de Acero Estruct. • Diseño de Elem. Conc. Reforzado • Diseño Geotécnico y Cimentación • Pavimentos • Sist. y Aprox. Hidráulicos • Optativa Profesional	• Sost. • Prácticas Profesionales II • Optativa Profesional II • Anál. y Dis. en Ing. Sísmica y Eólica • Proyecto Carretero • Diseño de Sist. Hidráulicos • Metodología Lean y Proyecto BIM	• NO APLICA	• NO APLICA
Universidad de Lima	• Programación Digital • Estática • Tecnología de la Constr. I • Modelación de Inform. de Edif. • Ingeniería Ambiental • Mecánica de Suelos I • Electiva de Ingeniería	• Dinámica • Gestión de Proy. de Constr. I • Tecnología de Constr. II • Resistencia de Materiales I • Ingeniería Sanitaria • Mecánica de Suelos II	• Mecánica de Fluidos • Gestión de Proy. de Constr. II • Métodos Numéricos • Resistencia de Materiales II • Ingeniería de Transporte I • Ingeniería Electromecánica • Liderazgo y Ética	• Hidráulica • Gestión de Proy. De Operación y Mantenimiento • Análisis Estructural I • Ingeniería de Transporte II • Concreto Armado I • Electiva de Ingeniería Civil	• Hidrología • Seminario de Investigación I • Gestión Estratégica de Contratos • Ingeniería Sismorresistente • Electiva de Ingeniería Civil • Electiva de Ingeniería Civil	• Ingeniería de Recursos Hidráulicos • Seminario de Investigación II • Estructuras Metálicas y de Madera • Electiva de Ingeniería Civil • Electiva de Ingeniería Civil

* Estos cursos corresponden, según la planificación de la universidad, al semestre 11, pero por organización se dispuso en el mismo formato del resto de casas de estudio.

Tabla 4-3 Oferta Académica de Referentes Universitarios. *Fuente: Elaboración Propia*

Inicialmente, se observa que el programa de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana es el que ha pasado más tiempo sin actualizar su diseño curricular en comparación con sus contrapartes, manteniendo su estructura desde hace seis años. Aunque este período no excede una década, resulta significativo para justificar una evaluación curricular, especialmente al considerar que otras universidades analizadas han realizado modificaciones recientes, a partir del año 2021. Es importante destacar que desde 2018 se han registrado avances notables en los enfoques, metodologías y tecnologías empleadas en el sector laboral, reflejados en las directrices gubernamentales y oficiales, como la Estrategia BIM 2020-2026 y el Catálogo de Cualificaciones (consultar Anexo E), donde se expone la necesidad de implementar conocimientos nuevos a los profesionales, debido a que el ámbito laboral requiere de profesionales que tengan estos conocimientos. Esta necesidad se ha compartido con las universidades mediante la Cámara Colombiana de Construcción (CAMACOL), tal como lo indica la Dr. Diana Navarro, Gerente de Camacol Huila (anexo F):

Nosotros hemos estado en las reuniones de Cámara de Comercio donde han estado las universidades, y he transmitido esa información y se la he enviado por correo electrónico a los jefes de programa y a los decanos de las diferentes universidades de acá de Neiva.

Retomando los datos destacados en la tabla 4.2, se hace énfasis en las características de los planes de estudio, donde los programas tienen una duración de 8 a 11 semestres, coincidiendo con lo establecido en la USCO. Además, el número de cursos y créditos en la carrera de la Surcolombiana es comparable con el de sus homólogos académicos. Respecto a la estructura temática, el programa de la Universidad Surcolombiana se basa en un ciclo básico común, que proporciona una formación inicial en ingeniería general antes de especializarse en ingeniería civil; este enfoque se encuentra también en las otras universidades analizadas, excepto en la UAG, donde, aunque se imparten materias comunes de ingeniería, no hay un ciclo de cursos básicos oficial. Por otro lado, las líneas temáticas impartidas en cada institución durante la carrera son similares, reflejando una visión compartida del amplio campo de la ingeniería civil, que incluye áreas de aprendizaje como Estructuras, Geotecnia, Recursos Hídricos, Construcción, Gestión de Proyectos y Transporte; aunque se observan diferencias en la denominación de estas líneas, como "suelos" por "geotecnia" o "vías" por "transporte", entre otros ejemplos. Además, algunas

universidades tienen incorporadas áreas de estudios ambientales y asignaturas específicas de liderazgo y emprendimiento, las cuales promueven el desarrollo de habilidades blandas que permiten tener una mejor comunicación y un mejor desempeño laboral. Es importante recalcar que estas asignaturas podrían beneficiar a los estudiantes surcolombianos, en caso de que la USCO también las dictara.

El resto de los parámetros comparados en la tabla 4-2 abordan aspectos específicos de los programas, como el número de electivas aplicadas de gestión disponibles para los estudiantes o el número de cursos obligatorios de esta área. Algunas universidades no disponen de tantos cursos obligatorios en este ámbito pero lo complementan con una oferta electiva adecuada (casos como la ULima o la PUCV), por otra parte hay casas de estudio que presentan el caso contrario, donde el campo de gestión tiene una gran importancia en el curriculum obligatorio de sus programas, por lo que los cursos optativos se dedican en su mayoría a otras ramas de la carrera (PUCP y UAG); la USCO se encuentra en el medio de estas dos propuestas, y no de manera correcta, al no tener una gran oferta de cursos obligatorios de gestión, y carecer de una variedad de optativos que complementen la enseñanza. Además, se destaca que, de las universidades comparadas, la Surcolombiana es la única que no tiene un curso o créditos asignados para la modalidad de grado (Tesis o Prácticas), lo que señala una deficiencia en el aspecto curricular del programa.

La tabla 4-3 muestra la oferta académica de los últimos semestres de las universidades comparadas, donde se detallan los cursos obligatorios de cada período académico. Esto permite distinguir la estructura general de cada programa, resaltando las discrepancias que pueden ser relevantes para la implementación de la metodología *Lean* en la Universidad Surcolombiana. Entre los aspectos más destacados, se encuentra que el programa de la USCO tiene uno de los menores números de cursos obligatorios en temas ambientales y de gestión en su estructura curricular. Además, es la única institución comparada que no ofrece asignaturas obligatorias o electivas centradas en la enseñanza de algún software BIM para la gestión de proyectos y construcciones. Sin embargo, de manera positiva, se puede señalar que la Surcolombiana ofrece el mayor número de cursos en el área de recursos hídricos entre los programas analizados. Un aspecto relevante e inesperado que se halló en la comparación es que varios cursos que son obligatorios en la

Universidad Surcolombiana son optativos en otras universidades, tales como Puentes y Estructuras Metálicas. Esto indica que, para estas instituciones, los conocimientos especializados de estos cursos no son un requisito obligatorio para la titulación de un ingeniero civil a nivel de pregrado, ya que priorizan proporcionar conocimientos que un egresado pueda tener la oportunidad de ejercer, sin necesidad de estudios más avanzados.

Asimismo, en la tabla 4-3 se pueden identificar los cursos de carácter obligatorio que hacen parte del área de gestión de proyectos en la línea de Construcción del programa de la universidad Surcolombiana, estos son el curso de Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería Civil, del séptimo semestre, y el curso de Presupuestos y Programación de Obra, del octavo semestre. En estos cursos se desarrollan contenidos de la gestión de proyectos tradicional que se consideran en gran parte relevantes como base para las prácticas del enfoque *Lean*; los contenidos de estos cursos se especifican en la tabla 4.4 y la tabla 4.5

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA		
Créditos: 3	Carácter: Teórica	Requisito: Fundamentos Administración
Unidades Temáticas	UT 1. Tendencias contextuales e incidencia en la elaboración, gestión, seguimiento y evaluación de proyectos de intervención social. UT 2. Concepto de proyectos sociales UT 3. Metodología para la formulación de proyectos sociales UT 4. Sistema de seguimiento y evaluación de proyectos sociales UT 5. Fundrasing de proyectos de intervención social.	

Tabla 4-4 Unidades temáticas del curso Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería

Fuente: Universidad Surcolombiana Portal Versión 7. (2021)

PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN		
Créditos: 3	Carácter: Teórica	Requisito: Construcción de Edificaciones
Unidades Temáticas	UT 1. Proyectos UT 2. Histogramas de recursos, diagramas de Gannt. Programación de recursos, flujo de caja UT 3. Planeación y control de anticipos UT 4. Optimización de la obra en términos de costos-tiempo, corte de obra, reprogramación de obra UT 5. Manejo y control de mano de obra, manejo y control de equipos, manejo y control de almacén, manejo y control de subcontrato. Control presupuestal	

Tabla 4-5 Unidades temáticas del curso Presupuesto y Programación

Fuente: Universidad Surcolombiana Portal Versión 7. (2021)

El primer curso presenta un desglose temático enfocado en proyectos sociales, donde se definen los conceptos y consideraciones para el rol de Ingeniero Civil en las etapas de formulación, seguimiento y evaluación de este tipo de proyectos, además de nociones básicas de captación y manejo de recursos monetarios. Estos elementos aportan bases de la gestión de proyectos, en su mayoría en la etapa de diseño y formulación, que son útiles al momento de comprender conceptos de la metodología *Lean Construction*.

Por otra parte, el curso de Presupuestos y Programación presenta una enseñanza de herramientas para el manejo de recursos en los proyectos, además de fundamentos para la optimización de los procesos constructivos. Ambos ejes temáticos son claves para comprender la metodología *Lean Construction* y su importancia como el presente y futuro del sector.

4.4 Definición del mecanismo de integración de la propuesta

Sustentada la necesidad de integración de un nuevo enfoque metodológico al programa universitario, lo siguiente es identificar la forma adecuada para este proceso de introducción, siendo este el eje central de la propuesta. Para incorporar el enfoque *Lean* en el diseño curricular universitario, se especificaron dos posibles mecanismos, los cuales no son necesariamente incompatibles. Al valorar ambos escenarios, es fundamental examinar los diversos aspectos que impactan en su viabilidad y efectividad. A continuación, en la tabla 4-6 se presentan los diferentes elementos positivos considerados:

Adaptación a un Curso Existente	Creación de un Curso Nuevo
Mayor facilidad para las modificaciones a nivel institucional	Ofrece más espacio y tiempo para la enseñanza de los contenidos
Evidencia un vínculo existente con la gestión de proyectos tradicional y los contenidos dictados	Garantiza la instrucción del Lean Construction en las clases
Evita la complejidad de la búsqueda de un profesional experto en Lean para la impartición de las clases	Permite involucrar una serie de contenidos más completos
Permite una actualización de cursos existentes, cuyo enfoque pudo evolucionar de acuerdo a las necesidades del sector	Evidencia una relevancia adecuada del Lean Construction para el sector
_____	Evita desplazar temáticas existentes de otros cursos
_____	Garantiza el manejo de los contenidos por parte de un profesor experto en el tema
_____	Opción preferida de la población estudiantil consultada

Tabla 4-6 Comparación de la Adaptación Curso existente vs Curso nuevo*Fuente: Elaboración Propia*

Para efectos de los procesos que debe realizar el programa, la introducción de los contenidos en un curso existente es menos compleja, ya que no deben realizar una evaluación curricular tan extensa, sin embargo, tal como se plantea en la tabla 4-2, la última vez que se realizó este proceso corresponde al año 2018, por lo que se podría considerar adecuada la ejecución de una nueva evaluación en un tiempo próximo; asimismo, esta opción no se encuentra exenta de complejidad, porque significaría suprimir temáticas de cursos existentes, las cuales suponen bases fundamentales para el rol de ingeniero. Dichas temáticas son también importantes para los conocimientos del enfoque *Lean*, por lo que su tratamiento conjunto evidenciaría un vínculo asertivo entre la gestión de proyectos tradicional y las innovaciones metodológicas del sector, no obstante, la relación entre ambos elementos puede transmitirse con un curso nuevo que funcione con requerimientos o prelación académicas de cursos existentes de la misma área.

Los aspectos positivos que ofrece un curso nuevo enfocado en *Lean Construction* se direccionan hacia la disponibilidad para la enseñanza de temáticas, tanto a nivel de la cantidad y desglose de contenidos que se pueden dar en una asignatura completa, como del tiempo asignado para la instrucción de los conocimientos. Además, es importante destacar que en los cursos del programa de ingeniería civil no siempre se imparte la totalidad de los contenidos establecidos en los microdiseños, tal como se puede observar en la figura 4.8, esta afirmación se considera muy relevante para definir el mecanismo de integración del *Lean Construction*, debido a que, si se incorpora a un curso existente, no se puede garantizar su enseñanza. Esta problemática no es tan representativa en caso de plantearse un curso nuevo, ya que la asignatura completa comprendería temáticas referentes a la metodología.

4.5 Diseño de la Propuesta

Considerando lo anterior, la opción elegida, después de la revisión de referentes, la recopilación de datos y la investigación general, es que la integración de la metodología *Lean Construction* al diseño curricular universitario se deberá ejecutar alrededor de un curso nuevo y completamente dedicado a sus contenidos y herramientas complementarias.

A continuación, se expondrá el microdiseño creado para el curso de pregrado y postgrado, en ambos casos se utilizó el formato MI-FOR-FO-34, en este se especifica la presentación, justificación, las competencias generales consideradas en el diseño de las temáticas, los resultados de aprendizaje que se valorarán para la aprobación de la asignatura, las estrategias de aprendizaje y evaluación recomendadas, el desglose de unidades temáticas con su respectivo contenido definido con las cargas horarias de cada uno y la bibliografía de apoyo para estudiantes y profesores relacionados al nuevo curso. Esta información puede ser revisada en los anexos G y H, sin embargo, en este espacio se expondrán los aspectos más importantes de los microdiseños.

En primer lugar, el curso de pregrado planteado se ha denominado **Gestión de Construcción sin Pérdidas**, el cual es un curso teórico-práctico que formaría parte del componente básico del programa, con una duración de 3 horas semanales durante las 16

semanas de clase estipuladas en el cronograma universitario. Este curso tiene cinco unidades temáticas las cuales se exponen en la tabla 4-7:

DESGLOSE DE UNIDADES TEMÁTICAS DEL CURSO “GESTIÓN DE CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS”
1. Introducción Lean
• Origen e Historia de la metodología Lean • Sistema de Producción Lean en la industria • Lean Manufacturing • Eficiencia y Efectividad
2. Pensamiento Lean
• Mejora Continua • Trabajo Colaborativo • Calidad Total • Enfoque empresarial Lean
3. Construcción sin Pérdidas: Principios y Fundamentos
• Sistema Lean en la Industria de la Construcción • Valor, Variabilidad, Pérdidas y Flujo • Fundamentos y Principios aplicados al sector • Herramientas Lean
4. Optimización de la Construcción
• Parámetros, Condiciones y Criterios óptimos de las etapas de un proyecto • Sistema del Último Planificador: Fundamentos • Último Planificador en la Metodología Lean
5. Cooperación y Aplicación BIM
• Building Information Modeling: Beneficios, Proyección y Contexto Nacional • BIM como herramienta de la gestión de proyectos: Fundamentos Aplicados • BIM: Complemento colaborativo del Lean Construction

Tabla 4-7. Desglose de unidades temáticas del curso de pregrado

Fuente: Elaboración Propia

Inicialmente, se planteó la primera unidad temática con el propósito de contextualizar al estudiante acerca de la metodología *Lean*, considerando que su conocimiento no está ampliamente difundido en la comunidad estudiantil Surcolombiana, tal como se evidencia en la figura 4.4. Esta introducción aborda la evolución del enfoque *Lean* desde sus orígenes en el sector industrial hasta la expansión de sus conceptos en otros ámbitos, complementándola con elementos clave de un proyecto, como la efectividad y la eficiencia.

La segunda unidad temática desglosa teorías y fundamentos básicos de la filosofía *Lean*, la cual abarca varios temas que respaldan la viabilidad y la practicidad de la metodología, centrándose en tres conceptos muy utilizados en *Lean Construction*: Mejora Continua,

Trabajo Colaborativo y Calidad Total. Además, se incluye el enfoque *Lean* aplicado a la dinámica empresarial, para detallar cómo este se incorpora en la estructura organizacional de una compañía. La unidad temática tres está enfocada directamente en *Lean Construction*. En este módulo se manejan los principios y la aplicación de los conceptos Lean al ámbito de la gestión de proyectos, y para ello se introducen cuatro conceptos fundamentales para la comprensión general de la metodología: Valor, Pérdidas, Variabilidad y Flujo.

La siguiente unidad temática enfatiza la optimización de los procesos constructivos de un proyecto, retomando los conceptos fundamentales, los cuales permiten identificar áreas de mejora y evaluar criterios relevantes en el sector. Además, se introduce el sistema del Último Planificador como una metodología complementaria clave para la aplicación efectiva de los principios del *Lean Construction*. Finalmente, la unidad temática cinco se concentra en el *Building Information Modeling* (BIM), aplicado en el ámbito de la gestión y su utilidad en las prácticas de la metodología *Lean Construction*.

Para la implementación de esta propuesta la Universidad Surcolombiana se enfrenta al desafío de integrar de manera efectiva estas temáticas en un programa de Ingeniería Civil que se encuentra consolidado; considerando lo anterior se hace necesario evaluar el diseño curricular de la carrera, ya que la propuesta del curso **Gestión de Construcción sin Pérdidas** se enmarca en la condición de ser integrado como una asignatura de carácter obligatorio en el pensum de estudio, debido a que la metodología *Lean Construction*, en conjunto con BIM y LPS deben comenzarse a trabajar en la universidad Surcolombiana a la mayor brevedad, con el objetivo de preparar a los estudiantes en unos conocimientos y habilidades para el presente y futuro del sector de la construcción, según la revisión del contexto profesional.

Este curso integral proporciona a los participantes una formación completa en varias áreas clave de la gestión de proyectos de construcción. Los estudiantes adquirirán un sólido entendimiento de los principios fundamentales de la metodología *Lean* y su aplicación específica en la industria de la construcción. Además, se desarrollarán prácticas básicas de *Building Information Modeling* (BIM) para su aplicación en la gestión de proyectos, junto con el conocimiento de la metodología *Last Planner* y su papel en la planificación y ejecución efectiva de proyectos de construcción. Los participantes aprenderán a analizar

datos y métricas de proyectos utilizando técnicas y herramientas *Lean*, identificando áreas de mejora y tomando decisiones informadas. Además, se enfatizará en la importancia del liderazgo y la comunicación efectiva para el éxito de los proyectos de construcción, promoviendo habilidades de colaboración y trabajo en equipo para aplicar estos principios de manera adecuada en la industria.

La propuesta que se deriva de esta investigación también posee un enfoque en estudios superiores de carácter especializado, ya que las herramientas trabajadas tienen elementos de profundidad teórica y práctica que requieren de mayor énfasis en su aprendizaje para un dominio focalizado de la metodología *Lean* y sus aplicaciones al sector de la construcción. Considerando lo anterior, se estructura un curso de postgrado denominado ***Lean Construction***, el cual se plantea como un curso teórico-práctico que formaría parte del componente básico del programa, tendrá una duración de 3 horas semanales durante las 16 semanas de clase estipuladas en el cronograma universitario, a pesar de que las horas de trabajo en clase presencial es igual que el curso de pregrado, este curso contiene más horas de trabajo en casa, según lo estipulado por la universidad para el estudio individual de los estudiantes pertenecientes a programas de postgrado. El desglose de contenidos del curso *Lean Construction* se presenta en la tabla 4-8:

DESGLOSE DE UNIDADES TEMÁTICAS DEL CURSO “LEAN CONSTRUCTION”
1. Fundamentos Lean
• Filosofía Lean: Principios • Pensamiento Lean: Eficiencia y Mejora Continua • Estructura del Lean Construction
2. Fundamentos del Valor y su aplicación
• Generación de Valor en los procesos constructivos • Gestión e Ingeniería del Valor • Mapa de Flujo de Valor: Enfoque Lean • Percepción del valor del cliente
3. Fundamentos de las Pérdidas y su eliminación
• Concepto de Pérdidas • Teoría de los 8 desperdicios • Gestión de Pérdidas y Desperdicios en Obra • Estandarización y Variabilidad en la Construcción
4. Desarrollo Lean Construction.
• Lean Design • Lean Supply: Logística de la Construcción • Lean Delivery • Gestión de la Calidad: Lean Six Sigma • Gestión del cambio
5. Implementación Lean Construction.
• Integrated Project Delivery • Last Planner System: Enfoque Lean y Aplicación • Trabajo Colaborativo con Modelos de Información

Tabla 4-8. Desglose de unidades temáticas del curso de postgrado

Fuente: Elaboración Propia

Para iniciar el curso de postgrado se optó por introducir la metodología *Lean*, teniendo en cuenta que es crucial comprender los principios, conceptos y pilares del enfoque para abordar eficazmente este curso. En esta primera unidad, se explora la estructura *Lean* aplicada a la construcción, centrándose en los conceptos y bases del enfoque de forma generalizada, de modo que el desglose de sus fundamentos pueda especificarse en el resto del curso. En la segunda unidad temática, se profundizará esta estructura, enfatizando en el concepto de valor, su identificación en los proyectos, su adición en los procesos y cómo orientarlo para obtener beneficios, en conjunto con la importancia de transmitir adecuadamente este criterio al cliente.

La tercera unidad temática aborda las pérdidas, aspecto fundamental en *Lean Construction* dentro de un proyecto. Allí se definirá qué son, cómo se manifiestan, cómo

se reducen y cómo se pueden mantener equilibradas dentro de un proyecto de construcción, esto último es esencial para el desarrollo profesional de quienes cursen este programa y deseen implementarlo en su práctica en el sector laboral.

En la unidad temática cuatro se toman como base los conceptos explorados en las unidades anteriores, y se procede a desarrollar *Lean Construction* desglosando la metodología *Lean* en sus diferentes etapas, permitiendo a los estudiantes distinguir cada proceso del proyecto y aprender a incorporarla de manera efectiva en casos reales.

Finalmente, en la quinta unidad temática, se mostrarán herramientas que facilitan la comprensión, gestión, exposición e implementación de *Lean Construction* en un proyecto. Estas herramientas operan de manera conjunta, lo que permite abordar múltiples aspectos simultáneamente y ayudar a los profesionales a gestionar sus proyectos de manera más eficiente utilizando la metodología *Lean*.

Actualmente, el programa de Ingeniería Civil está trabajando en la creación de un programa de postgrado donde se capacitará a los profesionales en aspectos más profundos respecto a la construcción civil; es en este contexto donde se plantea el curso ***Lean Construction***, como una asignatura que permitirá desarrollar los principios y prácticas de metodologías innovadoras en la optimización y eficiencia de los procesos constructivos en proyectos, además de fomentar conceptos y fundamentos que se podrán abordar en múltiples áreas del sector.

Este curso avanzado proporciona a los participantes las habilidades y conocimientos necesarios para destacar en la gestión de proyectos de construcción complejos. Los estudiantes aprenderán a aplicar de manera avanzada los principios y prácticas de *Lean Construction* para mejorar la eficiencia y la calidad en proyectos de gran escala. Además, se les enseñará a utilizar herramientas y técnicas avanzadas de *Building Information Modeling* (BIM) para optimizar la gestión de proyectos desde la planificación hasta su ejecución. La implementación efectiva del *Last Planner System* será fundamental para coordinar y controlar la producción en proyectos de construcción de gran envergadura. Los participantes también desarrollarán habilidades destacadas en liderazgo, comunicación y trabajo colaborativo, lo que les permitirá dirigir con éxito la implementación de *Lean Construction* en entornos profesionales. Por último, se abordarán

los aspectos logísticos de la construcción desde una perspectiva avanzada, aplicando los principios *Lean* en temas de inventario, suministro y colaboración entre partes interesadas.

4.6 Estrategias de Implementación Recomendadas

Al establecer una propuesta sólida respaldada por investigaciones detalladas, se busca proporcionar a la Universidad Surcolombiana las bases adecuadas para integrar exitosamente *Lean Construction* y sus herramientas asociadas en el programa de Ingeniería Civil. Adicional a los microdiseños antes planteados, se especifica una serie de recomendaciones para la incorporación del enfoque *Lean*, que permitirá desarrollar de una manera adecuada la enseñanza de esta metodología en la universidad, además de funcionar como lineamientos iniciales de la evaluación curricular que se sugiere realizar para la inclusión de los nuevos cursos. Este mecanismo no solo promoverá una formación académica más enfocada en las demandas actuales del sector, sino que también preparará a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo real con los conocimientos y habilidades necesarios para prosperar y destacar en un entorno laboral cada vez más competitivo.

Bajo este concepto, se proponen las siguientes estrategias que se recomiendan implementar en conjunto con los microdiseños creados, de modo que la impartición de los contenidos se acompañe de prácticas y condiciones adecuadas:

- Mejorar la tecnología brindada por parte de la universidad para la conectividad de los estudiantes, destacando las facilidades que esto ofrece en el alcance, acercamiento y manejo de temáticas y conocimientos de fuentes globales.
- Creación, implementación o designación de una sala o laboratorio de informática debidamente equipado con los recursos tecnológicos necesarios para facilitar la realización de clases magistrales y prácticas, permitiendo a los estudiantes y al docente aplicar el conocimiento adquirido mediante el uso apropiado de los softwares requeridos en cursos del programa de Ingeniería Civil
- Introducción de contenidos en otros cursos del programa de ingeniería civil acerca del manejo básico de herramientas tecnológicas, tales como las ofrecidas en la metodología BIM, de modo que el estudiante pueda llegar al curso nuevo planteado con nociones

de los programas que se manejan, y de esta manera dedicar los espacios del curso a un enfoque más especializado. Se recomienda que dicha introducción se realice en los primeros semestres de la carrera, de forma que sus enseñanzas puedan tener utilidad para otras áreas de estudio.

- Implementación de modalidades a distancia para el desarrollo de cursos que puedan dictarse mediante el uso de clases virtuales. Este mecanismo podría funcionar adecuadamente para el punto anterior, ya que un curso a distancia dedicado al manejo de herramientas tecnológicas, como BIM, puede generar resultados de aprendizaje destacados, además de habilitar opciones de contratación de profesionales en otras ciudades del país que tengan mayor conocimiento y experiencia en estas herramientas.
- Se sugiere dar prioridad en el diseño curricular obligatorio del programa a cursos que proporcionen conocimientos y habilidades que pueden ser aplicados por los estudiantes al egresar de la universidad con su nivel de preparación (pregrado), ya que actualmente se identifican cursos cuyo campo laboral es tan especializado que requiere experiencia y estudios de mayor nivel, tales como Puentes o Estructuras Metálicas. Esta acotación se establece según los lineamientos encontrados de otras universidades, tal como se observa en las tablas 4-2 y 4-3, donde cursos de este tipo no son de carácter obligatorio; esto permitiría habilitar cierto número de créditos académicos para introducir cursos como el señalado en la propuesta, que aborda un área laboral muy cotizada para un profesional con estudios de pregrado.
- Enseñanza de contenidos y habilidades enfocadas en el ámbito de la gerencia de proyectos, cuyas bases se solidifiquen en temáticas financieras aplicadas a la ingeniería civil y la práctica de habilidades blandas que den mayor valor al profesional que se está formando, tales como: el pensamiento crítico, la gestión del cambio, la creatividad, innovación, inteligencia emocional y la capacidad de trabajo en equipo. La introducción de las metodologías trabajadas en esta investigación se complementan con parámetros financieros que miden los proyectos en términos de productividad, lo cual se puede fomentar preparando profesionales con un manejo efectivo de estos conceptos y prácticas.
- Creación de alianzas efectivas con organizaciones del sector que promuevan la utilización de los softwares de la metodología BIM, con el fin de capacitar al personal

docente, y con ello ofrecer un mejor nivel de enseñanza a los estudiantes. Asimismo, se recomienda reforzar y crear vínculos con empresas y desarrolladores que permitan brindar licencias estudiantiles para un mayor acceso a este tipo de softwares, fomentando unas prácticas adecuadas en la enseñanza de las diferentes áreas de estudio.

- Se considera imperativo que desde los cursos iniciales se promueva activamente el desarrollo de competencias de liderazgo y comunicación en el estudiante, ya que se consideran pilares fundamentales en la formación de futuros profesionales, de cara a contextos laborales competitivos que requieren un trabajo en equipo fluido y productivo. Estas habilidades pueden fortalecerse con contenidos especializados en estos aspectos o con actividades de aprendizaje que destaquen y valoren estas cualidades, para desarrollarlas de manera natural y efectiva.
- Es importante establecer alianzas y oportunidades prácticas que acerquen a los estudiantes al campo laboral desde etapas tempranas de su formación académica. Estas colaboraciones no solo enriquecen su experiencia educativa, sino que también les brindan una comprensión más profunda de las demandas y dinámicas del mundo laboral, de modo que los estudiantes no solo adquieran habilidades prácticas relevantes, sino que también establezcan redes profesionales valiosas para su futuro profesional.
- Es importante fortalecer la formación de los estudiantes, exponiendo un programa integral de información sobre oportunidades de postgrado en la Universidad Surcolombiana. Esta iniciativa permitiría que los estudiantes exploren opciones interdisciplinarias que complementen su formación y amplíen sus horizontes profesionales. Al ofrecer mayor acceso a esta información de manera estructurada y accesible, se estaría proporcionando a los estudiantes las herramientas necesarias para tomar decisiones educativas informadas y estratégicas, fomentando una mentalidad abierta y proactiva hacia el aprendizaje continuo y la innovación.
- Valorar de forma más directa la opinión de los estudiantes respecto a la planificación curricular de los cursos proporcionados, mediante diagnósticos al final de los períodos de estudio. Esta consideración permite una retroalimentación por parte de actores relevantes en los procesos de aprendizaje, que conlleve una mejora continua en la

calidad de la educación impartida, especialmente en los cursos que se añaden a la malla curricular del programa.

- Se considera oportuno introducir de forma generalizada algunos conceptos del enfoque *Lean* en algún curso existente previo al planteado en esta investigación, de modo que el estudiante conozca de antemano algunos elementos claves de esta metodología. Esta introducción no requiere modificaciones a nivel curricular, ya que puede incluso llevarse a cabo con tareas investigativas durante los cursos, donde se motive al alumno a conocer más de este tipo de temas.

Esta serie de medidas recomendadas se consideran fundamentales en el proceso de revisión curricular que requiere el programa para la incorporación del enfoque *Lean*, sin embargo, no se especifica que sean exclusivas, ya que pueden surgir nuevas estrategias que permitan complementar el proceso de integración. No obstante, estas sugerencias facilitarían la evaluación del pensum de estudio, debido a que son condiciones que se han observado en referentes académicos con el enfoque *Lean* en su plan curricular.

Capítulo V

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

La presente investigación ha explorado exhaustivamente la viabilidad y la necesidad de implementar los principios de *Lean Construction*, *Last Planner* y *Building Information Modeling* (BIM), aplicado específicamente al programa de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana. A través del análisis de la literatura especializada y la revisión de casos de estudio, se ha demostrado de manera concluyente la importancia y la urgencia de proporcionar una formación específica en estas metodologías dentro del ámbito educativo de la construcción.

Los procesos realizados tomaron como base la creciente demanda de profesionales con habilidades en *Lean Construction*, *Last Planner System* y BIM en la industria de la construcción, avalada a nivel nacional por iniciativas y lineamientos gubernamentales, tales como la Estrategia BIM 2020- 2026 y parámetros específicos del Catálogo de Cualificaciones; la complejidad de los proyectos modernos y la necesidad de optimizar recursos y procesos han impulsado la búsqueda de profesionales capacitados en estas áreas. En este sentido, la creación de cursos especializados en pregrado y posgrado se presenta como una respuesta estratégica para satisfacer esta demanda y promover la competitividad y la eficiencia en el sector. Estas metodologías promueven una cultura de trabajo en equipo, transparencia, innovación, mejora continua y comunicación efectiva,

elementos fundamentales para el éxito de cualquier proyecto de construcción en la era moderna.

La valoración de la opinión de estudiantes, docentes y egresados del programa de ingeniería civil de la USCO se consideró fundamental al definirse como actores o partes involucradas en los procesos académicos que se desarrollan. Entre los datos reflejados se destaca la falta de seguridad respecto a las capacidades y competencias propias de los estudiantes en gestión de proyectos, evidenciada por la mayor parte de los encuestados, en conjunto con una muestra clara de población que manifiesta la necesidad de fortalecer esta área de estudio, mediante modificaciones curriculares, lo cual refleja una problemática que debe solucionarse desde la planificación académica de la universidad.

Lo anterior se complementa con la opinión casi unánime de los egresados y los docentes en favor de la actualización curricular, lo cual resalta la urgencia de adaptar el programa para abordar las necesidades cambiantes del mercado laboral y aprovechar las oportunidades ofrecidas por las metodologías emergentes. La propuesta de introducir un curso dedicado a *Lean Construction*, complementado con BIM y Last Planner, surge de la importancia que estas representan para el presente y futuro del sector de la construcción, por lo que el bajo nivel de conocimiento que tienen las poblaciones encuestadas respecto a estas metodologías, combinado con la falta de reconocimiento de la universidad como fuente de referencia en estas áreas, conlleva a que se considere como una medida estratégica para cerrar la brecha entre la formación académica y las demandas del sector.

Sin embargo, en la implementación de estos cambios no se pueden subestimar los desafíos logísticos y pedagógicos asociados. Requiere una cuidadosa planificación, recursos adecuados y una colaboración estrecha entre la facultad, los estudiantes y los profesionales del sector.

Considerando lo anterior, se estructuró una propuesta cuyo eje central es la implementación de la Metodología *Lean Construction*, mediante un curso nuevo de pregrado para el programa de ingeniería civil y un curso nuevo de postgrado para el programa que está planificando la universidad Surcolombiana. La propuesta especifica el microdiseño de cada curso, incluyendo: unidades temáticas, desglose de contenidos, carga horaria, resultados de aprendizaje, estrategias de evaluación y bibliografía relacionada.

Como complemento de estos microdiseños, se realizó una serie de recomendaciones basadas en estrategias que facilitarán la incorporación de estos nuevos cursos, dichas medidas abordan elementos tecnológicos, académicos y profesionales basados en las experiencias y contextos de las universidades que ya han implementado estas metodologías, y deben aplicarse para un correcto desarrollo de las nuevas asignaturas planteadas

El análisis realizado con los referentes académicos de una selección de universidades alrededor del mundo permitió obtener unos parámetros que se consideraron fundamentales para la creación de los cursos nuevos planteados, debido a que estas instituciones funcionan como un modelo en los procesos de introducción del enfoque Lean como innovación en la región. Además de lo anterior, se estableció una comparativa entre la universidad Surcolombiana y cuatro universidades latinoamericanas con respecto a su oferta académica y las características del programa de Ingeniería Civil; esta confrontación de contextos arrojó que la Universidad Surcolombiana posee el diseño curricular con la actualización menos reciente entre las universidades comparadas, además, se destaca que no ofrece una gran variedad de cursos de gestión de proyectos (obligatorios o electivos) con respecto a las otras casas de estudios. Este no se considera un escenario ideal para una universidad que tiene tanto prestigio en el sur de Colombia y que, además, busca la excelencia en sus programas.

Finalmente, los resultados de la investigación revelan importantes desafíos que enfrenta el programa de ingeniería civil de la Universidad Surcolombiana, por lo que las medidas que se tomen en torno a ello determinarán su capacidad para seguir siendo relevante y competitiva en un entorno educativo y laboral en constante cambio. La institución cuenta ahora con una valoración puntual de sus principales actores académicos acerca de estas problemáticas, además, de referentes globales que proporcionan un enfoque práctico de cómo se deben asumir estos desafíos, en conjunto con una propuesta fundamentada que promueve la inversión en la actualización de contenidos, la integración de herramientas tecnológicas y la promoción de experiencias prácticas, lo cual no solo beneficiará a los estudiantes y egresados, sino que también contribuirá a la excelencia del campo de la ingeniería civil en la región.

5.2 Recomendaciones

- En futuras investigaciones similares a la expuesta, se recomienda consultar antes de la estructuración del diagnóstico de conocimientos la disponibilidad de una base de datos de la población objeto en los entes administrativos de la universidad, para facilitar y garantizar la aplicación del instrumento. Se considera que es muy importante que la universidad tenga bases de datos de sus estudiantes actuales y sus egresados, con el fin de un contacto eficaz si se considera necesario.
- Para investigaciones que también se enfoquen en la integración de contenidos o temáticas, similares o diferentes a la que se presenta en la actual investigación, - a un diseño curricular, se debe considerar el contexto particular de la universidad en su entorno cercano, ya que las estrategias aplicadas en esta investigación se formaron a partir de las características propias del estado de la institución y del contenido trabajado, por lo que no se debe suponer que los resultados revelados en esta investigación serán los mismos en futuras investigaciones.
- Como complemento para una investigación respecto a las metodologías trabajadas en este documento, se podría realizar una recopilación de datos acerca de los profesionales que a nivel nacional manejan con experticia estos temas, de modo que sirva como guía para la institución al momento de contratar la planta profesoral dedicada a los ejes temáticos que se sugiere tratar en los cursos.

Bibliografía

- Ballard, G. (1994) "The Last Planner." Northern California Construction Institute Monterey, California.
- Ballard, G., & Howell, G. (1994). Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. Presented at the 2nd Annual Conference on Lean Construction at Católica Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Berkeley, U. C. (2020). *CIV ENG 268A Lean Construction Concepts and Methods 3 Units*. Berkeley Academic Guide. Recuperado el 27 de marzo de 2024 en <https://guide.berkeley.edu/search/?P=CIV%20ENG%20268A>
- Berkeley, U. C. (2021). *CIV ENG 268B Lean Construction and Supply Chain Management 3 Units*. Berkeley Academic Guide. Recuperado el 27 de marzo de 2024 en <https://guide.berkeley.edu/search/?P=CIV%20ENG%20268B>
- Bradley, A.; Hyatt, P. E. &. LEED AP. (2011). *A Case Study in Integrating Lean, Green, BIM into an Undergraduate Construction Management Scheduling Course*. California State University.
- Duarte Varona, L. R. (2006). Mejoramiento de la planificación y control en la construcción, mediante el sistema: El último planificador (Tesis de maestría en ingeniería y gerencia de la construcción, Universidad de los Andes, Bogotá D.C.).
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors (2nd ed.)

- Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile. (2018). Programa Lean Project Delivery en Proyectos de Construcción. Catálogo de cursos. Recuperado el 28 de marzo de 2024 en https://catalogo.uc.cl/index.php?tmpl=component&option=com_catalogo&view=programa&sigla=CCO3840
- Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile. (2012). Programa: Construcción sin Pérdidas Conceptos y Herramientas. Catálogo de cursos. Recuperado el 28 de marzo de 2024 en https://catalogo.uc.cl/index.php?tmpl=component&option=com_catalogo&view=programa&sigla=ICC3454
- Galvis Lizarazo, E. S. (2022). Título del trabajo de grado (Tesis de pregrado, Ingeniería Civil, Universidad Militar Nueva Granada, Programa de Ingeniería Civil - FAEDIS). Bogotá, Colombia.
- Gómez Gaviria, D. (2020, noviembre). Estrategia de Adopción de BIM en Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- Guzmán, A. (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos (Tesis de pregrado, Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería). Lima, Perú.
- Herrera, R. (2022). BIM con LEAN ¡sí o sí! Negocio y Construcción. Recuperado en <https://negocioyconstruccion.cl/wp-content/uploads/REVISTA-COMPLETA-Enero-2022.pdf>
- Jiménez, L. H. (2022). *La transformación digital en la industria de la Construcción*. LinkedIn. Recuperado el 15 de marzo de 2024 en https://es.linkedin.com/pulse/la-transformaci%C3%B3n-digital-en-industria-de-jim%C3%A9nez-morera?trk=public_profile_article_view
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction.
- Kuzucuoglu, D., Ayhan, B. U. & Tokdemir, O. B. (2019) Integrating Lean Construction into the Civil Engineering Curriculum. International Journal of Engineering Education.
- Leathem, T., & Cospers, C. (2013). Course or Class Topic: Evaluating the Implementation of Lean Construction into a University Curriculum. *Associated Schools of Construction*. Recuperado el 15 de febrero de 2024 en <http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2013/paper/CERT78002013.pdf>

-
- Loyola, M., Matta, G. y Herrera, R.F. (Eds.). (2021). “¿Cómo se enseña BIM en Chile?: Experiencias de universidades chilenas introduciendo BIM en carreras de pregrado de Arquitectura, Ingeniería y Construcción”. BIM Forum Chile, Grupo Técnico de Trabajo en Educación. Recuperado en: www.bimforum.cl/educacion
- Manosalva Muñoz, D. S. (2020). El método BIM: efectividad y beneficios en los proyectos de edificación [Trabajo de titulación, Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Viña del Mar – José Miguel Carrera]
- Middle East Technical University. (2013). CE7025 LEAN CONSTRUCTION CONCEPTS AND METHOD. Academic Catalog METU. Recuperado el 28 de marzo de 2024 en: https://catalog.metu.edu.tr/course.php?prog=562&course_code=5627025
- Ministerio de Educación Nacional. Acuerdo 02 de 2020, (2020). https://www.cna.gov.co/1779/articles-402848_documento.pdf
- Narciss, S., Zumbach, J. (2023). Formative Assessment and Feedback Strategies. In: Zumbach, J., Bernstein, D.A., Narciss, S., Marsico, G. (eds) International Handbook of Psychology Learning and Teaching
- Northwestern.edu. (2023). *Lean Construction PROJ_MGT 434*. Northwestern Syllabus. Recuperado el 29 de marzo de 2024 en <https://www.mccormick.northwestern.edu/project-management/documents/syllabus/434.pdf>
- Nota Orientadora. Ministerio de Educación Nacional. ¿Cómo formular e implementar los resultados de aprendizaje? (n.d. s.f.). https://www.mineduacion.gov.co/1780/articles-408425_recurso_5.pdf
- Ohno, Taiichi. 1988. Sistema de producción Toyota. Prensa de productividad, Cambridge.
- Pérez Gómez Martínez, G. J. F., Del Toro Botello, H. Y., & López Montelongo, A. M. (2019). Mejora en la construcción por medio de Lean Construction y Building Information Modeling: caso estudio. RITI Journal, 7(14), 10.
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (2021). Ingeniería Civil. Admisión PUCV: Pregrado. Recuperado el 28 de marzo de 2024 en <https://www.pucv.cl/pucv/pregrado/ingenieria-civil>

- Pontificia Universidad Católica del Perú. (2024). Ingeniería Civil. Carreras de Pregrado PUCP. Recuperado el 28 de marzo de 2024 en <https://www.pucp.edu.pe/carrera/ingenieria-civil/>
- Rojas, M. D., Henao, M., & Valencia, M. E. (2017). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 115-128 ISSN 1692-3324.
- Servicios digitales de la Universidad del Rosario. (2019). *Construcción Esbelta*. Universidad del Rosario. Recuperado el 30 de marzo de 2024 en <https://opencourseware.urosario.edu.co/cursos/construccion-esbelta>
- Sierra Aponte, L. X. (2016). GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON METODOLOGÍA BIM “BUILDING INFORMATION MODELING” [Trabajo Final de Especialización en Gerencia Integral de Proyectos, Universidad Militar Nueva Granada]
- Stsepanets, A. (2022). Administración de proyectos de construcción: las etapas que hay que seguir para hacerla correctamente. Recuperado el 23 de agosto de 2023, de GanttPRO: <https://blog.ganttpro.com/es/gerencia-administracion-de-proyectos-de-construccion/>
- Team Asana. (2022). Triángulo de hierro o de gestión de proyectos: qué es y cómo funciona. Recuperado el 25 de agosto de 2023, de Asana: <https://asana.com/es/resources/project-management-triangle>
- Universidad Autónoma de Guadalajara. (2021). Ingeniería Civil. Estudia en la UAG. Recuperado el 29 de marzo de 2024 en <https://www.uag.mx/es/profesional/ing-civil>
- Universidad de Lima. (2019). Filosofía lean. Sistema de Gestión de la Información sobre la Investigación (CRIS Ulima). Recuperado el 29 de marzo de 2024 en: <https://cris.ulima.edu.pe/es/courses/filosof%C3%ADa-lean>
- Universidad de Lima. (2019). Malla Ing Civil. Recuperado el 26 de marzo de 2024 en: https://www.ulima.edu.pe/sites/default/files/ing_civil_malla_curricular_v.2_019.05.22.pdf
- Universidad Surcolombiana Portal Versión 7. (2021). Ingeniería Civil. usco.edu.co. Recuperado el 2 de abril de 2024 en <https://www.usco.edu.co/es/estudia-en-la-usco/programas-pregrado/ingenieria-civil/>
- Womack, James P. (1996). Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. New York, NY :Simon & Schuster,*

-
- Xerri, M.J., Radford, K. & Shacklock, K, (2018). Student engagement in academic activities: a social support perspective. *High Educ* 75, 589–605.
- Yin, R. K. (1992). The Case Study Method as a Tool for Doing Evaluation. *Current Sociology*, 40(1), 121-137. <https://doi.org/10.1177/001139292040001009>

ANEXO A

ESTRATEGIA NACIONAL BIM 2020 – 2026



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



Estrategia Nacional BIM 2020-2026

Noviembre 2020

Apoyo de:



Introducción

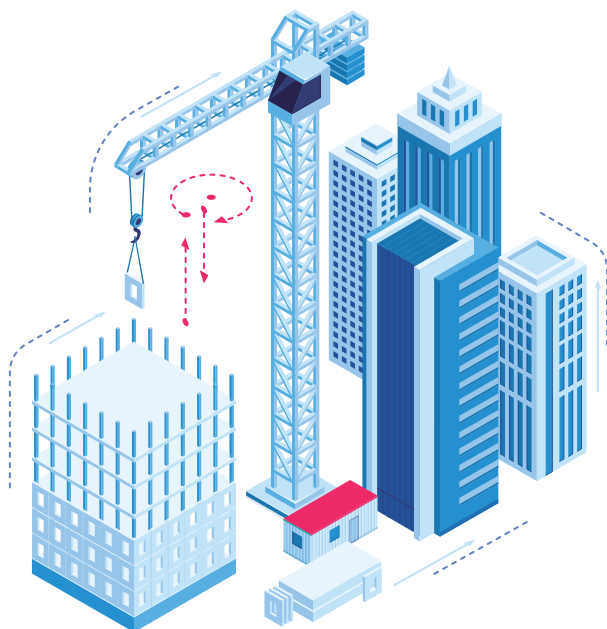
La modernización del sector de la construcción e infraestructura es una de las rutas económicas clave para la prosperidad del país.

La reducción de la variabilidad en costos y tiempo de los proyectos, así como el aumento de la productividad de la infraestructura y construcción mediante la adopción de la metodología BIM, aportará la mejora de la infraestructura, elemento fundamental para la prosperidad económica y la mejora de la productividad en todos los sectores. La reducción de los costos de los proyectos de infraestructura permitirán la gestión de un mayor número de proyectos con los recursos disponibles y a su vez generar un mayor crecimiento económico.

La industria de la construcción enfrenta actualmente varios desafíos, principalmente una baja productividad general del sector derivada de la incertidumbre sobre los costos finales y en la inestabilidad del cronograma de entrega de los proyectos de construcción públicos y privados del país. A su vez, a pesar de los recientes avances, Colombia tiene retos importantes para la consolidación de una infraestructura de transporte multimodal y urbana, para consolidar un sistema eficiente en el comercio y la movilidad de bienes y personas.

El sector de la construcción necesita un sistema de estandarización a nivel nacional para ayudar con la clara fragmentación que enfrenta Colombia. Esto permitirá ser más eficientes y productivos, fortalecer la articulación de los distintos actores de la cadena de valor de la construcción y prosperidad económica. Sobre todo, hay una clara necesidad de implementar procesos que sean transparentes y auditables, y que nos permitan, como industria y como país, mostrar más confianza a los financiadores, abriendo oportunidades para subvenciones que ayuden al nuestro desarrollo.

Cabe resaltar que la metodología BIM está siendo adoptada a nivel global, pudiendo comprobarse los ahorros significativos derivados de la correcta gestión de la información



4^a

Colombia es la cuarta economía de Latinoamérica.

54%

El sector de la construcción representa 54% del aparato productivo del país.

5.17%

El sector de la construcción representa en el PIB.

1.5M

En agosto de 2019, el sector de la construcción empleó a más de 1,5 millones de personas, lo que representa el 6,8% del empleo en todo el país.

Oportunidades y beneficios

Económico

Los principales beneficios de la adopción de BIM son económicos y resultan de la eficiencia mejorada de los procesos de entrega de proyectos desde las primeras fases de planificación, pasando por el diseño y la construcción hasta llegar a la fase operativa. Los beneficios económicos son muy significativos, ya que varios países reportan ahorros de costos de hasta un 20% en la fase de entrega.

Ambiental

BIM proporciona herramientas para entender y gestionar mejor el impacto ambiental de los proyectos de construcción; las herramientas de análisis de diseño permiten la reducción de la huella del carbono y la gestión y monitoreo de la contaminación acústica. También puede optimizar el diseño en las primeras etapas para obtener un rendimiento energético mucho mayor de los edificios en su fase operacional.

Social

Finalmente, las técnicas de visualización BIM permiten un mayor involucramiento y comunicación con las comunidades, lo que puede ser crítico en la fase de planificación. Se puede usar para visualizar y minimizar los riesgos de salud y seguridad durante la construcción.

A través de un mejor monitoreo de los activos, BIM ayuda a minimizar la interrupción derivada de un tiempo de inactividad no programado (por ejemplo, un corte de energía).

En resumen, la adopción de BIM permite una entrega de infraestructura más económica y de mejor calidad para todos.

"Las brechas de infraestructura en Colombia están frenando el crecimiento del país."

OCDE

Colombia, Políticas Prioritarias Para Un Desarrollo Inclusivo



Qué es BIM?

BIM es un proceso colaborativo a través del cual se crea, comparte y usa información estandarizada en un entorno digital durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción.

Grupo de Trabajo BIM de Colombia

Definición común para BIM en el contexto de tres palabras clave: Colaboración, información y tecnología

Estrategia Nacional

Estrategia de "fomento para la transformación digital del sector de la construcción e infraestructura."

La adopción de la metodología BIM pretende impulsar la transformación digital, y el documento de estrategia establece como visión nacional la "Transformación digital del sector de la construcción para un mejor uso de los recursos disponibles y una mayor productividad".

Esta estrategia es la base de toda la industria (Público, Privado y Academia), para avanzar en la transformación digital del sector de la construcción y la infraestructura. Se generará gradualmente una demanda de servicios relacionados con BIM por parte del sector público. La implementación gradual de esta transformación digital es una parte fundamental de esta estrategia, ya que asegurará la creación exitosa de procesos que han sido probados a nivel regional y nacional. Tales normas y procesos están siempre en constante evolución, adaptándose a las nuevas tecnologías y a los niveles de capacidad y madurez de nuestro país.

Los alcances de estos objetivos se plantean de manera gradual en un horizonte de 7 años. Lo cual asegura un plan de trabajo consistente con las acciones requeridas para su implementación y una transición gradual.

Objetivos

1.

Consistencia

Consistencia a través de un marco BIM colaborativo.

2.

Eficiencia

Eficiencia para lograr un 10% mínimo de ahorro en costos en proyectos de construcción e infraestructura pública.

3.

Eficacia

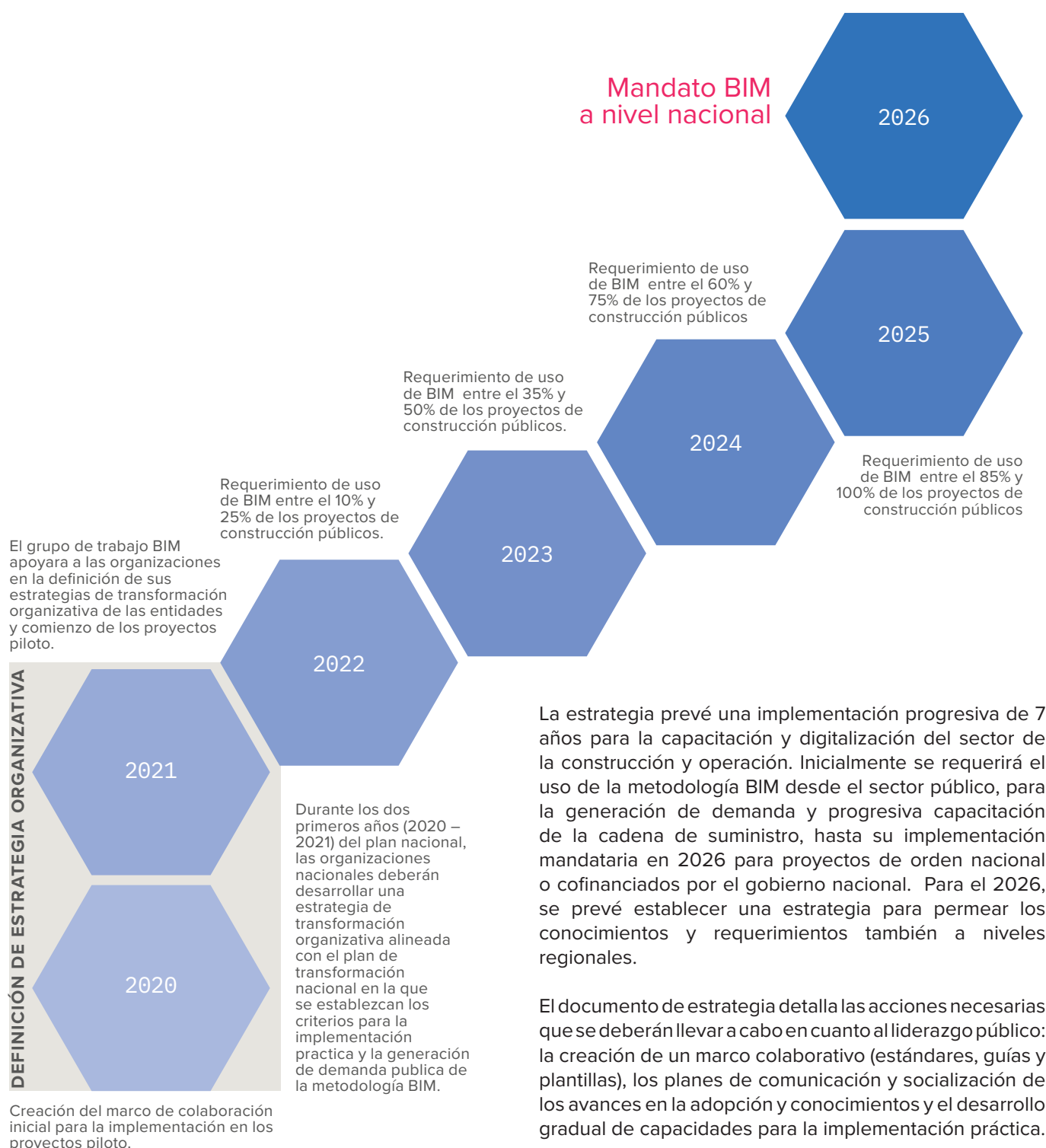
Eficacia para el manejo de la información de manera digital a través de un entorno común de datos.

Pilares de la estrategia



Visión Nacional

Implementación progresiva para proyectos de orden nacional y/o proyectos cofinanciados por el gobierno nacional



Liderazgo público y gobernanza

Gobierno Nacional

De manera de alcanzar el impacto estratégico previsto para el plan de transformación se debe contar con el liderazgo y el apoyo crítico de la Presidencia de la Republica y Vicepresidencia de la Republica para liderar y monitorear el uso de la metodología.

1.

Liderar la estrategia nacional

2.

Fomentar el uso de la metodología

Comité implementador/Directivo

El Comité Nacional de Implementación del BIM es el órgano de gobierno del sector público que proporciona un centro de coordinación estratégico y nacional para la coordinación exitosa del programa de cambio. Dará forma a las prioridades generales y establecerá la dirección del Grupo de Trabajo BIM en la elaboración de recomendaciones y la hoja de ruta de BIM.

1.

Direccionamiento de GTB

2.

Aprobación de documentos

3.

Recomendaciones a Gobierno Nacional

Grupo de trabajo BIM (GTB)

El Grupo de Trabajo BIM se centrará en las actividades de gestión y nivel técnico de las organizaciones y sus proyectos. El propósito del Grupo de Trabajo BIM es producir recomendaciones para la hoja de ruta para la implementación de BIM en Colombia y establecer y ejecutar flujos de trabajo específicos para lograr este objetivo. Otro propósito a resaltar es dar soporte durante la implementación.

Por lo tanto, es esencial que el Grupo de Trabajo BIM incluya representantes de organizaciones del sector público y privado, así como de instituciones académicas e instituciones.

1.

Brazo técnico de la estrategia

2.

Flujos de trabajo específicos

3.

Recomendaciones para la hoja de ruta

Monitoreo

El éxito del programa depende de un exitoso monitoreo que permita detectar desviaciones y riesgos a fin de mitigar y reencausar el programa.

Para poder alcanzar la transformación a nivel país debe de existir una gobernanza y un liderazgo público.

ANEXO B

ENCUESTA DE ESTUDIANTES

Lean Construction - Formato Exclusivo de Estudiantes

Lean Construction como Herramienta de Aprendizaje en la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Propuesta para el Diseño Curricular en la Universidad Surcolombiana.

Correo electrónico

Semestre

¿Qué es para usted la Gestión de Proyectos de Ingeniería Civil? *

Su respuesta a esta pregunta es importante, pero no es necesario ser tan extenso. Una respuesta breve y concreta también será muy útil

De las siguientes herramientas ¿cuáles siente usted que está en capacidad de manejar, realizar, interpretar o aplicar, según sea el caso?

- | | |
|---|--|
| ☐ Presupuesto de Obra | ☐ Licencias y Permisos de Obra |
| ☐ Cronograma de Obra | ☐ Análisis de Precios Unitarios |
| ☐ Formularios de Carácter Ambiental | ☐ Normativa de Carácter Técnico |
| ☐ Planos y Especificaciones Técnicas | ☐ Ninguna de las Anteriores |

¿Se siente usted capacitado para ingresar a su vida laboral ejecutando obras en el área de gestión de proyectos?

☐ Sí ☐ No

De los términos que se presentan a continuación señale cuales reconoce

- ☐ Lean Construction ☐ Last Planner System ☐ Building Information Modeling (BIM)
- ☐ Ninguno de los anteriores

¿Dónde escucho o tuvo referencia del concepto Lean Construction por primera vez?

¿Dónde escucho o tuvo referencia del concepto Last Planner System por primera vez?

¿Dónde escucho o tuvo referencia del concepto Building Information Modeling (BIM) por primera vez?

¿Cree usted que es necesario fortalecer la línea de gestión de proyectos del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana?

☐ Sí ☐ No

Con base en su experiencia académica ¿los profesores suelen dar cumplimiento total de los contenidos y temáticas establecidas en cada curso?

☐ Sí ☐ No

Lean Construction: Es una metodología o filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción donde el objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor y optimizar las que sí lo hacen. Favorece la medición y la mejora en el desempeño de la planeación y el sistema de control. Puede aplicarse en la totalidad de las fases de los proyectos de construcción, incluyendo desde la planeación hasta la puesta en operación final.

Last Planner System: Es una herramienta de la metodología Lean Construction que consiste en un enfoque práctico realizado conjuntamente entre los gerentes de la construcción y los jefes de los equipos intervinientes, donde juntos prepararán planes de trabajo de lo que puede ser ejecutar un elevado grado de fiabilidad, con la aprobación y revisión de todas las partes involucradas.

Building Information Modeling (BIM): Es una metodología de trabajo que se basa en la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido, desde el diseño inicial hasta la construcción, el mantenimiento y finalmente la puesta en servicio, mediante el uso del modelado digital.

Según su experiencia y la información que se le ha proporcionado a través de este formulario, para la introducción de estas temáticas al programa de Ingeniería Civil, usted cuál de estas opciones prefiere:

Enviar

ANEXO C

ENCUESTA DE EGRESADOS

Lean Construction - Formato Exclusivo de Egresados

Lean Construction como Herramienta de Aprendizaje en la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Propuesta para el Diseño Curricular en la Universidad Surcolombiana.

Año de Graduación *

1. ¿Actualmente se encuentra usted vinculado laboralmente en el sector construcción? *

Sí No

2. ¿Usted ha trabajado o trabaja en un sector relacionado directamente con la gestión de proyectos? *

Sí No

3. De acuerdo a su experiencia ¿considera que los cursos de gestión de proyectos ofrecidos por la Universidad Surcolombiana brindan los conocimientos necesarios para el ejercicio profesional? *

Sí No

4. De los términos que se presentan a continuación señale cuáles reconoce *

Lean Construction

Building Information
Modeling (BIM)

Last Planner System

Ninguno de los
Anteriores

**¿Dónde escuchó o tuvo
referencia del concepto
Lean Construction por
primera vez?**



**¿Dónde escuchó o tuvo
referencia del
concepto Building
Information Modeling
(BIM) por primera vez?**



**¿Dónde escuchó o tuvo
referencia del concepto
Last Planner System por
primera vez?**



Lean Construction: Es una metodología o filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción donde el objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor y optimizar las que sí lo hacen. Favorece la medición y la mejora en el desempeño de la planeación y el sistema de control. Puede aplicarse en la totalidad de las fases de los proyectos de construcción, incluyendo desde la planeación hasta la puesta en operación final.

Last Planner System: Es una herramienta de la metodología Lean Construction que consiste en un enfoque práctico realizado conjuntamente entre los gerentes de la construcción y los jefes de los equipos intervinientes, donde juntos prepararán planes de trabajo de lo que puede ser ejecutar un elevado grado de fiabilidad, con la aprobación y revisión de todas las partes involucradas.

Building Information Modeling (BIM): Es una metodología de trabajo que se basa en la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido, desde el diseño inicial hasta la construcción, el mantenimiento y finalmente la puesta en servicio, mediante el uso del modelado digital.

5. Actualmente la Universidad Surcolombiana está considerando la apertura de un postgrado en Gestión de la Construcción. Tomando esto en cuenta ¿a usted le gustaría que las temáticas antes mencionadas se incluyeran en el futuro diseño curricular de este programa? *

Sí

No

6. ¿Qué cambios considera que se podrían realizar en la formación académica para mejorar la preparación de los estudiantes para el ejercicio profesional? *

Ofrecer un mayor número de cursos de formación práctica y experiencial.

Crear más oportunidades de colaboración entre los estudiantes y las empresas del sector.

Actualizar los contenidos de los cursos para reflejar los cambios en el mercado laboral, tanto desde el punto de vista tecnológico como temático.

Otros

Puede seleccionar varias opciones, si lo considera necesario.

Enviar

ANEXO D

ENCUESTA DE PROFESORES

Lean Construction - Formato Exclusivo de Profesores

Lean Construction como Herramienta de Aprendizaje en la Gestión de Proyectos de Construcción: Una Propuesta para el Diseño Curricular en la Universidad Surcolombiana.

¿Cuál cree usted que es la importancia de la gestión de proyectos en ingeniería civil?

¿Conoce el término Lean Construction? ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia de este concepto por primera vez?

¿Conoce el término Building Information Modeling (BIM)? ¿Dónde escuchó de este concepto por primera vez?

¿Conoce el término Last Planner System ¿Dónde escuchó o tuvo la referencia de este concepto por primera vez?

¿Cree usted que los estudiantes de la USCO están capacitados para ejercer la ingeniería civil?

¿Cuándo un graduado debe acceder a conocimiento externo para poder obtener su primer trabajo en el área de ingeniería civil, cree usted que se reduce la influencia de la universidad en la empleabilidad de sus profesionales?

¿El programa de ingeniería civil hace seguimiento continuo a las temáticas dictadas en su curso?

¿Piensa usted que el actual diseño curricular del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana requiere algún cambio o modificación?

¿Conoce usted la Estrategia Nacional BIM 2020-2026?

Enviar

	Profesor	¿Cuál cree usted que sea la importancia de la gestión de proyectos en ingeniería civil?	De estos términos que se presentan a continuación señale cuales se le hacen más conocidos y donde los ha escuchado.	¿Cree usted que los estudiantes de la universidad Surcolombiana están capacitados para ejercer la ingeniería civil?
1	Profesor 1	La gestión es el eje fundamental para lograr el éxito en cualquier proyecto. Desde la formulación hasta el cierre, en todo momento se va a necesitar tomar decisiones con bases conceptuales y prácticas, y una gestión acertada facilita este proceso.	Lean Construction = Por búsqueda particular, publicaciones científicas y bases de datos. Last Planner = No. BIM = En el apartado académico, en los estudios de postgrado.	Creo que depende del campo, noto que los estudiantes huyen un poco del área estructural, por lo que siento que ahí no están tan preparados. En la parte de gestión y formulación sí he visto más profesionales consolidados, sin embargo, los contenidos de BIM y construcciones sostenibles no los manejan muy bien, y considero que es importante, con respecto a lo que viene
2	Profesor 2	De la gestión depende todo el éxito proyecto, aunque no es raro que hoy en día desde la formulación estén fallando los aspectos de la gestión de proyectos	BIM Sí = para la construcción de presupuestos a través de modelos	No. Faltan muchos elementos de práctica y experiencia. Es más, creo que de ninguna universidad están capacitados para ejercer, porque el componente teórico que se enseña no es suficiente para ejercer. Al salir de la universidad es donde comienza la verdadera experiencia de ingeniero.
3	Profesor 3	Organización de ideas para la ejecución de los proyectos. Cuando no existe una buena gestión, no se inicia de una manera correcta y por ende el proyecto tiende a tener dificultades para finalizar de manera eficiente.	BIM Sí = Contexto Profesional como docente. En la programación de obras, precios y costos. Para la organización de proyectos. Aprendiendo en conjunto con los estudiantes. Agrega que es en lo que debía enfocarse el programa en la parte de construcciones	No, creo que faltan. Se debería involucrar más al estudiante en la parte de tecnologías y programas para darle una mayor base de lo que exige el mercado laboral. Requieren esos componentes, aunque se esté trabajando ya en ello, faltan cosas
4	Profesor 4	No solo en ingeniería civil, sino en todo, se debe tener una buena planificación para el desarrollo de los procesos de manera efectiva	Conozco el BIM, de cuando estaba en la maestría, pero en mi opinión siempre debe prevalecer el criterio humano para revisar y dar visto final de cualquier diseño	Creo que ustedes salen preparados pero sin experiencia, y hay muchos procesos en el mercado laboral que requieren de ese conocimiento práctico para realizarlos de forma correcta
5	Profesor 5	La gestión es la base de todos los proyectos, influye en cada aspecto de la obra. Permite que los presupuestos salgan adecuados, al igual que los tiempos de entrega. Lo es todo	Creo que los 3 deben estar relacionados, pero no soy un experto en el tema. Al menos en BIM lo que se busca es integrar toda la gestión de la construcción, a través de un modelo que permita interactuar a todo el grupo de trabajo. Sin embargo, creo que se le tiene muchas expectativas, solo por lo novedoso, pero actualmente no es para tanto	Creo que no siempre han salido bien. Si nos fijamos en el área de gestión, creo que con el actual profesor están preparados y con nociones. Posiblemente sí faltan más materias del área para que el estudiante salga más capacitado, pero es complejo con la contratación de profesores. Pero sí considero que actualmente salen con condiciones competitivas, respecto a otras universidades

	Profesor	¿Cuándo un graduado debe acceder a conocimiento externo para poder obtener su primer trabajo en el área de ingeniería civil, cree usted que se reduce la influencia de la universidad en la empleabilidad de sus profesionales?	¿El programa de ingeniería civil hace seguimiento continuo a las temáticas dictadas en su curso?
1	Profesor 1	Sí, el sector laboral castiga un poco. Si las empresas necesitan un tipo de profesional que la universidad no me puede aportar, esta pierde influencia. Sin embargo, los programas tratan de estar alineados con los avances de la industria y del sector. Quizá lo que falta es un acercamiento entre la empresa privada y la universidad, ya que esto permitiría una mayor adaptación de los contenidos a la realidad laboral, lo cual beneficia a ambas partes. En ocasiones se demanda un cambio, y este termina requiriendo demasiado tiempo, lo que conlleva a que la universidad tenga un desfase en cuanto a las necesidades del sector.	Uno mismo como docente debe analizar los contenidos que se deben dar, de acuerdo al tiempo que se tiene. No siempre se alcanza a completar toda la programación, por las diferentes actividades que exige el contexto académico, pero siempre se hace el esfuerzo por dar la totalidad de los contenidos, y cada semestre se va mejorando la programación, en cuanto a prioridad y dedicación. Desde el punto de vista administrativo, es difícil llevar este control
2	Profesor 2	Se está presentando, pero es un error. Para un primer trabajo o empleo deberían solicitar unos conocimientos generales de la carrera, los cuales aborda la universidad, y después de tener una dedicación en cierta área, sí se puede exigir una especialización de ciertos conocimientos. Ya que el egresado debe abordar esa parte práctica y el mundo laboral para luego establecer un área donde quiera realizar estudios más avanzados.	Acá eso no existe. Existen algunos formatos donde se coloca semanalmente lo que se da, pero administrativamente no hay un seguimiento de ello, entonces luego eso afecta los cursos que siguen, ya que el docente que da la materia que continua se da cuenta de los vacíos de ciertas bases, que correspondían a contenidos de otras asignaturas. Hace falta ese seguimiento o mejor una concientización al docente sobre la importancia de dar los contenidos como establece el microdiseño
3	Profesor 3	No me parece. El título de pregrado es fundamental y ese nivel es la base para abrir las puertas al mundo laboral. La competencia a nivel de educación es fuerte, pero la universidad hace un esfuerzo loable para darle un fundamento adecuado, aunque siempre buscamos hacer más. Hay que seguir capacitándose constantemente luego de salir de la universidad, pero lo que ofrece la universidad es adecuado para el nivel de educación.	Sí, los programas hacen ese seguimiento. Todos los programas tienen un registro calificado y se realiza una autoevaluación permanente. Al hacer la autoevaluación, constantemente se hace la revisión de los microdiseños y su aplicación.
4	Profesor 4	Creo que la universidad lo hace bien, y uno nunca deja de pertenecer a la USCO, y se va y se gradúa de acá y lo reconocen como alguien de acá, y eso influye.	En los contenidos se hace una revisión periódica, y en las estrategias pues existe libertad de cátedra, pero en general todos cumplimos con el microdiseño de cada materia.
5	Profesor 5	Sí se da el caso que plantean, sí. La universidad debe garantizar que los estudiantes salgan con unos conocimientos suficientes para enfrentarse al mundo laboral, al menos al inicio. No se puede exigir algo tan específico, pero si el mercado exige algo debemos enseñarlo acá también.	Sí.

	Profesor	¿Piensa usted que el actual diseño curricular del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana requiere algún cambio o modificación? ¿Cuál?	BIM NACIONAL 2020-2026
1	Profesor 1	Sí, los programas constantemente deben actualizar los diseños curriculares. No debe ser un cambio de 180 grados en todas las áreas, sino que puede ser de forma interna un cambio progresivo donde se puedan incluir en algunas asignaturas ciertos temas específicos y evaluar cuales ya no requieren tanta dedicación horaria. Todo esto siempre respondiendo a las necesidades de la región y del país, e incluso internacional, tomando referentes.	Lo desconozco esos términos de los plazos, pero sí sé que es algo que a nivel internacional lo aplican desde hace tiempo, y estamos un poco rezagados en Colombia, y es necesario que a nivel nacional se tomen esas medidas para que se haga la transición para la incorporación de modelos y proyectos BIM, tanto a nivel de gestión como de diseño.
2	Profesor 2	Sí, se deben incluir varios temas, como instalaciones eléctricas. Es decir, componentes de construcción muy útiles para el ingeniero, que permiten abordar contratos de restauración y de planificación de obra. El ingeniero no debe ser especialista en esto, pero sí tener conocimientos básicos, los cuales ahorita no se están abordando. Enfocar más topografía en la ingeniería civil, lo cual hace parte de la evolución natural de cualquier carrera. Además de agregar ciertos componentes de contenido de gestión y formulación de proyectos, desde la parte de investigación hasta la socialización del proyecto	Sí lo he oído, pero lo veo difícil, ya que gastarse tanto dinero en establecer la metodología de esa forma es complejo para algunas empresas. Puede tener un componente de eficiencia y calidad a nivel de recursos y organización, pero al final es un gasto que no garantiza el éxito del proyecto con respecto a los procesos constructivos. Digamos que lo positivo es que genera más empleo para los jóvenes que manejen esa tecnología.
3	Profesor 3	Eso se está haciendo actualmente, pero el programa es relativamente nuevo y faltan recursos docentes. Y no es la única área a reforzar, no solo por el contenido sino por la planta profesoral. Se debe reestructurar algunas cosas de la malla, pero la malla funciona.	No responde
4	Profesor 4	Creo que siempre se puede mejorar, pero es complicado por el número de créditos, sin embargo siento que estamos bien, los conocimientos, la pertenencia y las estrategias están confrontados con otras universidades	No conoce
5	Profesor 5	Sí, deben moverse algunas áreas. Quizá hace parte mayor formación en la formulación de proyectos, en la parte previa, en el manejo de capital e inversión. La formulación para gestionar y no esperar a que los contraten, sino ir a buscar los recursos donde están y gestionarlos	Creo que eso lo que va a derivar es que individualmente crezca el empleo de las personas que manejen ese tipo de softwares, tal como pasa con dibujantes y eso, pero es difícil que cambie la dinámica que tiene una empresa establecida.

	Profesor	¿Cuándo un graduado debe acceder a conocimiento externo para poder obtener su primer trabajo en el área de ingeniería civil, cree usted que se reduce la influencia de la universidad en la empleabilidad de sus profesionales?	¿El programa de ingeniería civil hace seguimiento continuo a las temáticas dictadas en su curso?
6	Profesor 6	Depende. Yo creo que la universidad no transforma toda la realidad del estudiante, y cada estudiante es un universo independiente. El lugar donde uno estudia no te certifica la empleabilidad. El conocimiento sí afecta tu desempeño en el trabajo, pero para adquirir su primer empleo se trata más de las habilidades del estudiante. Un primer empleo debe solicitar unas características mínimas de tu carrera, y la especialización de ciertos conocimientos hace parte de una exigencia para otro rol y otro tipo de profesional (con más experiencia)	Se hace un seguimiento, pero existe la libertad de cátedra en cuanto a la metodología. Respecto a los contenidos, los establecidos en el microdiseño deben funcionar como un mínimo, y con base en ello, se está haciendo un proceso de transformación, donde se involucra al docente para que estos manifiesten su opinión y posibles cambios, y la universidad pueda actualizar los contenidos con bases sólidas
7	Profesor 7	Totalmente, significa que los contenidos curriculares de la universidad deben ser actualizados con respecto a lo que el mercado está solicitando. Se supone que el programa debe estar en línea con la oferta laboral del sector, lo que va a permitir que el egresado esté en capacidad de asumir cualquier reto profesional	No mucho, piden una actualización semestral de lo que se va a dar, y que establezca al inicio del periodo académico todo lo que voy a dar, pero luego no existe una verificación de que cumpla. No hay mucho tiempo, a nivel administrativo, para realizar ese seguimiento.
8	Profesor 8	Si nos enfocamos en estas herramientas, por el contexto local no son muy requeridas, aunque hay cierto interés, especialmente en BIM. En el ámbito general, la universidad debe estar a la vanguardia de estos conocimientos, e incluso si no son tan solicitados a nivel laboral, se debe aprovechar que hay tiempo para capacitar e introducir estos temas, donde al menos se motive al estudiante a seguir indagando.	No, yo no me he sentado con alguien para que le indique si se dictó o no tal contenido. Se buscó hacer una actualización del microdiseño el semestre pasado, y piden algunas opiniones, pero la respuesta fácil y directa a esta pregunta es un No
9	Profesor 9	No necesariamente, la universidad debe cumplir con sacar lo básico de un ingeniero civil, y eso pasa en cualquier universidad	Sí, uno pasa reportes de lo que imparte, pero igualmente por la cantidad de contenido a veces es muy complejo cumplir lo dictado en el microdiseño
10	Profesor 10	Creo que es algo que está ocurriendo en casi todas las universidades, ya que los microdiseños y los contenidos no están como a la par de las necesidades actuales. En muchas materias se está enseñando según el panoramá del sector de hace muchos años, y por ende, al salir a ejercer se vuelve un proceso complejo adaptarse a los requerimientos de empresas y el mercado en general.	La universidad no está tan al pendiente de si se dictó o no una temática, y algunos docentes enseñan lo que consideran, más allá de que lo especifique o no el microdiseño. El hecho de que no exista seguimiento trae como consecuencias que hay estudiantes que llegan a una materia y los cursos anteriores que debían funcionar como base, no cumplieron su objetivo.

	Profesor	¿Cuál cree usted que sea la importancia de la gestión de proyectos en ingeniería civil?	De estos términos que se presentan a continuación señale cuales se le hacen más conocidos y donde los ha escuchado.	¿Cree usted que los estudiantes de la universidad Surcolombiana están capacitados para ejercer la ingeniería civil?
6	Profesor 6	Yo considero que la gestión de proyectos en cualquier área es importante. Se requiere un nivel de especialización para ejercerla de manera correcta	BIM SÍ = De forma general pero más que todo a nivel de estructuras. La he trabajado pero no a tanta profundidad	Sí, eso viene de un proceso de acreditación a nivel educacional oficial, según los créditos académica
7	Profesor 7	Es fundamental, sin una planificación previa no existe una ruta de acción para medir riesgos y tiempo. Es necesario para cualquier actividad	Last Planner System me suena BIM= SÍ, lo conocí a nivel académico, y me parece muy buena porque permite generar un proyecto muy integral, y más allá de los costos de licencia, la metodología es muy provechosa.	Aún falta una base o soporte práctico mucho más fuerte. El mercado laboral y el de construcción exige que ustedes los estudiantes tengan un mayor acercamiento a las experiencias y a la realidad de las obras. Además, hay elementos en la formación de la planta docente que requieren mayor solidez para una educación más integral.
8	Profesor 8	Es fundamental, ya que es la clave para el éxito de un proyecto, cumpliendo programación, costos y alcance. Allí también entran elementos de formulación, estimaciones, control y seguimiento.	Conozco los 3, aunque por revisión o búsqueda propia. Es un tema puro de interés y empezar a leer, ya que no he estado involucrado en proyectos donde se hayan aplicado.	En términos generales sí, pero hay elementos en los que hay falencias, como liderazgo y comunicación. Y quizá por el enfoque de la carrera faltan aprendizajes en el área de productividad, eficiencia y administración de proyectos. Claramente existe muy poco conocimiento de estas herramientas que mencionan, pero incluso hasta con Project, y eso es impactante.
9	Profesor 9	Lo considero como la proyección del tiempo y ejecución técnica y financiera, y es muy importante porque permite ahorrar tanto tiempo como costos, garantizando el éxito del proyecto	He escuchado Lean, en una conferencia, pero no lo manejo. BIM lo conocí en estudios de postgrado	No, la universidad está creciendo y quiere dar saltos grandes, antes de tener una base sólida. La universidad se está preocupando mucho por especializaciones y eso, pero es necesario garantizar que en los estudios de postgrado los estudiantes salgan capacitados, y todavía no es el caso.
10	Profesor 10	Es muy importante ya que cuando un proyecto está bien planificado es exitoso. Nosotros los ingenieros trabajamos mucho con incertidumbres, entonces contar con una programación y gestión que permita responder adecuadamente a estos factores, puede prevenir fallos en la obra	BIM Sí, aunque no es mi especialidad, sí he trabajado en proyectos de este tipo, y es una gran ayuda, ya que permite proyectarlo y visualizarlo antes de ejecutarlo. Lo vine a conocer fue en mi experiencia profesional y por búsquedas particulares.	Creo que muchas materias se quedan en la parte teórica y falta cierto aplicativo o experiencias prácticas. El programa debe ir avanzando con la tecnología y las novedades que surgen. Probablemente sí se pueden defender por sus bases, pero faltan herramientas más actuales

	Profesor	¿Piensa usted que el actual diseño curricular del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Surcolombiana requiere algún cambio o modificación? ¿Cuál?	BIM NACIONAL 2020-2026
6	Profesor 6	No responde	No responde
7	Profesor 7	Se deben fortalecer más todas las líneas, la cual venga acompañada de la estabilidad del proceso, mediante los docentes y, por ende, de los contenidos.	No lo sabía, pero considerando esto la universidad debería impartir esta herramienta con más razón. Si para ese año tendrá ese carácter de importancia, se debe estar trabajando desde ahorita para sacar profesionales con esas capacidades,
8	Profesor 8	No conozco en detalle el diseño curricular, sin embargo, yo hablo con los estudiantes mucho sobre otras materias, y noto debilidad en temas tecnológicos, financieros, capacidad administrativa, comunicación o liderazgo, y creo que eso es algo que debe fortalecer el programa desde el diseño curricular. A ustedes les enseñana más la parte técnica, y existe como un enfoque en prepararlos para ser residentes de obra, y aunque es un paso adecuado, no todo se puede direccionar hacia ese sentido	Sí la conozco, se hace con el fin de garantizar que los proyectos de inversión por parte del estado vengán presentados con una revisión BIM, para facilitar la priorización y selección de proyectos. No creo que se cumpla para el 2026, más que todo en la región, seguramente en Bogotá, Cali, Medellín o Barranquilla quizá sí se pueda, porque ya existe un avance.
9	Profesor 9	El programa debe hacer una reestructuración en sus microdiseños, porque hay muchas materias que tienen mucho contenido para un solo semestre y no permite dedicarle el tiempo ni las clases suficientes	No tengo conocimiento de eso, aunque sería muy viable implementarlo y ayudaría mucho a la realización de los proyectos. Sin embargo, creo que es necesario hacer un estudio de qué empresas deben y están en capacidad de comenzar el proceso BIM
10	Profesor 10	Requiere cambios e introducción de herramientas tecnológicas, pero cómo dictas eso sin condiciones óptimas para la enseñanza, tal como sales de cómputo, licencias de programas o capacitaciones. Hay muchos elementos que se deben introducir, pero hay muchos problemas de presupuesto o de organización para que eso se cumpla.	Sí, lo conozco, es algo que va acorde a lo que ocurre ya en Chile o Perú. No creo que se cumpla al 100%, ya que quienes actualmente se han adaptado a esa estrategia son empresas muy grandes y en ciudades como Bogotá o Medellín. En ciudades como Neiva, siento que va a tardar mucho más porque falta personal calificado para trabajar esas metodologías.

ANEXO E

CATALOGO DE CUALIFICACIONES



Para el caso de las empresas de consultoría, los profesionales suelen contar con buena formación técnica y científica, en las áreas de arquitectura, diseño e ingeniería. Se resalta la importancia de contar con profesionales cuyo perfil incluya estudios de posgrado, educación ejecutiva y especializada en diferentes campos de la construcción, lo cual permite la integración de equipos interdisciplinarios en las empresas.

Según el informe de la CCB y la ONU mencionado previamente, la demanda laboral es satisfecha para los perfiles de los aspirantes en cuanto a competencias técnicas tales como conocimientos en diseños arquitectónicos, ambientales y estructurales, así como procedimientos de control, flujo de planeación y programación, con un enfoque científico cuyo énfasis se da en cálculo y física y conocimientos transversales que incluyen la organización y manejo del tiempo junto con planeación organizacional.

3.1.6 Demanda laboral insatisfecha

Continuando con lo expuesto por el informe de la CCB y la ONU, los perfiles requeridos por las empresas del sector de la construcción carecen de competencias técnicas relacionadas con el manejo de nuevas tecnologías para el sector, sumado al desconocimiento de protocolos y procesos de nuevas metodologías y la actualización normativa. Hay un nivel de insatisfacción frente a las competencias transversales relacionadas con comunicación asertiva, adaptación y aprendizaje continuo, gestión de conflictos, adaptación al cambio, flexibilidad cognitiva y toma de decisiones.

Las empresas que conforman el sector de la construcción seleccionan y contratan diversos perfiles, en diferentes niveles de complejidad y experiencia. En el caso de las empresas que se dedican a la consultoría, manifiestan que los profesionales cuentan con buena formación técnica y



científica, pero carecen de habilidades relacionadas con el negocio, entre ellas innovación, facilidad de negociación, y estrategias comerciales. Para las otras ocupaciones como tecnólogos y mano de obra no calificada, las deficiencias están en el bajo nivel educativo y falta de experiencia en el cargo a ocupar.

A continuación se presentan los cargos de difícil consecución, según lo establecido por la Cámara de Comercio de Bogotá (2019):

Tabla 8. *Cargos de difícil consecución.*

No.	Cargo	Déficit
1	Urbanistas expertos en renovación urbana o planificadores en renovación urbana	Se consideran de difícil consecución, porque no hay programas de formación para el perfil requerido, no hay suficientes profesionales en el mercado; a esto se suma que las instituciones no conocen de las competencias específicas requeridas en el cargo (gestión de suelo, gestión asociada, restitución de aportes, cargas y beneficios). Además, se presenta desconocimiento del sector, falencia en competencias transversales, falencia en habilidades o destreza, prácticas y falta de experiencia.
2	Expertos en monitoreo del mercado o expertos en mercadeo	La dificultad radica en que hay pocos programas de formación para el perfil requerido, no hay suficientes profesionales en el mercado, falta de solidez en los conocimientos específicos adquiridos, falta de conocimiento de los entes formativos sobre las competencias específicas solicitadas por el mercado; por tanto, los empleados no tienen las competencias demandadas por el sector.
3	Armador de andamios	Es de difícil consecución, porque no hay programas de formación para el perfil requerido, no hay suficientes profesionales en el mercado y se presenta formación empírica sin certificación.
4	Obreros de obra:	Éstos se consideran de difícil consecución, ya que se da una gran rotación por las condiciones en las que se desarrolla esta ocupación, la falta de responsabilidad de los trabajadores, no se cuenta con las competencias técnicas para el uso de materiales y equipos. En cuanto a las competencias transversales se evidencian falencias en compromiso, puntualidad, resistencia.
5	Los oficiales de construcción – Mampostería:	Son considerados como de difícil consecución, ya que la percepción de las personas en general es que se gana menos en el sector formal que en el informal de construcción; por tanto, las personas no aceptan las ofertas, las condiciones laborales no son las mejores por lo cual se dificulta la permanencia de las personas.
6	Consultor en construcción sostenible:	Profesional encargado de promover soluciones sustentables para las necesidades de los clientes y sus productos. De igual manera, define las



No.	Cargo	Déficit
		estrategias de sostenibilidad que se reflejen en los proyectos y productos de las empresas y planifica proyectos y propuestas a clientes.
7	BIM manager:	Encargado de marcar las directivas de implementación BIM a medio y largo plazo, desempeña un papel fundamental en la estrategia de implementación de BIM y articulación del negocio. Requiere un conocimiento integral de la metodología BIM y, especialmente, de las tendencias que esta sigue. Es el responsable de coordinar los diferentes equipos BIM que trabajan en un proyecto y de establecer las condiciones de entorno que deben asegurar que su trabajo sea compatible entre sí. Trabaja de la mano con el equipo de proyecto y coordinador de proyectos, a fin de ajustar los procesos y estándares BIM con los requerimientos del proyecto.
8	Coordinador BIM:	Es el encargado de coordinar el trabajo para que se cumplan los requerimientos acordados con quien defina la estrategia, de llevar a cabo procesos de control y aseguramiento de la calidad de los proyectos BIM, a fin de que su contenido sea compatible con los del resto de las disciplinas. Asimismo, desarrolla modelos que cumplan los estándares definidos por el rol encargado de la estrategia para que sean fácilmente procesables por otros agentes. Coordina el trabajo que desarrolla el rol de modelador BIM y audita la calidad de los entregables, consolida la información y la gestión a través del Plan de Ejecución BIM (BEP).
9	Ingeniero director de departamento:	La dificultad radica en que este cargo demanda experiencia y las empresas solicitan frente a este cargo tener competencias técnicas como infraestructura, hidráulica, logística y transporte, interventorías, gestión de proyectos, manejo de información, sostenibilidad y gestión ambiental. En cuanto a competencias blandas, se exige trabajo en equipo, responsabilidad, compromiso, comunicación, juicio y toma de decisiones, liderazgo, manejo de tiempo, creatividad, ética, gestión de conflictos, honestidad, iniciativa, entre otras. De acuerdo con los principales conocimientos asociados a la transformación digital, se requiere desarrollo web, aprendizaje de máquinas, metodologías ágiles y habilidades digitales básicas
10	Director de proyectos:	Se encarga de llevar la dirección y gerencia de todos los proyectos de la constructora; también vela por el desarrollo óptimo de los proyectos en sus diferentes fases, siendo el representante de la empresa para la consecución y desarrollo de aliados corporativos, además se encarga del relacionamiento con clientes y otros stakeholders, del control de ejecución de obra, la documentación, las pruebas y logística de las obras.
11	Desarrollador de tecnologías para la construcción:	Se encarga de la planificación y desarrollo de productos tecnológicos en front-end y back-end, desarrollo de versiones beta y prueba de productos tecnológicos.

Fuente: Elaboración propia grupo técnico CAMACOL con base en información de Identificación y cierre de brechas de capital humano para el Clúster de Construcción de Bogotá – región (Cámara de Comercio de Bogotá, Organización de las Naciones Unidas, 2019)



La constante de estos cargos es la carencia de habilidades transversales, falta de experiencia en práctica, desconocimiento de tecnologías, herramientas y metodologías digitales de la construcción, problemas de comunicación efectiva, articulación y buen desempeño con equipos de trabajo (Cámara de Comercio de Bogotá, Organización de las Naciones Unidas, 2019)

Otro factor, es la carencia de las certificaciones específicas requeridas por el sector, en temas como:

- **Sostenibilidad:** Construcción sostenible, gestión de modelos de negocio sostenibles, innovación social, sostenibilidad, certificación en Energy plus, certificaciones energéticas, estudios avanzados en bioclimática, certificación: LEED, LEED AP, Leed AP BD+C y EDGE Expert.
- **Proyectos:** Project Management Professional (PMP), PMP-PMI.
- **Finanzas:** Especialización en derecho financiero, conocimiento de presupuesto.
- **BIM:** Habilidades con procesos BIM, coordinación BIM.
- **Administrativas:** Habilidades gerenciales, comunicación asertiva, especialización en gestión humana.
- **Otras:** Conocimiento de formación en obra, Lean Construction, certificaciones de experiencia profesional específica de los clientes, experiencia en obra, conocimiento en construcción, experiencia demostrable. Competencias en la implementación de metodologías ágiles, inteligencia de negocios, desing thinking, programación de software y habilidades digitales básicas (Cámara de Comercio de Bogotá, Organización de las Naciones Unidas, 2019).



El segundo grupo de habilidades con más carencias está relacionado con la formación complementaria, como el derecho, finanzas e idiomas. La falta de habilidades para la gestión y la sostenibilidad constituye la tercera fuente de carencias de los profesionales de la construcción. Este grupo recoge habilidades como la gestión de proyectos y la gestión empresarial, entre otros. Por último, los conocimientos del sector y la profesión y las carencias en innovación, investigación y sistemas de información forman el cuarto y quinto grupo de carencias, respectivamente (Universitat Politècnica de València, 2012).

La evolución de la tecnología y el surgimiento de nuevos materiales que acompañan a este crecimiento, requieren la actualización de las ocupaciones existentes, así como el surgimiento de otras nuevas.

3.2 Análisis de vacantes del sector de la construcción

El análisis de las vacantes presentes en el área de cualificación para el sector de la construcción fue abordado teniendo en cuenta los datos suministrados por el Ministerio del Trabajo con relación a la cantidad de vacantes y puestos de trabajo generados en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bogotá, Santander, Tolima y Valle del Cauca durante los años 2018 y 2019, este último con reporte hasta el mes de agosto y el muestreo realizado en bolsas de empleo entre el 25 de octubre y el 7 de noviembre de 2019.

Según los hallazgos encontrados se ha identificado que el medio de oferta para las vacantes en el sector de la construcción está directamente relacionado con el cargo que se requiere. En este sentido los Head-hunters abordan en su mayoría los cargos altos, los cargos medios se encuentran

ANEXO F

ENTREVISTA CON LA DR. DIANA MARGARITA NAVARRO GUTIÉRREZ

GERENTE DE CAMACOL

Pregunta #1

- Conoce ¿Qué es Lean Construction, Last Planner System y BIM?
- Con respecto al tema de BIM, si, nosotros lo conocemos, Camacol se ha enfocado mucho en el tema de que se pueda realizar muchas capacitaciones para que la gente conozca las ventajas de estas plataformas. Se han hecho aproximadamente 55 webinars en el 2023, se realizaron muchas capacitaciones virtuales y capacitaciones también presenciales. Entonces, tenemos que aquí en el departamento del Huila, la gente apenas está empezando, las constructoras, apenas hay muy poquitas constructoras. Tengo entendido que la constructora Rodríguez Briñes, ellos están implementando ese software que les ayuda a manejar muy bien el tema de los costos presupuestales, de muchos temas y actividades, pero sí desde Camacol Nacional y pues hay otras regionales, como regionales más grandes, como Antioquia, Valle, que sí tienen más implementado el tema.

Pregunta #2

- En su opinión, cuando existen fallas, problemas o inconvenientes, en un proyecto, en la parte de costos, alcance o tiempo, ¿cuál sería el porcentaje que usted adjudica a una mala gestión de proyectos?
- Pues en ese tema sí lo veo complicado, porque ya digamos que cada director de la obra tendría como esa información. Yo de pronto les podría ayudar dándole un contacto de la persona que maneja ese tema de las obras como tal, porque no le podría decir el 30%, el 20% sería decir una mentira.

Pregunta #3

- Nosotros buscamos en la página de Camacol y encontramos lo denominado BIM kit. Entonces nosotros queríamos preguntarles si en el departamento del huila se está implementando la metodología BIM en las empresas.
- No, yo tengo conocimiento solo de que el doctor Aníbal, que es nuestro presidente de junta, él sí ha estado muy interesado y él está implementando y ha capacitado a muchas personas de la empresa

para que conozcan, porque es una plataforma bastante robusta y que se pueda implementar. Pero la verdad son muy poquitas. Son muy pocas porque digamos que esto también es un tema que cuesta, es una inversión que hacen y de pronto algunas constructoras tienen otras plataformas u otros softwares, pero digamos que ya han hecho como una inversión, la idea es lograr que poco a poco vayan adquiriendo estos softwares.

Pregunta #4

- En su opinión, ¿Este BIM Kit también se podría aplicar desde la parte académica?
- Sí, también. Precisamente el SENA, tiene un curso que se implementa y nosotros les exigimos. para que los aprendices y técnicos y tecnólogos puedan capacitarse. Con la Universidad Surcolombiana también hemos trabajado, el año pasado hicimos un curso de Industrias 4.0 con un programa de economía y capacitamos a 30 personas del sector. Entonces sí nos interesa también de la alianza que podamos hacer. Precisamente estamos buscando que la Universidad Surcolombiana se pueda afiliar a Camacol y ellos estuvieron alguna vez afiliados acá, pues por el tema también que nos interesa que los pasantes se vinculen también a nuestras constructoras porque tienen el programa de ingeniería civil. Entonces esa articulación también es muy importante.

Pregunta #5

- ¿ustedes como Camacol están buscando crear alianzas con las universidades?
- Claro que sí, precisamente nosotros tenemos cinco unidades de servicios que es Camacol Gestiona, Camacol Capacita, Camacol Conecta, Camacol Innova, Informa, entonces digamos que he querido trabajar con la universidad Surcolombiana porque he querido hacer un proyecto en la parte ambiental, pero que yo lo pueda liderar junto con una universidad, porque yo sé que por ejemplo cada consultora maneja su proyecto ambiental o maneja,

digamos, como su proyecto social, pero como yo tengo ese Camacol Innova, entonces sí he querido unirme con una universidad, hacer una alianza para ver qué proyecto podemos hacer de la parte ambiental, un proyecto de investigación, un proyecto de colección social, a mí como gerente de Camacol sí me interesa realizarlo. Yo creo que es muy importante poder realizar esa alianza y poderlo hacer y poderlo presentar en junta.

- Pregunta #6
- ¿Usted qué piensa sobre las capacidades administrativas en la parte de gestión, eficiencia y productividad de los ingenieros civiles acá en el Huila?
- Bueno, qué pasa con los profesionales de hoy en día, Y lo hablo a nivel general, lo que he escuchado hoy en día es que, a los ingenieros civiles, arquitectos, les enseñan mucha teoría. Las universidades, la misión de la universidad es la docencia, la investigación, la proyección social, y el tema de vender servicios, pero veo que a los ingenieros les enseñan mucha teoría, pero la práctica les hace mucha falta. Entonces, hay ingenieros civiles que se vinculan al SENA a ser un técnico, hemos visto que ingenieros civiles se inscriben para hacer un técnico o tecnólogo en construcción, porque quieren saber cómo se pega un ladrillo, quieren saber cómo se hace, cómo se trabaja en estuco y pintura. Y me lo ha dicho el director del SENA, porque hemos hecho reuniones y me dice, doctora Diana, hemos encontrado esto, y lo que recibimos son profesionales que terminan su carrera, saben la parte teórica, pero la práctica la hacen en el SENA. Pero es muy importante también que los formen en temas de emprendimiento, ¿sí? Eso sí es muy importante. Que ellos puedan salir, puedan crear su empresa, puedan empezar solos y a futuro, si les va bien, pueden seguir generando empleo. En temas gerenciales, pues también es muy importante el tema de trabajar en equipo. En Neiva tenemos la industria de la construcción que es la que genera más empleo y el resto pues no hay industria. Entonces, en general los egresados son buenos, son personas que van aprendiendo también poco a poco.

Pregunta #7

- Bueno, nosotros encontramos un catálogo de cualificaciones. Este catálogo nos indica justamente las cosas que, les hacen falta a distintos sectores. Nosotros buscamos el de la constitución y justamente nos apareció lo que hace falta mucho coordinador BIM, personas que trabajen Lean, entonces, ¿qué mecanismo se utilizan para decirle a las empresas, oiga, mire, es que estamos faltos de esto? ¿Cómo podemos solucionar esto?
- Sí. Yo lo he expresado. Nosotros hemos estado en las reuniones de Cámara de Comercio donde han estado las universidades y yo esa información se la he transmitido y se la he enviado por correo electrónico a los jefes de programa y a los decanos de las diferentes universidades de acá de Neiva. Les he facilitado, les he manifestado, mire, estos son los perfiles que se requieren, estos son, no encontramos estos perfiles acá en Neiva, nos toca traer gente de afuera, necesitamos que los ingenieros o los arquitectos se capaciten y eso lo he dado a conocer porque ese catálogo me parece excelente, que fue una alianza que se hizo entre Camacol, Ministerio de Vivienda, Ministerio de Trabajo y el SENA también lo conoce. Entonces, esa información yo sí la he transmitido en las reuniones del Consejo Gremial y en el de Competitividad y Comunicación. Entonces, eso lo conocen las universidades y los empresarios.

Pregunta #8

- Considerando que ustedes les informan a las universidades lo que el país necesita ¿usted piensa que las universidades deberían tomar esto en cuenta y modificar las temáticas que enseñan?
- Sí, pienso que deberíamos tener como más acercamiento también pues con las universidades y conocer de forma cuáles son los currículos que tienen, cuáles son los programas que tienen en cada carrera para nosotros, así mejor poder hacer las recomendaciones, sí. Neiva, digamos que el sector industrial más grande que tiene aquí es justamente la construcción, entonces yo muestro esos resultados porque pues esas son evidencias de los problemas que

hay, no solo en la parte profesional, en la parte técnica también ahora con el tema de la pandemia, de mucha gente que se ha desplazado para Estados Unidos, nos han hecho falta pintores, personas que sepan de mampostería, toda esa parte técnica se ha ido para Estados Unidos. Y les he dicho a los del Sena, capacítenos a la gente porque la gente se nos está yendo. Entonces, no es fácil.

Pregunta #9

- ¿Usted como considera que está el departamento del Huila respecto a otros departamentos en cuanto a los avances del sector de la construcción?
- Sí, pues, Camacol, Huila, o la regional Huila, es una regional pequeña, es una regional que tiene 32 afiliados, no todas las constructoras están aquí afiliadas, tenemos más de 40 constructoras acá en la ciudad de Neiva, o en el departamento de Huila, de las cuales tenemos 15 constructoras, pero la verdad, estamos empezando el proceso.
- Pregunta #10
- Nosotros observamos que existe una estrategia de gestión de los recursos que el gobierno nacional, estrategia BIM 2020-2026, en la que se busca que el 100% de las licitaciones públicas que se presenten en la plataforma contengan un apartado BIM del proyecto. Mi pregunta es si ¿usted considera que para el año 2026 sí se puede lograr ese objetivo? digamos que, con el panorama, supongo que también los factores de la pandemia interfirieron mucho en que se avanzara más, pero ¿usted considera hoy que al 2026 sí se puede lograr ese objetivo?
- Pues, yo pienso que no se lograría, pero sí se podría hacer mucho porque si desde lo público, está ese requisito, los constructores más grandes o las empresas más grandes, los ingenieros contratistas, podrían estar empezando el proceso, porque de todas formas eso también cuesta, ¿no? Entonces, eso es una inversión que tendrían que hacer las grandes empresas. Entonces, no, pero sí se puede lograr un avance, un avance importante de aquí al año 2026. No tengo ninguna duda.

ANEXO G

MICRODISEÑO DEL CURSO DE PREGRADO

“GESTIÓN DE CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS”

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA FORMACIÓN				   	
	MICRODISEÑO CURRICULAR					
CÓDIGO	MI-FOR-FO-34	VERSIÓN	2	VIGENCIA	2022	Página 1 de 7

Facultad: INGENIERÍA

Programa: INGENIERÍA CIVIL

1. Identificación del curso					
Nombre: Gestión de Construcción sin Pérdidas					
Área: Construcción-Gestión de Proyectos					
Código:			Número de créditos: 3		
Horas de acompañamiento directo:	48	Horas de trabajo independiente:	96	Total Horas:	144
Carácter del curso: Teórico práctico					
Componente Básico o complementario: Componente Básico					
Requisito: Presupuestos y programación, Formulación de proyectos					
Unidad responsable del microdiseño: Programa de Ingeniería Civil					

2. Presentación del curso
El curso de Gestión de Construcción sin Pérdidas está diseñado para capacitar a los futuros profesionales del sector de construcción en los principios teóricos y la aplicación práctica de la metodología Lean Construction, apoyada por el uso de las tecnologías BIM y la metodología Last Planner System. El enfoque del curso se centra en la optimización de procesos dentro del ámbito de la construcción, reducción de desperdicios en obra, mejoras en la formulación y planificación de proyectos, así como el fomento del trabajo colaborativo de las partes involucradas en los procesos constructivos del proyecto. El curso Gestión de Construcción sin Pérdidas representa una inversión estratégica para aquellos profesionales que aspiran a impulsar la eficiencia, calidad y rentabilidad en sus proyectos de construcción. Al participar en este programa, los estudiantes adquieren habilidades y conocimientos altamente demandados en la industria, lo que les proporciona acceso a nuevas y prometedoras oportunidades de carrera, permitiendo destacarse en un mercado cada vez más competitivo y dinámico.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

3. Justificación

La sociedad experimenta una constante evolución y cambio a lo largo del tiempo, lo que da lugar a nuevas necesidades y desafíos que requieren atención para mejorar y elevar la calidad de vida. La industria de la construcción, siendo un pilar fundamental del bienestar colectivo, se enfrenta a estos desafíos, que se manifiestan en términos de eficiencia, uso ineficiente de recursos, retrasos en los proyectos, falta de planificación efectiva, coordinación deficiente y baja productividad, entre otros aspectos que impactan en la rentabilidad y la calidad de los proyectos que buscan abordar las problemáticas del entorno.

En este contexto, Lean Construction ha surgido como una filosofía y metodología reconocida a nivel mundial para hacer frente a estos desafíos, aplicando principios de eliminación de desperdicios, mejora continua y enfoque en el valor para el cliente, lo que se presenta como una solución integral para mejorar la gestión y ejecución de proyectos de construcción.

La integración de Lean Construction con Building Information Modeling (BIM) y Last Planner ofrece un enfoque completo para la gestión y ejecución de proyectos. Por un lado, BIM permite la creación e implementación de modelos digitales que contienen información detallada sobre todos los aspectos del proyecto, facilitando la colaboración, la visualización y la detección temprana de conflictos; consecutivamente, Last Planner proporciona un marco para una planificación más colaborativa y efectiva, fomentando la comunicación entre equipos y la identificación proactiva de obstáculos potenciales. Esta combinación de metodologías complementarias permite mejorar la eficiencia, la calidad y la rentabilidad de los proyectos de construcción, contribuyendo así a abordar de manera más efectiva las problemáticas del territorio.

4. Competencias

- Conoce los orígenes e historia de la metodología Lean en la industria de la construcción.
- Comprende los fundamentos Lean aplicados a procesos de formulación y ejecución de proyectos de construcción.
- Utiliza herramientas como BIM y Last Planner System en proyectos de construcción para optimizar procesos comprendiendo la importancia de su utilización como complemento para la aplicación de lean Construction.
- Reconoce los conceptos de valor, flujo variabilidad y desperdicios direccionados a los proyectos de construcción.
- Aplica los principios y conceptos Lean en la planificación y organización de proyectos de construcción, analizando y diferenciando el trabajo productivo, contributivo y no contributivo.
- Reconoce y promueve la mejora continua en proyectos de construcción, demostrando habilidades de liderazgo y promoviendo el trabajo en equipo en la planificación y organización de proyectos.
- Analiza datos y métricas para identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas.
- Demuestra responsabilidad a nivel individual y de equipo en la gestión de compromisos y mejora de procesos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



5. Resultados de aprendizaje, actividades académicas y estrategias de evaluación

Resultados de Aprendizaje	Actividades Académicas	Estrategias de Evaluación
Comprender los principios fundamentales de Lean Construction y su aplicación en la industria de la construcción.	- Clases Magistrales y/o Seminarios Web - Revisión de literatura especializada	Evaluación escrita. Evaluación oral.
Desarrollar prácticas básicas de Building Information Modeling (BIM) aplicadas en la gestión de proyectos de construcción.	- Clases Magistrales y/o Seminarios Web - Talleres de estudio de Casos - Revisión de literatura especializada	Evaluación práctica. Talleres de continuidad.
Conocer la metodología Last Planner y su papel en la planificación y ejecución eficaz de proyectos de construcción.	- Clases Magistrales y/o Seminarios Web - Revisión de literatura especializada	Evaluación escrita. Evaluación oral.
Analizar datos y métricas de proyectos, aplicando técnicas y herramientas Lean, para identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas.	- Talleres de estudio de Casos - Visitas Guiadas - Experiencias de Simulación - Revisión de literatura especializada	Proyecto.
Conocer los conceptos de valor, pérdidas, variabilidad y flujo en el ámbito de la gestión de proyectos, como fundamento esencial de la metodología Lean	- Talleres de estudio de Casos - Revisión de literatura especializada	Evaluación escrita. Evaluación oral.
Desarrollar una comprensión profunda de cómo el liderazgo y la comunicación efectiva son fundamentales para el éxito de proyectos de construcción, según el enfoque Lean, y así mismo aplicar estos principios en la industria fomentando habilidades de colaboración y trabajo en equipo.	- Experiencias de Simulación - Juego de roles aplicado - Ejercicios de Retroalimentación - Debates de las temáticas	Análisis de casos. Exposiciones. Autoevaluación. Coevaluación.



MICRODISEÑO CURRICULAR

CÓDIGO

MI-FOR-FO-34

VERSIÓN

2

VIGENCIA

2022

Página

4 de 7

6. Evaluación general del curso

Resultados de Aprendizaje	Excelente (4 -5)	En desarrollo (3)	Deficiente (1-2)
Comprender los principios fundamentales de la metodología Lean y su aplicación en la industria de la construcción.	Demuestra una comprensión sólida de los principios de Lean Construction y su implementación efectiva en diversos contextos de la industria.	Conoce los principios de la metodología Lean, aunque carece de una visión práctica que le permita visualizarlos en el sector de la construcción	Presenta dificultades para entender las bases de la metodología Lean Construction, impidiendo a su vez que pueda valorarla como una herramienta notoria de cara al futuro de la gestión de proyectos
Desarrollar prácticas básicas de Building Information Modeling (BIM) aplicadas en la gestión de proyectos de construcción.	Utiliza adecuadamente funciones básicas de la tecnología BIM, aplicadas directamente a la gestión efectiva de proyectos de construcción.	Presenta conocimientos iniciales sobre BIM y su aplicación en la gestión, pero requiere fortalecer su práctica y manejo	No demuestra habilidad ni conocimiento suficiente del uso de BIM y de su aplicación en la gestión de proyectos de construcción.
Conocer la metodología Last Planner y su papel en la planificación y ejecución eficaz de proyectos de construcción.	Muestra un conocimiento profundo de la metodología Last Planner y puede aplicarla de manera efectiva en la planificación y ejecución de proyectos.	Identifica las herramientas básicas y fundamentos de la metodología Last Planner, y debe mejorar	No comprende los fundamentos básicos de la metodología Last Planner, ni sus herramientas ni su rol en la planificación y ejecución eficaz de proyectos de construcción.
Analizar datos y métricas de proyectos, aplicando técnicas y herramientas Lean, para identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas.	Examina datos y métricas de proyectos de construcción, bajo un criterio gerencial e ingenieril, utilizando técnicas y herramientas Lean	Reconoce los mecanismos y técnicas para el análisis de datos en los proyectos de construcción, pero debe fortalecer su habilidad para aplicarlos efectivamente en proyectos	Se le dificulta realizar análisis objetivos, basados en datos y métricas, respecto a los procesos que se realizan en los proyectos de construcción.
Dominar los conceptos de valor, pérdidas, variabilidad y flujo en el ámbito de la gestión de proyectos, como fundamento esencial de la metodología Lean.	Exhibe un manejo de los conceptos de valor, pérdidas, variabilidad y flujo, y los reconoce como una base fundamental de los proyectos de construcción	Demuestra un entendimiento básico de los conceptos, pero debe profundizar sus conocimientos para integrarlos en la planificación de proyectos	No ha comprendido adecuadamente los conceptos de valor, pérdidas, variabilidad y flujo, ni su aplicación en la gestión de proyectos.
Desarrollar una comprensión profunda de cómo el liderazgo y la comunicación efectiva son fundamentales para el éxito de proyectos de construcción, según el enfoque Lean, y así mismo aplicar estos principios en la industria, fomentando habilidades de colaboración y trabajo en equipo.	Demuestra rasgos y aptitudes de liderazgo y trabajo en equipo, promoviendo el uso de una comunicación efectiva, como habilidad fundamental del éxito de la gestión un proyecto de construcción	Comprende la importancia del liderazgo y la comunicación efectiva en la gestión de proyectos de construcción, pero necesita desarrollar dichas habilidades de forma más consistente	No ha comprendido adecuadamente cómo el liderazgo y la comunicación efectiva son fundamentales para el éxito de proyectos de construcción ni su aplicación en el rol profesional.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FORMACIÓN

MICRODISEÑO CURRICULAR



SC 7384-1

SA-CERE 597526

OS-CER 597555

CÓDIGO

MI-FOR-FO-34

VERSIÓN

2

VIGENCIA

2022

Página

3 de 5

7. Unidades temáticas, estrategias didácticas y tiempo asignado

No.	Unidades y contenidos	Estrategias didácticas	Horas				
			Acompañamiento directo			Trabajo Independiente	Total
			Teóricas	Teórico-Prácticas	Prácticas	Independiente	
1	Introducción Lean - Origen e Historia de la metodología Lean - Sistema de Producción Lean en la industria - Lean Manufacturing - Eficiencia y Efectividad	- Clases Magistrales y/o Seminarios Web - Revisión de literatura especializada	9			18	27
2	Pensamiento Lean - Mejora Continua - Trabajo Colaborativo - Calidad Total - Enfoque empresarial Lean	- Clases Magistrales y/o Seminarios Web - Talleres de estudio de Casos - Revisión de literatura especializada	9			18	27
3	Construcción sin pérdidas: principios y fundamentos.	Clases Magistrales y/o Seminarios Web	12			24	36

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	- Sistema Lean en la Industria de la Construcción - Valor, Variabilidad, Pérdidas y Flujo - Fundamentos y Principios aplicados al sector - Herramientas Lean	Revisión de literatura especializada					
4	Optimización de la construcción. - Parámetros, Condiciones y Criterios óptimos de las etapas de un proyecto - Sistema del Último Planificador: Fundamentos - Último Planificador en la Metodología Lean	- Talleres de estudio de Casos - Revisión de literatura especializada	3	6		18	27
5	Cooperación y Aplicación BIM - Building Information Modeling: Beneficios, Proyección y Contexto Nacional - BIM como herramienta de la gestión de proyectos: Fundamentos Aplicados - BIM: Complemento colaborativo del Lean Construction	- Experiencias de Simulación - Juego de roles aplicado - Ejercicios de Retroalimentación - Debates de las temáticas	3	6		18	27
Totales			36	12		96	144
Total			48			96	144

*Entiéndase por práctica las actividades académicas realizadas en espacios formativos, donde se contrastan los fundamentos teóricos y prácticos.

**Especificar la naturaleza de la práctica (Clínica, Pedagógica, Laboratorio, etc.)

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

8. Referencias Bibliográficas

- Cain, C. T. (2004). Profitable Partnering for Lean Construction. Blackwell Publishing.
- Cuatrecasas, L. (2010). Lean Management: la gestión competitiva por excelencia. Implantación progresiva en 7 etapas. Profit Editorial.
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2010). Modern construction: Lean project delivery and integrated practices. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10260>
- Jones, D., & Womack, J. (2005). Lean thinking. Gestion 2000.
- Santorella, G. (2017). Lean culture for the construction industry: Building responsible and committed project teams, second edition. Productivity Press.
- Umstot, D. (2017). Lean project delivery: Building championship project teams. Createspace Independent Publishing Platform.

9. Trazabilidad de la evaluación del microdiseño

Fecha de evaluación actualización y aprobación por el comité de currículo (número de acta)	Modificación	Justificación	Responsables

ANEXO H

MICRODISEÑO DEL CURSO DE POSTGRADO

“LEAN CONSTRUCTION”



Facultad: INGENIERÍA

Programa: INGENIERÍA CIVIL

1. Identificación del curso

Nombre: Lean Construction

Área: Construcción-Gestión de Proyectos

Código:

Número de créditos: 3

**Horas de
acompañamiento
directo:**

48

**Horas de trabajo
independiente:**

144

Total Horas:

192

Carácter del curso: Teórico Práctico

Componente Básico o complementario: Básico

Requisito: Ingreso.

Unidad responsable del microdiseño: Programa de Ingeniería Civil

2. Presentación del curso

El entorno de la construcción experimenta una constante evolución, donde los desafíos se vuelven cada vez más complejos y las exigencias de eficiencia y calidad son más elevadas que nunca. Por ende, resulta imperativo contar con profesionales altamente calificados y capacitados, capaces de liderar la implementación de enfoques innovadores y tecnologías disruptivas que permitan adaptarse eficazmente a las demandas del mercado.

Teniendo en cuenta lo anterior, el curso () ha sido meticulosamente diseñado para atender las necesidades específicas de los profesionales del sector de la construcción que aspiran a profundizar en estas metodologías y adquirir habilidades avanzadas para la gestión de proyectos de gran envergadura. Esta iniciativa representa una oportunidad única para impulsar el desarrollo profesional y contribuir al éxito de las organizaciones.

El programa no solo se centra en un aprendizaje teórico, sino que también brinda un enfoque práctico a través de estudios de casos, dinámicas de simulación, proyectos prácticos y ejercicios avanzados. De esta manera, los participantes tendrán la posibilidad de aplicar de manera efectiva los conocimientos y habilidades adquiridos en situaciones reales de la industria, preparándolos para abordar con confianza y éxito los desafíos del ámbito laboral.

Al completar esta formación, los participantes estarán debidamente equipados con competencias avanzadas que les permitirán liderar la implementación exitosa de Lean Construction, BIM y el sistema Last Planner en sus respectivas organizaciones. De este modo, esta inversión en su desarrollo profesional se traduce en una valiosa oportunidad para marcar una diferencia significativa en la industria de la construcción.



3. Justificación

La industria de la construcción se encuentra frente a una serie de desafíos cada vez más complejos, que abarcan desde la presión para reducir costos y plazos de entrega, hasta la necesidad imperativa de mejorar la calidad y la sostenibilidad de los proyectos. En este contexto, la adopción de enfoques innovadores y tecnologías disruptivas se ha vuelto imperiosa para asegurar el éxito y la competitividad en el mercado.

La metodología Lean Construction, respaldada por el uso avanzado de Building Information Modeling (BIM) y la metodología Last Planner System, ha surgido como un enfoque integral para abordar estos desafíos y optimizar la gestión de proyectos de construcción. La integración de estas metodologías permite una planificación más eficiente, una ejecución más fluida y una colaboración más estrecha entre los equipos de trabajo, lo que resulta en una mejora sustancial en la productividad, la calidad y la rentabilidad de los proyectos.

La concepción de este curso avanzado en Lean Construction, BIM y Last Planner System responde a la creciente demanda de profesionales altamente calificados y capacitados en estas áreas, lo que se evidencia en los lineamientos que surgen desde entes gubernamentales de cara al futuro del sector. Este curso se propone dotar a los participantes con las habilidades avanzadas y el conocimiento especializado necesarios para liderar la implementación exitosa de Lean Construction en entornos profesionales complejos.

4. Competencias Generales

- Conoce los principios y conceptos básicos de la metodología Lean, aplicada a la formulación y ejecución de los proyectos de construcción
- Identifica las pérdidas y desperdicios en los procesos de construcción, optimizando los recursos y mejorando la eficiencia, a través de su eliminación
- Identifica las actividades que agregan valor a un proyecto de construcción, de modo que en la planificación tengan mayor prioridad.
- Analiza de manera crítica problemas complejos en proyectos de construcción y propone soluciones efectivas y prácticas.
- Transmite de manera clara y concisa los principios y conceptos clave de Lean Construction a diferentes audiencias, adaptando el mensaje según el nivel de comprensión y experiencia de cada grupo.
- Reconoce y señala áreas específicas dentro del proceso de construcción, proponiendo soluciones donde se puedan aplicar los principios Lean para mejorar la eficiencia, la calidad o la seguridad, destacando cómo estas mejoras pueden beneficiar a todas las partes involucradas y proponiendo medidas para liderar la implementación de Lean Construction en entornos profesionales, promoviendo la adopción de mejores prácticas y la cultura de mejora continua.
- Utiliza herramientas avanzadas de modelado y gestión de la información de construcción (BIM) en proyectos complejos.
- Aplica de manera avanzada la metodología Last Planner System para la planificación y control de la producción en proyectos de gran envergadura.
- Toma decisiones fundamentadas en el análisis de datos y la evaluación de riesgos en la gestión de proyectos de construcción, colaborando de manera efectiva en equipos multidisciplinarios, facilitando la comunicación y la coordinación entre diferentes partes interesadas en un proyecto de construcción.



SC 7384-1



SA-CERE 997526



OS-CER 997555



5. Resultados de aprendizaje, actividades académicas y estrategias de evaluación

Resultados de Aprendizaje	Actividades Académicas	Estrategias de Evaluación
Aplicar de manera avanzada los principios y prácticas de Lean Construction para mejorar la eficiencia y la calidad en proyectos de construcción complejos.	- Clases Magistrales - Seminarios Web - Revisión de literatura especializada	Evaluaciones prácticas. Evaluación escrita.
Utilizar herramientas y técnicas avanzadas de BIM para optimizar la gestión de proyectos desde la planificación hasta su ejecución.	- Prácticas de laboratorio. - Ejercicios Aplicados. - Seminarios Web.	Evaluación práctica. Ejercicios de desarrollo.
Implementar el Last Planner System de manera efectiva para coordinar y controlar la producción en proyectos de construcción de gran escala.	- Clases Magistrales. - Seminarios Web. - Revisión de literatura especializada.	Evaluación continua. Evaluación escrita.
Dirigir de manera efectiva la implementación exitosa de Lean Construction en entornos profesionales, evidenciando competencias destacadas en liderazgo, comunicación y trabajo colaborativo.	- Talleres Grupales. - Experiencias de Simulación. - Juego de roles aplicado.	Exposiciones Magistrales.
Gestionar de manera avanzada los aspectos logísticos de la construcción, a partir de la aplicación de los principios Lean en temas de inventario, suministro y colaboración entre partes interesadas	- Talleres Grupales - Experiencias de Simulación - Juego de roles aplicado - Estudio de Casos	Propuesta y Proyecto Final



MICRODISEÑO CURRICULAR

CÓDIGO

MI-FOR-FO-34

VERSIÓN

2

VIGENCIA

2022

Página

4 de 7

6. Evaluación general del curso			
Resultados de Aprendizaje	Excelente (4 -5)	En desarrollo (3)	Deficiente (1-2)
Aplicar de manera avanzada los principios y prácticas de Lean Construction para mejorar la eficiencia y la calidad en proyectos de construcción complejos.	Demuestra un dominio sobresaliente de los principios y prácticas de Lean Construction, logrando identificar oportunidades de mejoras significativas en eficiencia y calidad en proyectos de construcción	Conoce y aplica adecuadamente los principios de la metodología Lean Construction, aunque no aprovecha en su totalidad las mejoras que esta puede ofrecer en proyectos complejos.	Presenta dificultades para entender la esencia y fundamento de las prácticas de Lean Construction en proyectos de construcción, así como en la aplicación de sus herramientas.
Utilizar herramientas y técnicas avanzadas de BIM para optimizar la gestión de proyectos desde la planificación hasta su ejecución.	Utiliza de manera destacada herramientas y técnicas avanzadas de BIM que permitan optimizar los procesos y actividades de cada una de las etapas de un proyecto de construcción	Demuestra habilidades apropiadas en el manejo de herramientas y técnicas de BIM que permitan la optimización de las etapas de un proyecto de construcción, siendo posible mejorar la practicidad y el uso de estas.	Carece de un manejo efectivo de numerosas prácticas, herramientas y técnicas de BIM, según el nivel de exigencia que requiera el grado de estudio.
Implementar el Last Planner System de manera efectiva para coordinar y controlar la producción en proyectos de construcción de gran escala.	Implementa de manera efectiva el Last Planner System para coordinar y controlar la producción en proyectos de construcción de gran escala, asegurando una ejecución eficiente y coordinada.	Implementa el Last Planner System de manera adecuada, pero con algunos desafíos en la coordinación y control de la producción, lo que puede afectar la eficiencia en proyectos de construcción de gran escala.	Encuentra dificultades para implementar el Last Planner System de manera efectiva, lo que resulta en problemas significativos en la coordinación y control de la producción en proyectos de construcción de gran escala.
Dirigir de manera efectiva la implementación exitosa de Lean Construction en entornos profesionales, evidenciando competencias destacadas en liderazgo, comunicación y trabajo colaborativo.	Demuestra competencias sobresalientes en liderazgo, comunicación y trabajo colaborativo para integrar de forma exitosa el Lean Construction en entornos profesionales, garantizando resultados positivos en términos de eficiencia	Exhibe competencias adecuadas en liderazgo, comunicación y trabajo colaborativo, siendo posible mejorar aún más estas habilidades para encabezar de forma exitosa la implementación de Lean Construction en entornos profesionales.	Evidencia dificultades importantes en la demostración de competencias de liderazgo, comunicación y trabajo en equipo, lo que impide ser una base sólida para un entorno profesional que buque la integración del Lean Construction en sus proyectos.
Gestionar de manera avanzada los aspectos logísticos de la construcción, a partir de la aplicación de los principios Lean en temas de inventario, suministro y colaboración entre partes interesadas.	Aplica exitosamente los principios Lean en el manejo de los aspectos logísticos de la construcción, fortaleciendo en términos de eficiencia procesos como inventario, suministro y colaboración entre partes interesadas.	Comprende los aspectos logísticos de la construcción y su importancia en el éxito de un proyecto, aunque todavía se encuentra desarrollando habilidades en la aplicación de principios Lean en este apartado	No demuestra habilidades considerables que le permitan ser capaz de gestionar adecuadamente aspectos logísticos de la construcción utilizando principios Lean.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



MICRODISEÑO CURRICULAR

CÓDIGO

MI-FOR-FO-34

VERSIÓN

2

VIGENCIA

2022

Página

3 de 5

7. Unidades temáticas, estrategias didácticas y tiempo asignado

No.	Unidades y contenidos	Estrategias didácticas	Horas				
			Acompañamiento directo			Trabajo Independiente	Total
			Teóricas	Teórico-Prácticas	Prácticas	Independiente	
1	Fundamentos Lean - Filosofía Lean: Principios - Pensamiento Lean: Eficiencia y Mejora Continua - Estructura del Lean Construction	- Clases Magistrales - Seminarios Web - Revisión de literatura especializada	6			18	24
2	Fundamentos del Valor y su aplicación - Generación de Valor en los procesos constructivos - Gestión e Ingeniería del Valor - Mapa de Flujo de Valor: Enfoque Lean - Percepción del valor del cliente	- Prácticas de laboratorio. - Ejercicios Aplicados. - Seminarios Web.	12			36	48
3	Fundamento de las pérdidas y su eliminación - Concepto de Pérdidas - Teoría de los 8 desperdicios - Gestión de Pérdidas y Desperdicios en Obra - Estandarización y Variabilidad en la	- Clases Magistrales. - Seminarios Web. - Revisión de literatura especializada.	12			36	48

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



MICRODISEÑO CURRICULAR

CÓDIGO

MI-FOR-FO-34

VERSIÓN

2

VIGENCIA

2022

Página

3 de 5

	Construcción						
4	Desarrollo Lean Construction • Lean Design • Lean Supply: Logística de la Construcción • Lean Delivery • Gestión de la Calidad: Lean Six Sigma • Gestión del cambio	• Clases Magistrales. • Seminarios Web. • Revisión de literatura especializada • Talleres Grupales. • Experiencias de Simulación. • Juego de roles aplicado.	3	6		27	36
5	Implementación Lean Construction • Integrated Project Delivery • Last Planner System: Enfoque Lean y Aplicación • Trabajo Colaborativo con Modelos de Información	• Prácticas de laboratorio. • Ejercicios Aplicados. • Seminarios Web.	3	3	3	27	36
Totales			36	9	3	144	192
Total			48			144	192

*Entiéndase por práctica las actividades académicas realizadas en espacios formativos, donde se contrastan los fundamentos teóricos y prácticos.

**Especificar la naturaleza de la práctica (Clínica, Pedagógica, Laboratorio, etc.)

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



8. Referencias Bibliográficas

- Cain, C. T. (2004). Profitable Partnering for Lean Construction. Blackwell Publishing.
- Cremona, M. (2013). The application of last planner system in construction design. LAP Lambert Academic Publishing.
- Cuatrecasas, L. (2010). Lean Management: la gestión competitiva por excelencia. Implantación progresiva en 7 etapas. Profit Editorial.
- Donarumo, J., & Zandy, K. (2019). The lean builder: A builder's guide to applying lean tools in the field. Lulu Publishing Services.
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2010). Modern construction: Lean project delivery and integrated practices. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10260>
- Jones, D., & Womack, J. (2005). Lean thinking. Gestion 2000.
- Kelly, J., Male, S. P., & Graham, D. (2004). Value Management of Construction Projects: Kelly/value. Blackwell Science.
- Umstot, D. (2017). Lean project delivery: Building championship project teams. Createspace Independent Publishing Platform.
- Santorella, G. (2017). Lean culture for the construction industry: Building responsible and committed project teams, second edition. Productivity Press.

9. Trazabilidad de la evaluación del microdiseño

Fecha de evaluación actualización y aprobación por el comité de currículo (número de acta)	Modificación	Justificación	Responsables