

**VIABILIDAD DE LA PROPUESTA MORPHO COMO INFRAESTRUCTURA
MULTIFUNCIONAL PARA EL BIENESTAR DE LOS ESTUDIANTES DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE MEDIANTE LA
METODOLOGÍA GENERAL AJUSTADA (MGA).**



Presentado por:

Autores:

Juan David Timaná
Juan Sebastian Hermann

Directora:

Ing. Sandra L Cano M., Ph.D.

Trabajo de grado para optar por el Título de
Ingeniero civil



Grupo de Investigación aplicada en construcción (GRUA)
Programa Académico De Ingeniería Civil
Escuela de Ingeniería civil y geomática
Universidad del Valle 2026

NOTA DE ACEPTACIÓN:

El presente trabajo fue aprobado por el director del programa académico, los jurados y la directora de investigación.

CARLOS A. MADERA SIERRA, PhD.

Director del Programa Académico de Ingeniería Civil.

SANDRA LILIANA CANO MOYA, PhD.

Directora de la investigación.

Jurado

Jurado

Agradecimientos Juan David Timana

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres, Omar Timaná y Claudia Ximena Salazar, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser el pilar fundamental que me permitió llegar hasta este momento. Cada esfuerzo realizado ha sido también por ustedes y gracias a ustedes.

A mi directora de trabajo de grado, Sandra Cano, por su orientación, paciencia y acompañamiento académico durante el desarrollo de esta investigación. Sus aportes fueron fundamentales para culminar este proceso con éxito.

A todas las personas que hicieron parte de este camino de manera directa e indirecta, gracias por el apoyo, la motivación y las palabras de ánimo en los momentos de mayor dificultad. Cada gesto, consejo y muestra de confianza fue importante para no rendirme.

También quiero agradecer a Paula Isabela, quien me acompañó durante una parte significativa de este proceso universitario. Su apoyo, compañía y ánimo en esos años fueron valiosos en esta etapa de mi vida.

Agradecimientos Juan Sebastian Hermann Rivera

Agradezco primeramente a Dios, por haberme concedido la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar este trabajo de grado.

A mi madre, María Fernanda Rivera le expreso mi más profundo agradecimiento por su amor incondicional, apoyo inquebrantable y sacrificios constantes que han permitido que mi camino sea mucho más llevadero.

A mis abuelos, José Gabriel y Noralba, Les debo una gratitud eterna por toda mi carrera universitaria, gracias a ellos soy quien soy a día hoy, les debo una gratitud eterna por sus enseñanzas de vida, su ejemplo de resiliencia y el respaldo emocional que me han brindado siempre.

A mi pareja, Isabella agradezco su comprensión, paciencia y compañía inigualable a lo largo de este proceso. Su apoyo moral y su capacidad para inspirarme en momentos de duda han enriquecido no solo este trabajo, sino también mi crecimiento personal, haciendo posible equilibrar mis responsabilidades académicas con mi diario vivir.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a mis profesores y a la Universidad del Valle, por proporcionar el conocimiento técnico, la orientación experta y los recursos institucionales que han hecho viable esta investigación al lado de la directora, Ing. Sandra L. Cano M., Ph.D., y el Grupo de Investigación Aplicada en Construcción (GRUA).

CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
2.1. Árbol de problemas y objetivos	14
2.2. Delimitación territorial y sectorial.	16
2.3. Análisis de actores.....	17
2.4. Justificación preliminar.	18
2.5. Planteamiento del problema.....	20
3. MARCO TEORICO.....	21
3.1. Antecedentes internacionales	21
3.2 Antecedentes nacionales	22
3.3 Estado del Arte.....	23
3.4. Marco conceptual.....	25
3.5. Síntesis crítica y posicionamiento del estudio	27
4.OBJETIVOS	28
4.1. Objetivo general.....	28
4.2. Objetivos específicos	28
5.METODOLOGIA	29
5.1 Metodología de trabajo conjunto	29
6. ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE LA PROPUESTA MORPHO FRENTE A LAS NECESIDADES DE BIENESTAR ESTUDIANTIL	31

6.1 Diagnóstico de necesidades.	31
6.2 Dimensionamiento preliminar de necesidades espaciales.	45
6.3 Tabla comparativa de espacios de estudio vs cantidad de estudiantes que lo usan.	46
6.4 Caracterización de la población afectada, objetivo y beneficiaria.....	47
6.4.1. Población afectada, objetivo y beneficiaria.	47
6.5 síntesis de capítulo.	49
7. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA MORPHO A PARTIR DE CRITERIOS TÉCNICOS, FINANCIEROS, NORMATIVOS E INSTITUCIONALES.	50
7.1 Criterios técnicos	51
7.2 Criterios financieros.....	61
7.2.1. Presupuesto preliminar.....	61
7.3 Criterios normativos e institucionales.....	65
7.3.1. Evaluación normativa	65
7.3.1. Evaluación institucional.....	66
7.4 síntesis de capítulo	66
8. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA GENERAL AJUSTADA PARA LA VIABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO.	68
8.1 Alternativas de solución.....	68
8.2 Evaluación comparativa de alternativas.....	71
8.3 Matriz de Marco Lógico (MML)	72
8.4 Informe de riesgos y estrategias de mitigación.....	74
8.5 Sostenibilidad institucional y ambiental	75
8.5.1 Sostenibilidad Institucional y Operativa.....	75

8.5.2 Sostenibilidad Ambiental y Eficiencia de Recursos	76
8.6 Alineación Normativa y Estratégica	77
8.7 Evaluación de Impacto Ambiental y Requerimientos Legales	77
8.8 Análisis de fuentes de financiamiento.....	79
8.9 Identificación de Fuentes Potenciales	79
8.10 Estructura de Financiación.....	82
8.11 Estrategia de Gestión de Recursos	84
8.12 Cronograma preliminar de actividades de ejecución del proyecto (diagrama Gantt).....	84
8.14 Cierre del capítulo	85
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
9.1 Conclusiones sobre la problemática.....	87
9.2 Conclusiones acerca de la viabilidad del proyecto	88
9.3 Recomendaciones para la Universidad del Valle.	89
9.4 Implicaciones del estudio.....	90
10. REFERENCIAS.....	91
11.ANEXOS	94

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Cifras de población afectada, objetivo y beneficiaria.</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2. Principales actores involucrados y los posibles riesgos o apoyos asociados a su participación.</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 3. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 4. Disponibilidad de Espacios de Estudio por Programa Académico en la Facultad de Ingeniería.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 5. Cifras de población afectada, objetivo y beneficiaria.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 9. Criterios y ponderaciones según MGA.</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 10. Matriz de Marco Lógico</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 11. Matriz de Impacto Ambiental (Vida útil del proyecto).</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 12. Identificación fuentes de financiamiento</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 13. Esquema de Cierre Financiero Propuesto</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 14. Matriz de riesgos y estrategias de mitigación.</i>	<i>98</i>

RESUMEN

La Universidad del Valle, sede Meléndez, enfrenta una escasez significativa de espacios multifuncionales en su Facultad de Ingeniería, afectando a 1.827 estudiantes de una población total de 6.392, lo que impacta negativamente el bienestar emocional, físico y el desempeño académico debido a la sobrecarga de áreas comunes y la falta de zona para estudio autónomo, socialización y descanso, (Oficina de Planeación y Desarrollo Institucional [OPDI], 2024). El objetivo general de esta tesis es proponer un modelo de infraestructura física multifuncional orientado a mejorar las condiciones académicas y fomentar el desarrollo personal de los estudiantes universitarios, garantizando su viabilidad técnica, normativa y programática para su estructuración como proyecto de inversión pública. Los objetivos específicos incluyen diagnosticar necesidades funcionales, formular criterios técnicos, arquitectónicos y constructivos, y estructurar el perfil del proyecto conforme a la Metodología General Ajustada (MGA).

La metodología se divide en tres fases: diagnóstico mediante encuestas y análisis de brechas, formulación de criterios basados en sostenibilidad y accesibilidad y modularidad, integrando el proyecto arquitectónico MORPHO desarrollado por estudiantes de último semestre de Arquitectura de la Universidad del Valle, 2025; y una estructuración del proyecto bajo MGA, evaluando alternativas de solución. Los resultados destacan la selección de la Alternativa B (Construcción de una nueva infraestructura MORPHO), con una evaluación multicriterio que pondera aspectos técnicos, ambientales, sociales, financieros e institucionales, demostrando viabilidad con un presupuesto preliminar financiado en un 94,63% por el Sistema General de Regalías (SGR) y 5,37% por la Universidad del Valle. Se identifica y mitiga riesgos en categorías financiera, técnicas, institucionales, sociales y ambientales mediante estrategias preventivas y contingentes.

En conclusión, el estudio permite determinar la viabilidad de la propuesta MORPHO como alternativa de infraestructura, proporcionando evidencia técnica, financiera, normativa e institucional para la toma de decisiones, en coherencia con el enfoque de evaluación establecido.

Palabras clave: Infraestructura multifuncional, bienestar estudiantil, facultad de Ingeniería, Metodología General Ajustada (MGA), Universidad del Valle.

ABSTRACT

The Universidad del Valle, Meléndez campus, faces a significant shortage of multifunctional spaces in its Faculty of Engineering, affecting 1,827 students out of a total population of 6,395, which negatively impacts emotional and physical well-being and academic performance due to the overload of common areas and the lack of zones for autonomous study, socialization, and rest, (OPDI, 2024). The general objective of this thesis is to propose a model of multifunctional physical infrastructure aimed at improving academic conditions and fostering the personal development of university students, ensuring its technical, regulatory, and programmatic viability for structuring as a public investment project. The specific objectives include diagnosing functional needs, formulating technical, architectural, and construction criteria, and structuring the project profile in accordance with the Adjusted General Methodology (MGA).

The methodology is divided into three phases: diagnosis through surveys and gap analysis; formulation of criteria based on sustainability, accessibility, and modularity, integrating the MORPHO architectural project; and structuring the profile under MGA, evaluating solution alternatives. The results highlight the selection of Alternative B (construction of new MORPHO infrastructure), with a multi-criteria evaluation weighting technical, environmental, social, financial, and institutional aspects, demonstrating viability with a preliminary budget financed 94,63% by the General Royalty System (SGR) and 5,37% by the Universidad del Valle. Risks are identified and mitigated in technical, financial, institutional, social, and environmental categories through preventive and contingency strategies.

In conclusion, the study allows us to determine the viability of the MORPHO proposal as an infrastructure alternative, providing technical, financial, regulatory and institutional evidence for decision-making, consistent with the established evaluation approach.

Keywords: multifunctional infrastructure, student well-being, Faculty of Engineering, Adjusted General Methodology (MGA), Universidad del Valle.

1. INTRODUCCIÓN

En la educación superior, la infraestructura no solo cumple funciones académicas, sino que también contribuye al bienestar y la formación integral de los estudiantes. La disponibilidad de espacios multifuncionales que integren estudio, socialización y descanso se ha consolidado como un factor clave para fortalecer la experiencia universitaria y mejorar el desempeño académico (UNESCO, 2020).

En este marco, la Universidad del Valle, sede Meléndez, y en particular su Facultad de Ingeniería, enfrentan el desafío de adaptar sus entornos a las necesidades actuales de una comunidad estudiantil diversa y creciente. La formulación de un perfil de proyecto para la creación de espacios multifuncionales representa una oportunidad para promover el bienestar estudiantil, modernizar la infraestructura universitaria y alinear la institución con estándares nacionales e internacionales en calidad de vida universitaria (International Accreditation Council for Business Education [IACBE], n.d.).

La Universidad del Valle es una de las principales instituciones públicas de educación superior en Colombia y un referente académico en el suroccidente del país. Su carácter público la compromete con la formación de profesionales de alta calidad, la generación de conocimiento y el aporte al desarrollo social y regional. Para cumplir este rol, la infraestructura universitaria se convierte en un elemento estratégico, ya que garantiza las condiciones necesarias para la docencia, la investigación y la vida estudiantil.

En el caso de la Facultad de Ingeniería, esta concentra la matrícula más numerosa de la universidad, con 6.395 estudiantes distribuidos entre programas de tecnología, pregrado y posgrado (OPDI, 2024). Sin embargo, el crecimiento de esta comunidad académica no ha estado acompañado de una modernización proporcional de la infraestructura de apoyo. La mayor parte de los espacios disponibles se destinan a aulas, laboratorios y oficinas, mientras que las áreas de estudio autónomo, la recreación y la socialización resultan limitadas. Este panorama se refleja en la utilización improvisada de pasillos, corredores y zonas no diseñadas para el descanso o la interacción, lo que evidencia la necesidad de espacios multifuncionales pensados para

complementar la formación académica con el bienestar estudiantil, incorporando criterios técnicos de diseño estructural y sostenibilidad propios de la ingeniería civil.

El presente trabajo se orienta a determinar la viabilidad técnica, financiera, normativa e institucional de la propuesta de infraestructura física multifuncional MORPHO en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, mediante la aplicación de la Metodología General Ajustada (MGA). La investigación no se enfoca en el diseño arquitectónico del proyecto, sino en su evaluación estructurada como iniciativa de inversión pública, analizando su pertinencia frente a las necesidades reales de bienestar estudiantil y su factibilidad en el contexto universitario. En este marco, se desarrollan procesos de diagnóstico, comparación de alternativas, análisis de riesgos, estructuración presupuestal y definición de estrategia de financiamiento, consolidando una base técnica que permite sustentar su implementación sostenible.

2.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Estudios señalan que las condiciones físicas del entorno educativo forman parte de los factores contextuales que influyen en la experiencia académica y el compromiso estudiantil (Hossain et al., 2023). Desde esta perspectiva, la infraestructura universitaria no constituye únicamente un soporte físico, sino un componente relevante en la configuración de ambientes propicios para el estudio, la permanencia y el bienestar. En este contexto, la Universidad del Valle enfrenta un desafío asociado a la limitada disponibilidad de infraestructura orientada al bienestar estudiantil, situación que se manifiesta en la insuficiente oferta de áreas adecuadas para el descanso, la convivencia y el estudio autónomo en ambientes seguros.

En el caso específico de la Facultad de Ingeniería, la cual para el primer semestre de 2024 registró una matrícula de 6.395 estudiantes en sus diversos niveles formativos (OPDI, 2024), se identifica una presión significativa sobre la infraestructura disponible. De acuerdo con los registros institucionales, aproximadamente 1.827 estudiantes no cuentan con un espacio designado de estudio (OPDI, 2024), lo que evidencia una brecha entre la demanda estudiantil y la capacidad instalada actual. Esta situación se manifiesta en el uso de espacios no diseñados originalmente para actividades académicas formales, como pasillos y zonas de tránsito.

Para determinar el origen de esta problemática, se realizó un análisis mediante un diagrama de Ishikawa, identificando cuatro categorías de causas raíz:

1. Demanda estudiantil: Incremento continuo de la matrícula que genera sobrepoblación en las pocas áreas de bienestar disponibles.
2. Infraestructura: Carencia de instalaciones modernas, obsolescencia de las actuales y falta de programas de mantenimiento preventivo.
3. Financiamiento: Presupuestos limitados y una priorización institucional de recursos hacia otras dependencias, relegando la inversión en bienestar académico.
4. Gestión: Deficiencias en la planeación estratégica y políticas insuficientes para la creación de espacios multifuncionales.

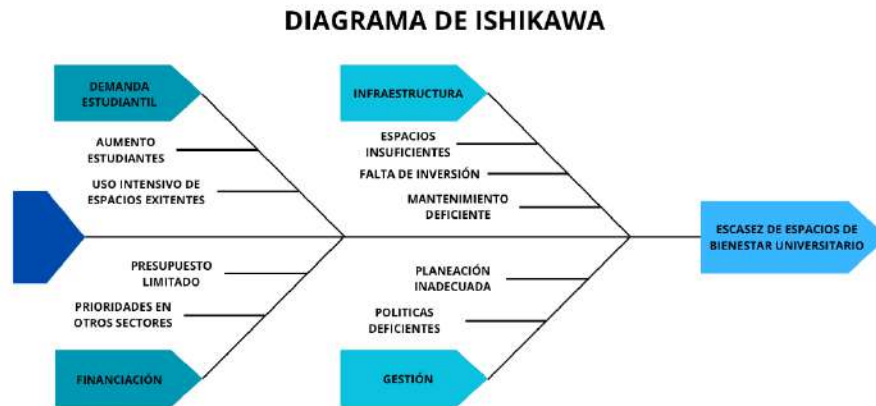


Ilustración 1. Diagrama Ishikawa (Adaptación de (Ishikawa, n.d.)).

Finalmente, la transformación digital y las metodologías activas de aprendizaje demandan hoy espacios flexibles e integradores de tecnología. La falta de respuesta ante estas necesidades no solo aumenta los niveles de estrés y fatiga en los estudiantes, sino que sitúa a la Universidad del Valle en una posición de desventaja competitiva frente a otras instituciones que han implementado con éxito modelos de infraestructura multifuncional.

De acuerdo con lo anterior, se plantean las siguientes preguntas orientadoras para la investigación:

- ¿Cuáles son las necesidades específicas de la comunidad estudiantil en términos de espacios multifuncionales?
- ¿Cuál es la situación actual y las principales deficiencias de los espacios de bienestar en la Universidad del Valle?
- ¿Cómo afecta la escasez de espacios de calidad al bienestar y rendimiento académico de los estudiantes?
- ¿Qué estrategias de planificación y fuentes de financiamiento son viables para resolver esta problemática bajo la situación presupuestaria actual?
- ¿Cuáles son los desafíos en la implementación de este perfil de proyecto y cómo podrían superarse?

2.1. Árbol de problemas y objetivos

Árbol del problema.

El árbol del problema que se presenta en la figura sintetiza de manera estructurada la relación causal entre los factores que originan la insuficiencia de espacios multifuncionales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle en la sede Meléndez y sus consecuencias sobre la comunidad académica. Este esquema permite visualizar las causas de fondo, directas e indirectas, que inciden en la problemática institucional, así como los síntomas y efectos derivados que afectan el bienestar, el desempeño y la permanencia estudiantil.

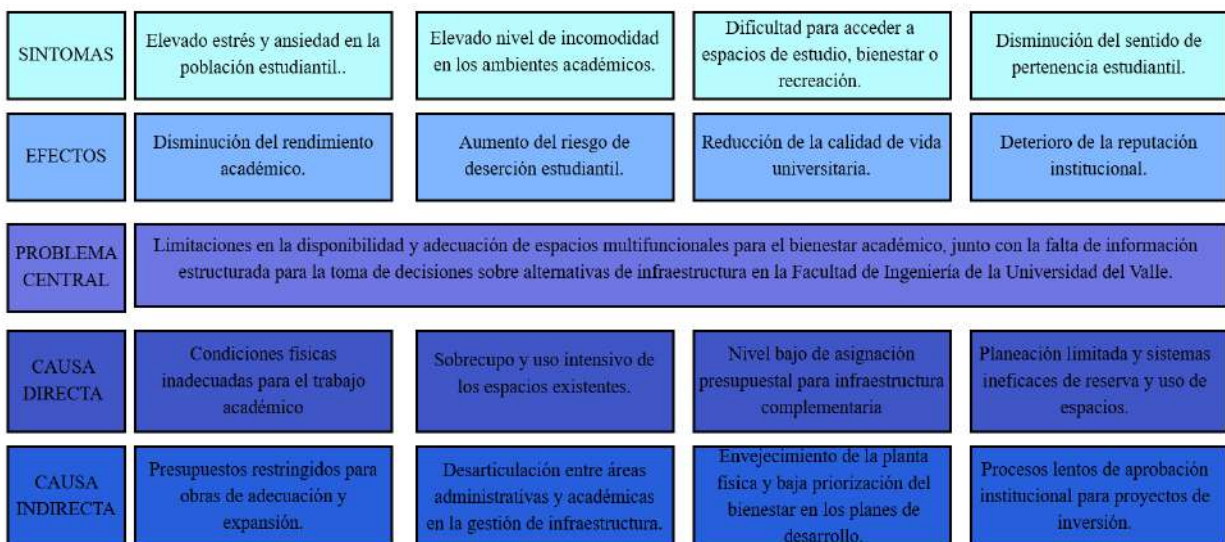


Ilustración 2. Árbol del problema.

Es importante precisar que el árbol de problemas presentado responde a la problemática estructural del contexto institucional (déficit de infraestructura de bienestar); sin embargo, en coherencia con el enfoque metodológico adoptado, el presente estudio no se orienta a resolver directamente dicha problemática, sino a evaluar la viabilidad de una alternativa específica (MORPHO) frente a este contexto por lo que este árbol de problemas y objetivos se toma como referente contextual de cara a la identificación de la necesidad, mientras que el problema de investigación se centra en la ausencia de información para la toma de decisiones sobre la viabilidad del proyecto.

Árbol de objetivos.

A partir de la estructura causal identificada, el árbol de objetivos se formula como la representación de una situación deseada frente a la problemática planteada, en la cual se dispondría de condiciones adecuadas de infraestructura multifuncional que favorezcan el bienestar y la permanencia estudiantil en la Facultad de Ingeniería.

En coherencia con el objetivo general del estudio, este árbol no debe interpretarse como la formulación directa de acciones o soluciones a ejecutar, sino como un referente conceptual que orienta la evaluación de la viabilidad de la propuesta MORPHO bajo el enfoque de la Metodología General Ajustada (MGA).

Condición deseada:

Disponibilidad de infraestructura multifuncional adecuada que contribuya al fortalecimiento de las condiciones de bienestar y estudio de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.

Medios (respuesta a las causas identificadas):

- Construir y adecuar espacios de bienestar con criterios de calidad, ergonomía y sostenibilidad.
- Planificar la capacidad instalada en función del crecimiento de matrícula y picos de demanda.
- Gestionar fuentes de financiamiento viables, incluyendo el Sistema General de Regalías, recursos institucionales y esquemas de cofinanciación.
- Fortalecer la planeación y gestión institucional en materia de infraestructura de bienestar.

Fines (resultados esperados):

- Reducir la brecha entre oferta y demanda de espacios de estudio y permanencia.
- Disminuir la sobreocupación y el uso de áreas improvisadas.
- Mejorar las condiciones físicas para el estudio autónomo y el trabajo colaborativo.
- Fortalecer el entorno académico como soporte del proceso formativo.

2.2. Delimitación territorial y sectorial.

La delimitación territorial y sectorial del proyecto permite definir con precisión el ámbito geográfico, poblacional e institucional sobre el cual se intervendrá, garantizando que las acciones propuestas sean focalizadas, equitativas y escalables. Se busca priorizar a los estudiantes más afectados por la carencia de áreas de estudio, extendiendo los beneficios a la totalidad de la Facultad de ingeniería y la comunidad universitaria de la sede Meléndez, tal como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Cifras de población afectada, objetivo y beneficiaria.

Categoría	Descripción
Ubicación administrativa	País: Colombia Departamento: Valle del Cauca Municipio: Santiago de Cali (código DANE 76001) Dirección: Calle 13 #100-00, Campus Meléndez, Universidad del Valle
Área de intervención	Facultad de Ingeniería y zonas aledañas del Campus Meléndez, donde se concentran los programas académicos de pregrado y posgrado (Civil, Eléctrica, Electrónica, Mecánica, Industrial, Topográfica, Alimentos, entre otros). Se priorizarán las áreas subutilizadas, de fácil acceso y con potencial de adecuación, especialmente aquellas que puedan convertirse en espacios multifuncionales sin afectar la infraestructura verde ni el arbolado del campus.
Población objetivo	Totalidad de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería (6.395 estudiantes de pregrado y posgrado).
Población afectada	1.827 estudiantes sin centro de estudio asignado (OPDI, 2024)
Criterios de delimitación espacial	1. Accesibilidad: Ubicación en zonas de tránsito frecuente estudiantil. 2. Seguridad: condiciones de visibilidad, vigilancia y control institucional. 3. Cercanía: Prioridad a los bloques 351, 357, 353, 384 y zonas intermedias con alta demanda.

	4. Viabilidad técnica: disponibilidad de redes eléctricas, de datos y condiciones estructurales. 5. Respeto ambiental: Protección del arbolado y adaptación al entorno natural.
Alcance sectorial	Comprende la comunidad universitaria de la Facultad de Ingeniería (estudiantes, monitores, docentes y administrativos), con proyección a ser replicado en otras facultades de la Universidad del Valle.
Enfoque territorial	Localizado dentro del campus urbano Meléndez, en un entorno académico de alta concentración estudiantil y movilidad interna, garantizando focalización, equidad y escalabilidad institucional.

2.3. Análisis de actores.

La delimitación territorial y sectorial del proyecto se justifica principalmente porque el Campus Meléndez concentra el 100 % de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, lo que garantiza que la inversión tenga un impacto directo sobre la población objetivo. Además, la Facultad de Ingeniería es una de las más representativas de la Universidad del Valle, con un alto nivel de matrícula y evidentes condiciones de sobrecupo en espacios físicos, lo que refuerza la pertinencia de focalizar la intervención en este entorno.

De igual manera, la ubicación en la ciudad de Cali otorga al proyecto una accesibilidad regional estratégica, dado que la Universidad del Valle recibe estudiantes provenientes de diversos municipios de los departamentos del Valle del Cauca; Cauca y Nariño. El proyecto se encuentra alineado con el sector educativo y contribuye al cumplimiento de metas nacionales e institucionales relacionadas con el bienestar, la permanencia académica y la calidad de la formación profesional.

Al mantener la intervención dentro del campus universitario, se facilita la planificación técnica, administrativa y financiera, evitando la dispersión de recursos en escenarios externos y garantizando un control efectivo por parte de la universidad. Esta concentración espacial y funcional permite una gestión más eficiente, articulada entre las distintas dependencias institucionales y los actores clave que intervienen en la formulación, ejecución y sostenibilidad del proyecto.

En este contexto, se identifican los principales actores involucrados, su nivel de interés, roles dentro del proceso y los posibles riesgos o apoyos asociados a su participación, como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Principales actores involucrados y los posibles riesgos o apoyos asociados a su participación.

Actor	Interés en el proyecto	Rol	Riesgos / Apoyos
Decanatura Facultad de Ingeniería	Alto	Prioriza y gestiona el proyecto	Apoyo institucional, pero riesgo de retrasos administrativos
Bienestar Universitario	Muy alto	Operación de espacios y programas	Apoyo en políticas, pero recursos limitados
Estudiantes	Muy alto	Principales beneficiarios	Frustración por tiempo de ejecución o paros estudiantiles
Dirección de Planeación Univ.	Alto	Aval técnico y financiero	Apoyo en viabilidad, riesgo de tiempos
Rectoría / Consejo Superior	Alto	Fuente de decisiones y asignación de recursos	Respaldo político
MEN / Gobernación / SGR	Medio	Cofinanciación	Requisitos estrictos de elegibilidad

2.4. Justificación preliminar.

El proyecto se alinea, en primer lugar, con los instrumentos de planificación nacional que orientan el desarrollo del sector educativo en Colombia. guarda coherencia con el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023) “*Colombia, potencia mundial de la vida*”, particularmente con el eje Educación como derecho y motor del desarrollo con bienestar, el cual promueve la consolidación de ambientes de aprendizaje dignos, seguros y adecuados como condición para fortalecer la permanencia académica y la formación integral de los estudiantes. A su vez, se enmarca en los lineamientos de la Política Nacional de Bienestar Universitario expedida por el Ministerio de Educación Nacional, que establece la responsabilidad de las instituciones de educación superior de garantizar condiciones físicas, académicas y sociales

que favorezcan el bienestar integral y el desempeño estudiantil (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2016).

En el ámbito internacional, la iniciativa se articula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), particularmente con el ODS 4 (Educación de calidad), al promover entornos de aprendizaje adecuados e inclusivos; el ODS 3 (Salud y bienestar), al fortalecer condiciones físicas y psicosociales que inciden en la calidad de vida estudiantil; y el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), al proponer infraestructura universitaria sostenible e integrada al entorno. Esta correspondencia estratégica se detalla en la Tabla 3.

Finalmente, en el nivel institucional, el proyecto se articula con el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI) de la Universidad del Valle y con su estructura estratégica, particularmente con el Eje 4: Transformación de la gestión administrativa, financiera, ambiental y de la infraestructura física y tecnológica, el cual prioriza el fortalecimiento y modernización de la infraestructura universitaria como soporte del desarrollo académico e institucional (Universidad del Valle, 2015). Esta alineación evidencia que la propuesta no constituye una intervención aislada, sino que responde de manera directa a los lineamientos estratégicos definidos por la Universidad para mejorar su capacidad instalada y las condiciones físicas que sustentan la formación integral.

Tabla 3. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)	Propósito	Contribución del proyecto
ODS 4. Educación de calidad	Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, promoviendo oportunidades de aprendizaje durante toda la vida.	Mejora la infraestructura de apoyo académico, creando espacios adecuados para el estudio autónomo, el trabajo colaborativo y el fortalecimiento del aprendizaje activo.
ODS 3. Salud y bienestar	Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.	Reduce los factores de riesgo asociados al estrés, la ansiedad y la fatiga académica mediante la implementación de espacios de descanso, recreación y bienestar integral.

ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles	Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.	Genera infraestructura accesible, segura y sostenible dentro del campus, fomentando un entorno universitario ambientalmente responsable y socialmente equitativo.
---	--	---

La viabilidad del proyecto se sustenta en tres componentes fundamentales. En el aspecto técnico, la universidad dispone de terrenos y espacios subutilizados que pueden ser adecuados sin afectar la dinámica del campus, además de contar con capacidades internas en áreas como Planeación, Infraestructura y Bienestar Universitario para el diseño y ejecución del proyecto. En el componente financiero, la estructuración del proyecto contempla como fuente principal de financiación el Sistema General de Regalías (SGR), complementado con recursos propios de la Universidad del Valle. En el componente institucional, la iniciativa no surge de manera aislada, sino que se enmarca en los lineamientos estratégicos previamente expuestos, particularmente en el Eje 4 del Plan Estratégico de Desarrollo Institucional.

2.5. Planteamiento del problema

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle se ha identificado una brecha en la disponibilidad de espacios de bienestar estudiantil, lo cual ha motivado la formulación de alternativas de infraestructura multifuncional como la propuesta MORPHO. No obstante, actualmente no se dispone de información técnica, financiera, normativa e institucional suficientemente estructurada que permita determinar, con rigor, la viabilidad de dicha alternativa como proyecto de inversión pública.

Esta ausencia de información limita la toma de decisiones por parte de la universidad y de potenciales fuentes de financiación, generando incertidumbre sobre la pertinencia, factibilidad y sostenibilidad de la propuesta. En este contexto, surge la necesidad de evaluar integralmente la viabilidad del proyecto MORPHO bajo los lineamientos de la Metodología General Ajustada (MGA), con el fin de sustentar su posible implementación. En este sentido se plantea la pregunta: ¿Es viable, desde el punto de vista técnico, financiero, normativo e institucional, la propuesta de infraestructura multifuncional MORPHO como alternativa de inversión pública para la Facultad

de Ingeniería de la Universidad del Valle, y en qué condiciones puede estructurarse bajo la Metodología General Ajustada (MGA) para sustentar su implementación?

3. MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes internacionales

La Universidad de Oxford, fundada en el siglo XII, ha desarrollado un sistema de colleges, cada uno con sus propias residencias, comedores y jardines, proporcionando a los estudiantes espacios adecuados para el descanso y la interacción social. Entre estos espacios se encuentra University Parks, un parque diseñado en 1864 con el propósito de brindar un entorno para actividades deportivas, recreativas y de esparcimiento. Este parque, originalmente propiedad de Merton College, fue adquirido por la Universidad y convertido en un espacio abierto al público casi todos los días del año, ofreciendo senderos, zonas verdes y áreas destinadas a la relajación y los juegos informales (University of Oxford Parks, n.d.).

Por su parte, la Universidad de Harvard, establecida en 1636, ha implementado infraestructuras que combinan la vida académica con el bienestar estudiantil. Su campus cuenta con Harvard Yard, un amplio espacio verde central que actúa como punto de encuentro y esparcimiento para los estudiantes. Además, en la década de 1930, Harvard desarrolló el House System, un modelo de residencias universitarias que integra comedores, salas comunes y espacios para actividades académicas y recreativas. Este sistema busca fortalecer la comunidad estudiantil, ofreciendo a los alumnos un entorno propicio para la convivencia y el desarrollo personal. En cada una de estas casas se organizan actividades como conferencias, mesas de discusión y reuniones culturales que promueven la interacción entre los estudiantes y el cuerpo docente (Harvard College, n.d.).

Otro ejemplo relevante es el de la Universidad de Toronto, fundada en 1827, que en 1919 inauguró Hart House, un centro de vida estudiantil diseñado para ofrecer a la comunidad universitaria espacios adecuados para el desarrollo cultural, social y deportivo. Este edificio de más de 200.000 pies cuadrados alberga salas de estudio, una galería de arte, instalaciones deportivas, un teatro, espacios para reuniones y un restaurante. Hart House ha sido concebida como un punto de encuentro donde los estudiantes, profesores, exalumnos y miembros de la comunidad

pueden conectarse y participar en diversas actividades orientadas al bienestar. Además, cuenta con una granja satélite de 150 acres en Caledon, Ontario, lo que permite la realización de programas en entornos naturales que complementan las experiencias académicas y recreativas de los estudiantes (Hart House, n.d.).

En Europa, la Universidad Politécnica de Valencia ha desarrollado un modelo innovador a través de la Casa del Alumno, fundada en 2003. Este espacio, concebido como un lugar de trabajo y ocio dirigido por los mismos estudiantes, ofrece una amplia disponibilidad horaria y cuenta con salas para talleres, reuniones y conferencias. La Casa del Alumno permite a los estudiantes disponer de áreas diseñadas específicamente para su bienestar, facilitando la realización de actividades académicas y recreativas en un ambiente moderno y flexible. Además, este modelo de autogestión estudiantil permite que las decisiones sobre el uso y organización de los espacios sean tomadas en función de las necesidades reales de la comunidad universitaria, promoviendo la autonomía y el sentido de pertenencia entre los estudiantes (Casa del Alumno – Exterior, 2019).

Estos antecedentes evidencian una tendencia hacia la integración de espacios multifuncionales que combinan actividades académicas, sociales y de bienestar, aun cuando estos modelos se desarrollan en contextos institucionales con alta disponibilidad de recursos y estructuras consolidadas de gestión, limitando la posibilidad de que se repliquen de forma directa en universidades públicas de países en desarrollo. En este sentido, si bien constituyen referentes valiosos en términos de diseño y concepción del espacio, su implementación requiere ser evaluada bajo criterios de viabilidad técnica, financiera e institucional adaptados al contexto local.

3.2 Antecedentes nacionales

En el contexto colombiano, algunas universidades han comenzado a desarrollar estrategias similares para mejorar la infraestructura de bienestar estudiantil. La Universidad Nacional de Colombia ha impulsado la creación de nuevos espacios en sus diferentes sedes con el propósito de mejorar la calidad de vida de los estudiantes. Estas iniciativas incluyen la ampliación de áreas de estudio, zonas de descanso y la integración de espacios naturales dentro del campus.

Un caso más reciente es el de la Universidad del Tolima, que en 2023 inició un ambicioso proyecto de adecuación de espacios de bienestar y estudio con un presupuesto de \$4.500 millones de pesos, financiado a través del Sistema General de Regalías. Este proyecto contempla la construcción de aulas interactivas, áreas de coworking y un boulevard universitario diseñado para facilitar la interacción social y académica. Además, incluye la adecuación de espacios verdes y la modernización de residencias estudiantiles, con el objetivo de proporcionar un entorno más adecuado para la vida universitaria (El Olfato, 2023).

Dentro del entorno urbano de Santiago de Cali, un referente importante es el proyecto en curso de la Plazoleta Terrazas de San Fernando, liderado por la Universidad del Valle. Esta iniciativa busca optimizar los espacios de encuentro y convivencia en el campus, respondiendo a las necesidades de la comunidad universitaria. La plazoleta, que se está construyendo en el Campus San Fernando, tiene como objetivo proporcionar un espacio de bienestar e inclusión para estudiantes, docentes y visitantes. Aunque el proyecto aún está en ejecución, se espera que, una vez finalizado, ofrezca áreas adecuadas para el descanso, la recreación y la interacción social, fortaleciendo la integración y el sentido de comunidad dentro de la universidad (Universidad del Valle, 2025).

A nivel nacional, las experiencias analizadas reflejan un avance hacia la modernización de la infraestructura universitaria, particularmente mediante la ampliación de espacios y la incorporación de entornos colaborativos. No obstante, estas iniciativas evidencian una predominancia de enfoques orientados a la expansión física, con menor énfasis en la optimización multifuncional del espacio existente. Adicionalmente, se observa que la estructuración de estos proyectos no siempre se presenta de manera explícita bajo metodologías de evaluación como la MGA, lo que resalta la necesidad de integrar enfoques técnicos y metodológicos que permitan sustentar la viabilidad de este tipo de intervenciones en el contexto colombiano.

3.3 Estado del Arte

Las universidades han venido ampliando su infraestructura para responder a la creciente demanda de espacios de estudio y bienestar. La solución más común ha sido la expansión física y la

construcción de nuevas instalaciones que permitan mejorar las condiciones de aprendizaje y convivencia en el campus.

En Colombia, la Universidad Nacional de Colombia ha implementado planes de ampliación en sus sedes de Bogotá, Medellín y Manizales con el objetivo de fortalecer su sistema de bienestar universitario (Universidad Nacional de Colombia, 2018).

De manera similar, la Universidad EAN inauguró en 2021 el edificio EAN Legacy, una infraestructura sostenible de aproximadamente 20.000 m² con certificación LEED Oro, que integra aulas, laboratorios, auditorios, gimnasio, zonas deportivas y más de 1.600 puestos de estudio, optimizando el uso del espacio para la comunidad académica (Ean Legacy, 2021). Este proyecto representa una apuesta por la modernización de la infraestructura universitaria bajo criterios de sostenibilidad y eficiencia espacial

Por su parte, la Universidad Cooperativa de Colombia ha impulsado la ampliación de su campus en Bogotá mediante la construcción de nuevos entornos académicos que incluyen 31 aulas, 15 áreas de coworking, 12 espacios colaborativos, 14 laboratorios y un auditorio para 160 personas, además de la implementación del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI), concebido como un modelo que trasciende la biblioteca tradicional al integrar zonas de trabajo colaborativo, salas de lectura y espacios de exposición (Universidad Cooperativa de Colombia, 2022). Estas iniciativas reflejan una transición hacia modelos espaciales más flexibles y multifuncionales.

nivel internacional, algunas instituciones han adoptado estrategias específicas orientadas directamente al bienestar estudiantil. El British Columbia Institute of Technology implementó una sala de siestas que permite a los estudiantes reservar espacios de descanso en un ambiente controlado durante una hora, como parte de una estrategia institucional para apoyar la salud y el rendimiento académico (CBC News, 2016). De manera similar, la University of California, Berkeley, dispone de las denominadas REST Zones, áreas diseñadas para la relajación y el descanso, equipadas con sillones y cápsulas de siesta disponibles para la comunidad estudiantil (University of California, Berkeley, n.d.).

Estos proyectos muestran distintas estrategias para abordar la insuficiencia de espacios en las universidades, ya sea a través de ampliaciones físicas, integración de entornos colaborativos o creación de áreas de descanso y bienestar por lo que la combinación de estos enfoques puede servir como referencia para el desarrollo del presente proyecto, que busca generar espacios multifuncionales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, adaptados a las necesidades de su comunidad estudiantil. Adicionalmente, el análisis realizado en este apartado, permite identificar tres enfoques predominantes: la expansión de infraestructura, la multifuncionalidad del espacio y la implementación de soluciones específicas de bienestar. Si bien cada uno de estos enfoques aporta elementos relevantes, su aplicación aislada resulta insuficiente para abordar integralmente la problemática.

3.4. Marco conceptual

Se entienden como áreas físicas diseñadas para cumplir diversos propósitos, tales como estudio individual y grupal, socialización, descanso y recreación. Su valor radica en la flexibilidad para adaptarse a diferentes dinámicas académicas y sociales, fomentando tanto el aprendizaje colaborativo como el bienestar personal. Estos espacios trascienden el uso tradicional de las aulas, al integrar ambientes de apoyo al desarrollo integral del estudiante (American College Health Association [ACHA], 2019).

Bienestar estudiantil hace referencia al conjunto de condiciones materiales, sociales y emocionales que favorecen la calidad de vida de los estudiantes dentro de la institución universitaria. Incluye aspectos relacionados con la salud física y mental, la integración social, la recreación y la disponibilidad de infraestructura adecuada. El bienestar se entiende aquí no solo como un complemento a la formación académica, sino como un elemento que potencia el rendimiento académico y la permanencia estudiantil (Hossain et al., 2023).

La infraestructura universitaria corresponde al conjunto de edificaciones, espacios y recursos físicos dispuestos por una institución educativa para el desarrollo de sus funciones académicas y de apoyo. Dentro de este concepto se incluyen tanto aulas y laboratorios como espacios complementarios que favorecen la vida universitaria. La infraestructura adecuada garantiza

accesibilidad, funcionalidad y sostenibilidad, contribuyendo a que la universidad cumpla con sus objetivos formativos e institucionales (Alsayyari et al., 2019).

En el marco de la Metodología General Ajustada (MGA), el perfil de proyecto corresponde a la fase de identificación dentro del ciclo de inversión pública, orientada a delimitar la problemática y estructurar alternativas preliminares de intervención (Departamento Nacional de Planeación [DNP], n.d.). En el presente trabajo, esta estructura metodológica se adopta como referente para organizar el análisis del proyecto, incorporando elementos técnicos, financieros e institucionales que permitan valorar su viabilidad preliminar como iniciativa susceptible de inversión pública (Investment Centre Division, 2007).

Para efectos de este proyecto, se adopta la Metodología General Ajustada (MGA) como el marco normativo y técnico que orienta la estructuración de iniciativas susceptibles de inversión pública ante entes territoriales. A través de sus fases identificación, preparación, evaluación y ejecución, permite estandarizar procesos y asegurar la coherencia entre los objetivos del proyecto y las políticas de desarrollo institucional y nacional.

En el presente trabajo, la MGA sirve como referente metodológico para organizar la estructuración de la propuesta de espacios multifuncionales, garantizando que su análisis incorpore criterios técnicos, financieros e institucionales acordes con los lineamientos establecidos para proyectos de inversión pública (Departamento Nacional de Planeación [DNP], n.d.).

El sistema general de regalías por sus siglas (SGR) es un mecanismo del Estado colombiano encargado de administrar los recursos provenientes de la explotación de recursos naturales no renovables, destinados a financiar proyectos de inversión en diferentes sectores, incluido el educativo. Su importancia en el presente proyecto radica en que representa una opción prioritaria de financiamiento para la creación de espacios multifuncionales, aliviando la carga presupuestaria de la Universidad del Valle y promoviendo la sostenibilidad de la inversión (Cárdenas, 2021).

Desde el punto de vista conceptual, la articulación entre infraestructura universitaria, bienestar estudiantil y evaluación de proyectos permite establecer una base teórica sólida para el desarrollo del estudio. No obstante, la revisión evidencia que, aunque estos conceptos han sido ampliamente

abordados de manera individual, su integración bajo un enfoque de evaluación de viabilidad en proyectos de infraestructura multifuncional es aún limitada. En este sentido, el presente trabajo busca contribuir a esta articulación, abordando el análisis desde la Metodología General Ajustada (MGA) como marco estructurante para la toma de decisiones.

3.5. Síntesis crítica y posicionamiento del estudio

La revisión de la literatura permite evidenciar que la problemática del bienestar estudiantil y la infraestructura universitaria ha sido abordada desde múltiples enfoques, que incluyen la expansión física, la optimización multifuncional del espacio y la implementación de soluciones específicas de bienestar. Cada uno de estos enfoques presenta ventajas y limitaciones en función del contexto institucional, los recursos disponibles y los objetivos estratégicos.

En el contexto de universidades públicas, caracterizadas por restricciones presupuestarias y alta demanda de servicios, la adopción de modelos basados exclusivamente en la expansión de infraestructura resulta limitada, lo que resalta la pertinencia de enfoques orientados a la eficiencia y multifuncionalidad del espacio.

En este marco, el presente estudio se posiciona en un enfoque de evaluación de viabilidad de infraestructura multifuncional, integrando criterios técnicos, financieros, normativos e institucionales bajo la Metodología General Ajustada (MGA). A diferencia de estudios orientados a la formulación directa de soluciones, esta investigación se centra en generar información estructurada para la toma de decisiones, permitiendo determinar la pertinencia y factibilidad de la propuesta MORPHO como alternativa de inversión pública. Este posicionamiento permite articular la revisión teórica con el enfoque metodológico del estudio, superando un análisis descriptivo y aportando una perspectiva crítica orientada a la implementación real de soluciones en el contexto universitario.

4.OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar la viabilidad técnica, financiera, normativa e institucional de la propuesta de infraestructura física multifuncional MORPHO para atender las necesidades de bienestar de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, mediante la aplicación de la Metodología General Ajustada (MGA), con el fin de garantizar su implementación sostenible.

4.2. Objetivos específicos

1. Analizar la pertinencia de la propuesta MORPHO frente a las necesidades de bienestar estudiantil, mediante la identificación y validación de requerimientos funcionales en el contexto de la Facultad de Ingeniería.
2. Evaluar la propuesta MORPHO a partir de criterios técnicos, financieros, normativos e institucionales, estableciendo su coherencia y factibilidad en el contexto universitario.
3. Aplicar la Metodología General Ajustada (MGA) en la estructuración del proyecto, incorporando análisis de riesgos, estrategia de financiamiento y criterios de sostenibilidad.

5.METODOLOGIA

El presente estudio corresponde a una evaluación ex ante de viabilidad de una alternativa de infraestructura previamente formulada, y no a la formulación de un proyecto desde cero. En este sentido, la investigación se orienta a generar información técnica, financiera, normativa e institucional que permita sustentar la toma de decisiones sobre la implementación de la propuesta MORPHO, en coherencia con los lineamientos de la Metodología General Ajustada (MGA).

5.1 Metodología de trabajo conjunto

Con el fin de contar con un insumo arquitectónico definido para su evaluación, se estableció un trabajo articulado con los autores del proyecto MORPHO, desarrollado por Camila Yiseth Melo Melo y David Felipe Quintero Martínez bajo la dirección del Arq. Francisco León Ramírez-Potes en la Universidad del Valle (Ilustración 2). Esta interacción interdisciplinaria permitió comprender los fundamentos conceptuales de la propuesta, orientada a la integración del paisaje y la arquitectura mediante topografías intervenidas y espacialidades abiertas. Como resultado, los estudiantes de arquitectura suministraron los planos y representaciones técnicas consignadas en su proyecto de grado, los cuales constituyen el insumo base para el presente estudio. A partir de dicha documentación, este trabajo asume la evaluación de la propuesta desde la perspectiva de la ingeniería civil, analizando su viabilidad técnica, financiera, normativa e institucional conforme a los objetivos planteados y a la aplicación de la Metodología General Ajustada (MGA).

En coherencia con el enfoque metodológico adoptado, el problema de investigación no se formula como la existencia de un déficit de infraestructura, sino como la ausencia de información estructurada que permita determinar la viabilidad de una alternativa específica. En consecuencia, el objetivo general del estudio se orienta a evaluar dicha viabilidad, estableciendo una relación directa y consistente entre el problema planteado, los objetivos definidos y el tipo de estudio desarrollado.

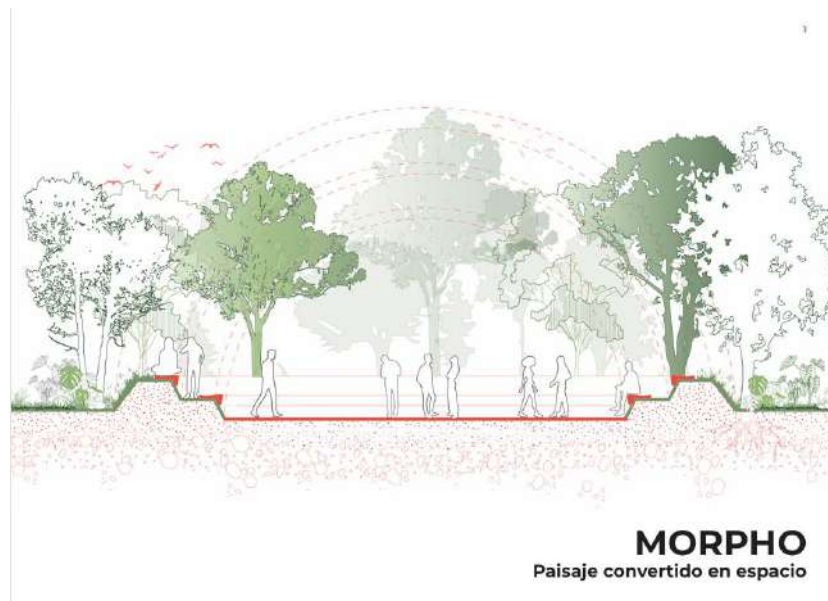


Ilustración 2. "MORPHO paisaje convertido en espacio" por: Camila Yiseth Melo Melo- David Felipe Quintero - director: Arquitecto. Francisco León Ramírez Potes

La secuencia metodológica que orienta el desarrollo del presente trabajo se estructura en tres fases interrelacionadas que comprenden el diagnóstico de necesidades, la evaluación técnica y estructural de la propuesta y la aplicación de la Metodología General Ajustada (MGA) para analizar su viabilidad. Este proceso se sintetiza en el diagrama metodológico del estudio, el cual integra el levantamiento y análisis de información con la evaluación integral del proyecto bajo criterios técnicos, financieros, normativos e institucionales. En coherencia con los objetivos específicos planteados, el capítulo 6 desarrolla el diagnóstico de las necesidades de espacios multifuncionales en la Facultad de Ingeniería (objetivo específico 1); el capítulo 7 presenta la evaluación de la propuesta MORPHO a partir de criterios técnicos, financieros, normativos e institucionales (objetivo específico 2); y el capítulo 8 aplica la MGA para el análisis de alternativas, la valoración de riesgos y la definición de la estrategia de financiamiento (objetivo específico 3).

6. ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE LA PROPUESTA MORPHO FRENTE A LAS NECESIDADES DE BIENESTAR ESTUDIANTIL

Los resultados presentados en este capítulo deben interpretarse desde la generación de evidencia para evaluar la viabilidad de una alternativa específica; cada análisis desarrollado se orienta a sustentar la toma de decisiones en torno a la implementación del proyecto MORPHO, y para el caso particular del objetivo específico 1, este capítulo desarrolla el análisis de la pertinencia de la propuesta MORPHO a partir de un proceso estructurado que integra, por una parte, la identificación de necesidades percibidas por la comunidad estudiantil y, por otra, la cuantificación técnica de la capacidad instalada existente.

Inicialmente, se caracterizaron las condiciones funcionales de los espacios destinados a estudio y permanencia, mediante la aplicación de una encuesta estructurada orientada a validar la percepción de insuficiencia y priorización de requerimientos espaciales. De manera complementaria, se realizó el levantamiento de información institucional sobre matrícula y áreas asignadas a centros de estudio, lo que permitió dimensionar objetivamente la población sin cobertura espacial adecuada. A partir de esta base cuantitativa independiente y tomando como referencia estándares normativos de planeamiento físico-espacial aplicables al contexto educativo, se estimó el requerimiento teórico de área por usuario simultáneo. La comparación entre dicho estándar y la capacidad instalada existente permitió identificar una brecha cuantificable en metros cuadrados.

6.1 Diagnóstico de necesidades.

Se constituye la encuesta como un instrumento adecuado para el diagnóstico de necesidades espaciales, al permitir reconstruir la realidad desde la experiencia cotidiana de los estudiantes y fundamentar, desde una base empírica y contextual, la propuesta arquitectónica desarrollada.

Justificación metodológica

La investigación sigue una ruta cualitativa de carácter inductivo, pues parte de las experiencias particulares de los estudiantes para construir una comprensión general del problema espacial.

Como señalan Hernández-Sampieri et al., en este enfoque “primero se exploran y describen individualidades, para posteriormente generar una perspectiva más general”.

Hernández-Sampieri et al. indican que la investigación cualitativa es naturalista porque “los casos se estudian en sus contextos o ambientes naturales y los eventos se analizan tal y como sucedieron”. De esta manera, el estudio adopta este enfoque naturalista e interpretativo, dado que los estudiantes fueron abordados en sus ambientes reales de uso del campus pasillos, centros de estudio, bibliotecas y espacios de permanencia sin manipular ni intervenir las condiciones del entorno.

Tipo de muestreo

La selección de participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico, de tipo voluntario y diverso. Según Hernández-Sampieri et al., el muestreo no probabilístico “extrae significado de los datos y no necesita reducirlos a números ni analizarlos estadísticamente”, sino contextualizar los hallazgos dentro del entorno estudiado.

En consecuencia, no se realizó un cálculo matemático del tamaño de la muestra, dado que la validez del estudio no depende de la inferencia estadística, sino de la consistencia de los patrones identificados y del detalle contextual de la información. Los estudiantes encuestados participaron a partir de su presencia en distintos espacios de la Facultad de Ingeniería y mediante convocatoria voluntaria en medios digitales, lo que permitió captar una diversidad de experiencias asociadas tanto a actividades académicas como a tiempos de ocio, enriqueciendo la interpretación del diagnóstico.

Caracterización de la muestra estudiantil

1. ¿A qué programa académico perteneces?

La mayoría de las respuestas proviene de estudiantes de Ingeniería Civil, seguidos por Ingeniería Topográfica y otros programas. No obstante, esta distribución cumple únicamente una función descriptiva: no constituye un elemento central para la validación del proyecto, dado que el objetivo

no es comparar percepciones entre programas sino recoger la visión general del estudiantado sobre los espacios de la Facultad.

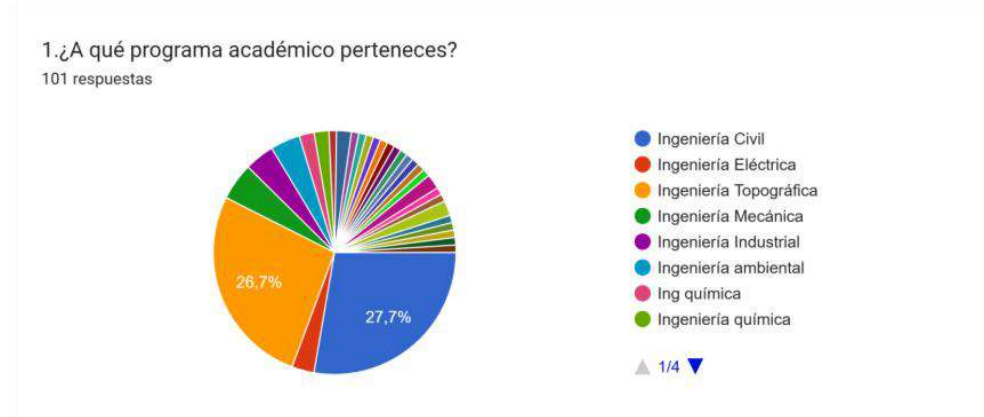


Ilustración 3. Diagrama de pastel de respuestas de pregunta 1

2. ¿En qué semestre te encuentras?

La muestra presenta participación de estudiantes desde semestres iniciales hasta avanzados, con una mayor presencia a partir de cuarto semestre en adelante. Esto permite contar con percepciones provenientes de estudiantes con una trayectoria suficiente dentro de la Facultad para evaluar el uso de los espacios.

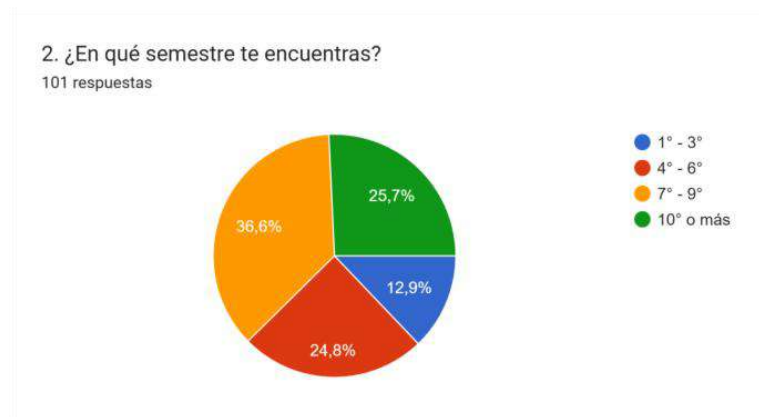


Ilustración 4. Diagrama de pastel de respuestas pregunta 2

3. ¿Cuánto tiempo pasas en la universidad fuera del horario de clases?

La mayoría de los estudiantes permanece entre 4 y 6 horas adicionales en el campus. Este dato confirma una permanencia prolongada que demanda espacios adecuados para continuar con actividades académicas, descanso o reuniones de trabajo.



Ilustración 5. Diagrama de pastel de respuestas a la pregunta 3

Hábitos de uso de espacios

4. ¿Dónde estudias habitualmente en la universidad?

En esta pregunta los estudiantes podían escoger más de un lugar, así que aunque participaron 101 personas, se registraron 175 selecciones. Por eso, los porcentajes no indican exclusividad ni tiempo de uso, sino cuántos estudiantes de los 101 encuestados usan cada espacio al menos de vez en cuando. Esto permite entender qué lugares hacen parte de la experiencia real de estudio en la Facultad.

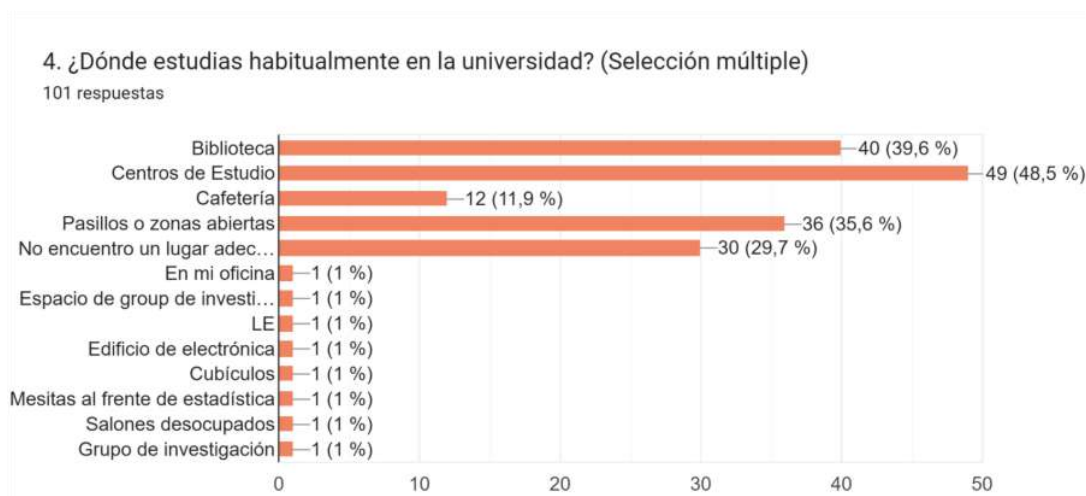


Ilustración 6. Diagrama de barras pregunta 4

En conjunto, estos datos muestran que, aunque existen algunos espacios formales como los centros de estudio y la biblioteca, una parte importante de los estudiantes debe recurrir a lugares improvisados o incluso afirma no encontrar ningún sitio adecuado.

5. ¿Dónde sueles descansar o desconectarte entre clases?

Al igual que la pregunta anterior, esta también permitía seleccionar más de una opción.

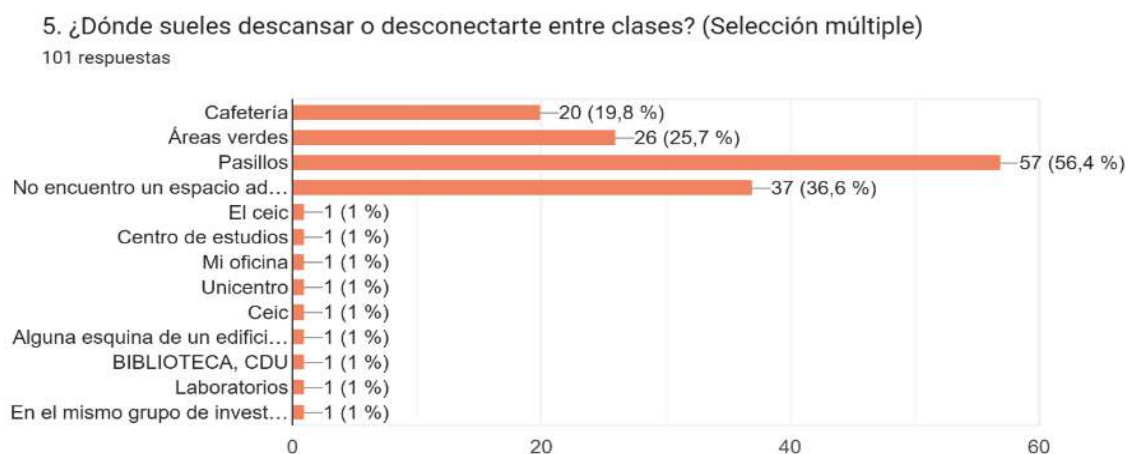


Ilustración 7. diagrama de barras pregunta 5

Los resultados muestran que los estudiantes descansan principalmente en espacios improvisados, como los pasillos, o declaran no encontrar un lugar adecuado para hacerlo.

Percepción sobre suficiencia y necesidad de espacios

6. ¿Con qué frecuencia sientes que los espacios actuales son insuficientes o inadecuados para estudiar o descansar?

Más del 70% de los encuestados expresa insuficiencia de manera frecuente o muy frecuente.

6. ¿Con qué frecuencia sientes que los espacios actuales son insuficientes o inadecuados para estudiar o descansar?
101 respuestas

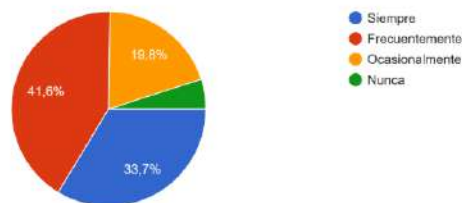


Ilustración 8. Diagrama de pastel pregunta 6

7. ¿Consideras que la Facultad de Ingeniería necesita más espacios multifuncionales?

Existe un consenso claro en que sí, la Facultad requiere nuevos espacios multifuncionales que integren estudio, descanso y trabajo colaborativo.

7. ¿Consideras que la Facultad de Ingeniería necesita más espacios multifuncionales para estudio, descanso y trabajo en grupo?
101 respuestas

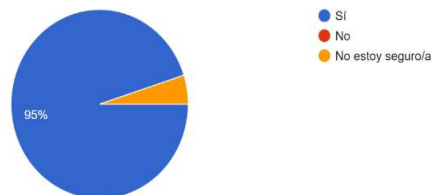


Ilustración 9. Diagrama de pastel pregunta 7

Impactos percibidos en la vida académica y personal

8. ¿En qué medida la falta de estos espacios ha afectado tu rendimiento académico?

Los estudiantes reportan una afectación moderada a alta en su rendimiento, señalando dificultades para encontrar ambientes apropiados para realizar estudio independiente.

8. ¿En qué medida la falta de estos espacios ha afectado tu rendimiento académico?
101 respuestas

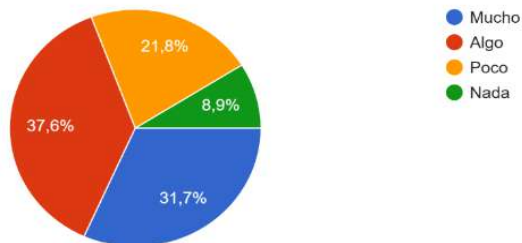


Ilustración 101. Diagrama de pastel pregunta 8

9. ¿En qué medida la falta de estos espacios ha afectado tu bienestar?

La mayoría indica impactos en términos de estrés, cansancio y desconcentración.

9. ¿En qué medida la falta de estos espacios ha afectado tu bienestar (estrés, cansancio, desconcentración)?
101 respuestas

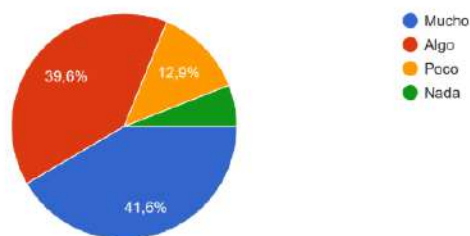


Ilustración 11. Diagrama de pastel pregunta 9

Preferencias y prioridades para el diseño de nuevos espacios

10. ¿Qué tipo de espacios considerarías más útiles? (Selección múltiple)

Esta pregunta también permitía seleccionar más de una opción.



Ilustración 12. Diagrama de barras pregunta 10

En conjunto, estos resultados muestran que los estudiantes valoran principalmente los espacios que les permitan descansar, trabajar en grupo y colaborar, seguidos por aquellos que integran tecnología para reuniones o presentaciones. La alta demanda de áreas de descanso confirma que los estudiantes no solo requieren espacios académicos, sino también ambientes que apoyen la permanencia y el bienestar dentro de la Facultad.

11. ¿Cuáles de las siguientes características serían más importantes para estos espacios?

La pregunta permitía seleccionar hasta tres características importantes. Por lo tanto, los porcentajes representan cuántos estudiantes consideran cada característica como un elemento relevante para el diseño de nuevos espacios, sin que esto implique exclusividad.

11. ¿Cuáles de las siguientes características serían más importantes para estos espacios?
(Selecciona hasta 3)
101 respuestas

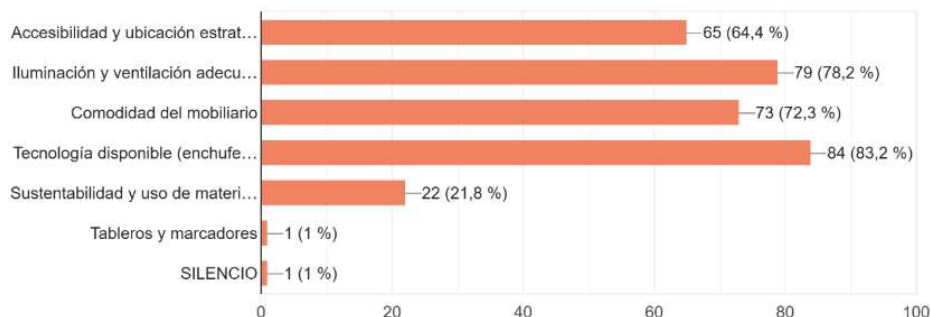


Ilustración 13. Diagrama de barras pregunta 11

Los resultados evidencian que los estudiantes priorizan características básicas y funcionales para los nuevos espacios: sostenibilidad, buena iluminación, confort y accesibilidad. La tecnología aparece como un complemento relevante, pero no tan prioritario como las condiciones ambientales y el mobiliario. Esto muestra que, antes que la sofisticación, los estudiantes buscan espacios cómodos, bien ubicados y ambientalmente agradables para estudiar, descansar o trabajar en grupo.

Comentarios o sugerencias realizados por estudiantes.

Los comentarios reflejan una preocupación generalizada por el estado actual de la infraestructura en la Facultad de Ingeniería y en la Universidad del Valle. Los estudiantes mencionan problemas como baños en mal estado, filtraciones de agua, insuficiencia de espacios y daños estructurales en edificios recientes, como el B13 y la Torre de Ingeniería. También señalan la ausencia de espacios formales para estudio, descanso, alimentación y convivencia, lo que obliga a usar áreas improvisadas que no cuentan con las condiciones adecuadas.

Se destaca la necesidad de mejorar aspectos básicos de la experiencia cotidiana, como la limpieza, la disponibilidad de mesas y sillas, la instalación de tomacorrientes, el acceso a una mejor red Wi-Fi. Algunos comentarios solicitan que los nuevos espacios promuevan ambientes tranquilos, libres de sustancias psicoactivas, y que exista una gestión que evite la saturación de usuarios mediante un uso ordenado.

Finalmente, varias opiniones coinciden en que es urgente contar con espacios de bienestar, lectura, descanso y estudio dentro de la Facultad, así como adoptar soluciones más estructurales y sostenibles que superen las respuestas improvisadas.

Conclusión de la encuesta aplicada

Los resultados evidencian una coincidencia consistente en la percepción estudiantil: los encuestados manifiestan una insuficiencia recurrente de espacios adecuados para estudiar, descansar y trabajar en grupo dentro de la Facultad de Ingeniería. Los lugares actualmente utilizados corresponden, en gran medida, a espacios no diseñados para tales fines, como pasillos, cafeterías y zonas sin acondicionamiento específico. De acuerdo con las respuestas obtenidas, esta situación es percibida por los estudiantes como un factor que incide en su rendimiento académico y en su bienestar cotidiano.

Se observa una aceptación amplia respecto a la necesidad de contar con espacios multifuncionales, priorizando condiciones de comodidad, iluminación, ventilación y accesibilidad, en coherencia con las demandas identificadas en el diagnóstico.

La propuesta arquitectónica MORPHO – Paisaje convertido en espacio-adquiere sentido funcional y social. Su planteamiento parte de criterios contemporáneos de diseño, permeabilidad, integración con el entorno natural, flexibilidad espacial, confort ambiental y circulación libre; que, permiten armonizar el movimiento cotidiano de los estudiantes con espacios que reparan, acogen y potencian la vida académica. La estructura abierta planteada por los autores Camila Melo y David Quintero responde justamente al vacío identificado en el diagnóstico: la necesidad de contar con espacios que no se perciban como “aulas extendidas”, sino como lugares vivos, integrados al paisaje, que acompañan los ritmos reales del campus.



Ilustración 14. Zonificación y visualización del conjunto MORPHO.

A partir de esta lectura y de los resultados de la encuesta, cada uno de los espacios diseñados en el proyecto encuentra una justificación directa en las necesidades estudiantiles:

Zona multifuncional: Las respuestas muestran que muchos estudiantes terminan estudiando o descansando en cafeterías. Esto evidencia la urgencia de contar con una cafetería pensada como un nodo social, suficientemente amplia, ventilada y articulada al paisaje, que permita comer, conversar y descansar sin invadir espacios destinados a otras funciones.

Espacios de Recreación: Los estudiantes señalaron repetidamente la falta de lugares para desconexión, ocio y recuperación. MORPHO incorpora áreas de recreación que no rompen la continuidad del paisaje, sino que lo amplifican.



Ilustración 15. Perspectiva, planta y secciones de la zona de recreación, mostrando su integración con el paisaje y la geometría de cubierta.

Áreas de Descanso: El diagnóstico muestra que 37 de 101 estudiantes no encuentran un lugar adecuado para descansar, mientras que 57 recurren a pasillos. Las áreas de descanso propuestas funcionan como zonas reparadoras, con sombra, mobiliario ergonómico e integración vegetal que reduce el estrés y permite fragmentar la jornada sin improvisaciones

Espacios de Encuentro: Los espacios de encuentro responden a la necesidad de conversar, esperar, compartir o trabajar en grupos pequeños. La encuesta señala que la vida cotidiana de los estudiantes requiere lugares intermedios, no estrictamente académicos ni completamente recreativos. MORPHO incorpora estos puntos como micro-plazas distribuidas a lo largo del recorrido.

Teatrino: El teatrino justifica su presencia en actividades culturales, presentaciones informales y encuentros espontáneos.

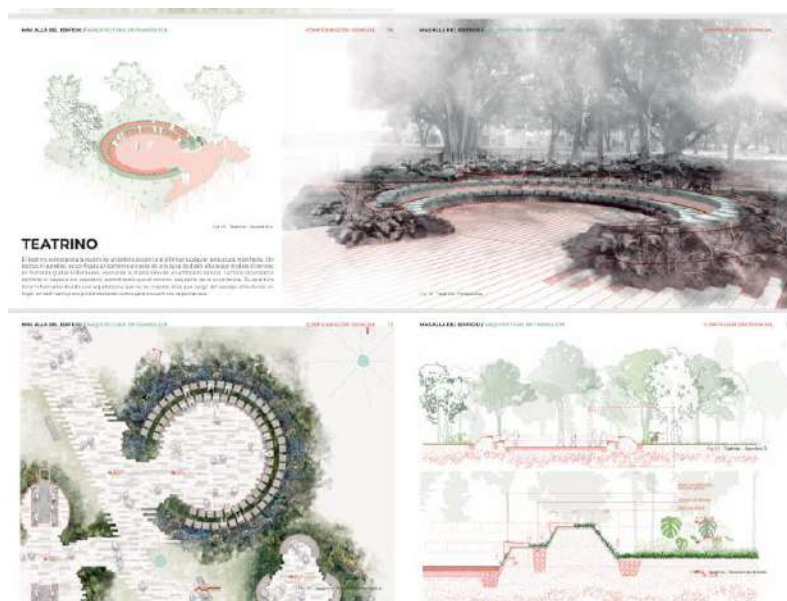


Ilustración 17. Planta, perspectiva y secciones del teatrino, integrando graderías, senderos y vegetación.

Coworking: El coworking es una de las funciones más demandadas según la encuesta: 67 estudiantes necesitan salas de estudio grupal, 52 requieren espacios colaborativos. La propuesta MORPHO combina coworking abierto, semicerrado y distribuido, asegurando disponibilidad y flexibilidad. Estos espacios conectan infraestructura, tecnología y paisaje, permitiendo estudiar o trabajar de forma más cómoda.

Baños: Los comentarios señalan deficiencias graves en los baños actuales de la Facultad. La propuesta MORPHO incorpora servicios higiénicos resueltos desde la lógica del confort, accesibilidad y mantenimiento, atendiendo una necesidad urgente manifestada en repetidas ocasiones.

Planimetría constructiva como respuesta funcional : La planimetría del proyecto no es solo un ejercicio técnico: es la materialización directa de las necesidades estudiantiles. Cada elemento, estructura, mobiliario y sistemas, determina la viabilidad de un déficit identificado:

Estructura: La estructura ligera, ventilada y de geometría ondulante permite crear espacios continuos, gestionando sombra, ventilación cruzada y confort climático. Esto responde al clamor estudiantil por lugares bien iluminados, ventilados y agradables.

Mobiliario: La encuesta evidencia demandas claras: más mesas y sillas, comodidad, enchufes, Lugares donde sentarse sin improvisación. El mobiliario propuesto se integra al terreno, permite diferentes posturas y está diseñado para acomodar permanencias largas, algo esencial en los estudiantes que pasan horas extra en el campus.

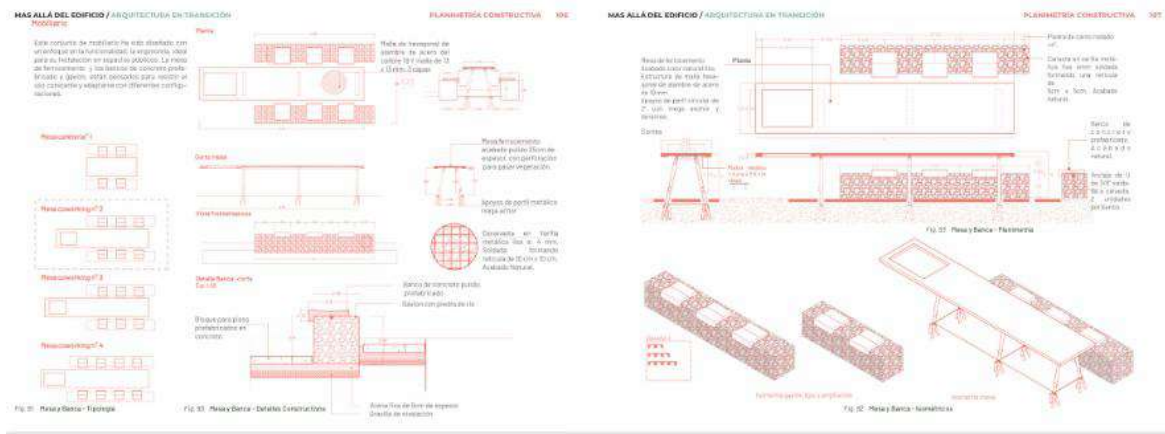


Ilustración 18. Tipologías, detalles e isométricos del mobiliario, incluyendo mesas y bancas con sus componentes constructivos.

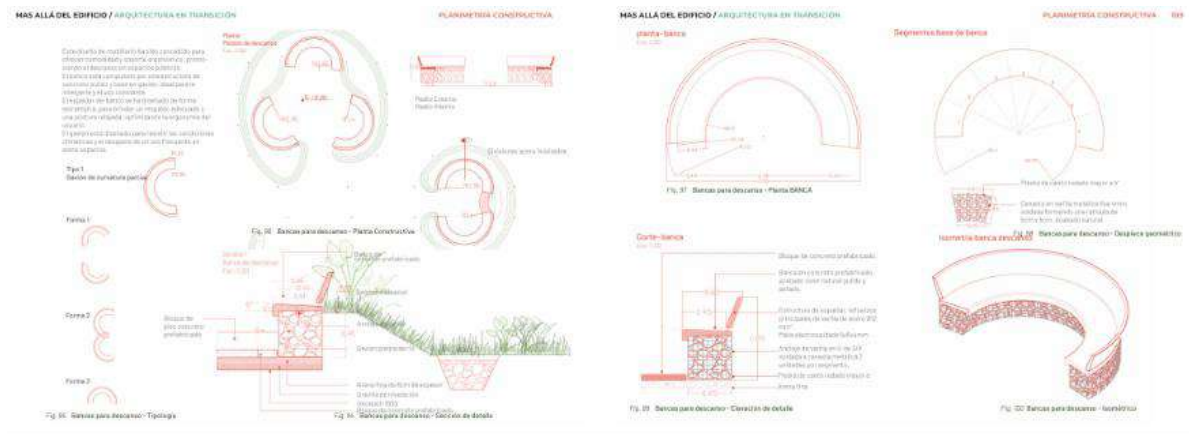


Ilustración 19. Tipologías, plantas, cortes e isométricos de las bancas de descanso y sus componentes constructivos.

Sistemas: Los sistemas eléctricos, hidráulicos y de iluminación responden a necesidades concretas: Wi Fi, enchufes, agua, mantenimiento y seguridad.

6.2 Dimensionamiento preliminar de necesidades espaciales.

El diagnóstico obtenido a partir de la encuesta aplicada a 101 estudiantes permitió identificar demandas prioritarias relacionadas con áreas de descanso (88 %), espacios de estudio individual y grupal (67 %), así como zonas destinadas a socialización y alimentación. Estos resultados permitieron validar los requerimientos funcionales predominantes dentro de la comunidad estudiantil. Al contrastar dichas demandas con las tipologías espaciales contempladas en la propuesta MORPHO, se evidenció coherencia entre las necesidades identificadas y los componentes funcionales del proyecto, constituyéndose en un elemento clave para sustentar su pertinencia en el contexto institucional.

La cuantificación se basa en la Norma Técnica Colombiana NTC 4595 (ICONTEC, 2020), que establece requisitos para el planeamiento y diseño físico-espacial de instalaciones educativas. Esta norma define áreas mínimas por estudiante en ambientes complementarios y de permanencia, como el centro de recursos (que incluye biblioteca y áreas de estudio autónomo), con un valor referencial de 2,4 m² por estudiante en espacios de aprendizaje autónomo y multifuncionales (ICONTEC, 2020; Ministerio de Educación Nacional, 2020). Dado el contexto universitario y la naturaleza multifuncional de los espacios propuestos, se aplica un estándar conservador adaptado de 2,0-2,5 m² por usuario simultáneo, considerando la NTC 4595 como referencia normativa principal y complementada con lineamientos internacionales para entornos de aprendizaje autónomo (UNESCO, 2020).

La estimación se centra exclusivamente en los 1.827 estudiantes sin centro de estudio asignado (OPDI, 2024), asumiendo una ocupación pico del 30-50 % de esta población en jornada (548-914 estudiantes simultáneos, ajustado por rotación diaria y uso no exclusivo). Aplicando el estándar adaptado de la NTC 4595:

$$\text{Área mínima requerida: } 548 \text{ estudiantes} \times 2,0 \text{ m}^2 = 1.096 \text{ m}^2$$

$$\text{Área máxima referencial: } 914 \text{ estudiantes} \times 2,5 \text{ m}^2 = 2.285 \text{ m}^2$$

El diagnóstico cuantitativo traduce la percepción de insuficiencia en una brecha estimada de 1.096-2.285 m² requeridos para los 1.827 estudiantes sin centro de estudio asignado, fundamentada

en la NTC 4595 (ICONTEC, 2020) y validada mediante trabajo conjunto con los arquitectos del modelo MORPHO (Melo & Quintero, 2025), quienes determinaron los espacios multifuncionales propuestos en reuniones interdisciplinarias.

6.3 Tabla comparativa de espacios de estudio vs cantidad de estudiantes que lo usan.

Se presentan en la Tabla 4 los datos de ocupación y disponibilidad de espacio en cada uno de los programas de la Facultad de Ingeniería, siendo el resultado de donde se realizó un análisis de los centros de estudio disponibles en la facultad, comparando el área en metros cuadrados destinada a cada programa académico con el número de estudiantes matriculados en pregrado y posgrado, que son quienes utilizan con mayor frecuencia estos espacios.

Tabla 4. Disponibilidad de Espacios de Estudio por Programa Académico en la Facultad de Ingeniería.

Centro de estudio	Área(m ²)	Estudiantes Pregrado	Estudiantes Posgrado
Ingeniería Eléctrica	0	403	8
Ingeniería Electrónica	0	385	9
Ingeniería Geomática	0	121	7
Ingeniería Civil	38	395	94
Ingeniería de Materiales	39	314	15
Ingeniería Mecánica	21	436	60
Ingeniería Industrial	10	478	100
Ingeniería Topográfica	25	240	0
Ingeniería Sanitaria	45	418	50
Ingeniería Agrícola	45	352	0
Ingeniería Alimentos	10	339	14
Ingeniería Química	21	415	20
Ingeniería de Sistemas	21	528	19
Estadística	10	270	11
Total	284	5094	407

Podemos decir que, de los 6.395 estudiantes matriculados en la Facultad de Ingeniería, 1.827 no cuentan con un espacio designado de estudio autónomo. Asimismo, programas académicos relevantes, como Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica, carecen de un área asignada como centro de estudio, lo que refleja una necesidad de expansión en la infraestructura de bienestar.

6.4 Caracterización de la población afectada, objetivo y beneficiaria

6.4.1. Población afectada, objetivo y beneficiaria.

La población objetivo en este proyecto de inversión pública está conformada principalmente por los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, quienes evidencian un déficit comprobado de infraestructura destinada al bienestar y al estudio autónomo. Esta población representa el conjunto de personas sobre las cuales se busca incidir directamente para transformar la situación problemática identificada: la insuficiencia de espacios multifuncionales que favorezcan el bienestar académico.

La población afectada corresponde a los estudiantes que experimentan de manera directa los efectos negativos de esta carencia de infraestructura. Se estima una cantidad de 1.827 estudiantes, equivalente al 28,5 % de la matrícula total de la facultad para el año 2024, de acuerdo con la oficina de Planeación de Univalle. Este grupo se caracteriza por incluir a estudiantes de programas que no cuentan con centros de estudio propios, como Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica. Así como de programas con espacios reducidos; como Ingeniería Industrial, Topográfica y de Alimentos.

De manera más amplia, la población objetivo incluye la totalidad de los 6.395 estudiantes de pregrado y posgrado matriculados en la Facultad de Ingeniería (5.094 de pregrado y 1.301 de posgrado, según el Registro Académico). Esta población será destinataria directa de los beneficios derivados del proyecto, al contar con espacios más adecuados para el estudio, el descanso y la convivencia universitaria.

Los beneficiarios directos corresponden a quienes harán uso inmediato y cotidiano de la infraestructura propuesta, principalmente estudiantes de pregrado y posgrado de la Facultad de Ingeniería. Ellos se beneficiarán del acceso a áreas para el estudio autónomo, espacios de descanso

y salas multifuncionales para el trabajo en grupo, reduciendo tiempos de desplazamiento y aumentando la eficiencia académica. También se incluyen monitores académicos y grupos de estudio, que dispondrán de espacios adecuados para tutorías, asesorías y actividades colaborativas.

Por su parte, los beneficiarios indirectos son aquellos actores que, aunque no hagan un uso primario de los espacios, se verán positivamente impactados por el proyecto. Entre ellos se encuentran los docentes y personal administrativo, quienes contarán con estudiantes más motivados y con mejor rendimiento; las dependencias institucionales como Bienestar Universitario, que podrán articular programas de acompañamiento psicológico y académico en espacios adecuados; la comunidad universitaria ampliada, al poder replicar el modelo en otras facultades; y finalmente, la Universidad del Valle como institución, que ganará en reputación y competitividad al ofrecer un campus con mejores condiciones de bienestar estudiantil. En síntesis, la población afectada y beneficiaria del proyecto se resume en la tabla 5.

Tabla 5. Cifras de población afectada, objetivo y beneficiaria.

Tipo de población	Grupo	Estimación 2024	Fuente
Afectada	Estudiantes sin centro de estudio asignado	1.827	Planeación Univalle, 2024
Objetivo	Total, Facultad de Ingeniería (pregrado y posgrado)	6.395	Registro Académico
Beneficiaria directa	Estudiantes de pregrado y posgrado	6.395	Registro Académico
Beneficiaria indirecta	Docentes y administrativos	~800	Talento Humano Univalle
Beneficiaria indirecta	Comunidad universitaria ampliada	No cuantificada	Bienestar Univ.

6.5 síntesis de capítulo.

En coherencia con el Objetivo Específico 1, el capítulo desarrolló el análisis de la pertinencia de la propuesta MORPHO a partir de un diagnóstico cualitativo y cuantitativo del déficit de espacios multifuncionales en la Facultad de Ingeniería.

La encuesta aplicada evidenció una percepción consistente de insuficiencia de espacios adecuados para estudio, descanso y trabajo colaborativo, así como impactos reportados en el rendimiento académico y el bienestar estudiantil. De manera complementaria, el análisis institucional permitió identificar que 1.827 estudiantes no cuentan con un centro de estudio asignado, representando el 28,5 % de la matrícula total. La aplicación de estándares normativos (NTC 4595) permitió estimar una brecha espacial entre 1.096 m² y 2.285 m² requeridos para atender la demanda simultánea proyectada.

Al contrastar estos resultados con los componentes funcionales de la propuesta MORPHO, se evidenció coherencia entre las necesidades identificadas y los espacios planteados, consolidando su pertinencia como respuesta estructurada al déficit existente.

En síntesis, el análisis desarrollado demuestra que la propuesta MORPHO responde de manera fundamentada y cuantificable a una necesidad real de infraestructura multifuncional, justificando su consideración como perfil de inversión pública orientado al bienestar académico en la Facultad de Ingeniería.

7. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA MORPHO A PARTIR DE CRITERIOS TÉCNICOS, FINANCIEROS, NORMATIVOS E INSTITUCIONALES.

Los análisis desarrollados en este capítulo deben interpretarse como una evaluación de la viabilidad de la propuesta MORPHO, por encima de una formulación de soluciones directas al problema de déficit de espacios de bienestar, por lo que cada criterio analizado (técnico, financiero, normativo e institucional) aporta evidencia para determinar la factibilidad de la alternativa, contribuyendo a la reducción de la incertidumbre en la toma de decisiones, en coherencia con el enfoque de evaluación ex ante establecido en la Metodología General Ajustada (MGA).

En línea con el objetivo específico 2, orientado a evaluar la propuesta MORPHO a partir de criterios técnicos, financieros, normativos e institucionales, con el fin de establecer su coherencia y factibilidad en el contexto universitario. A partir del diagnóstico de necesidades de la comunidad estudiantil y del análisis del entorno físico y funcional de la Facultad de Ingeniería, se realizó una valoración estructurada de la propuesta arquitectónica existente, examinando su compatibilidad técnica, su racionalidad constructiva, su viabilidad económica preliminar y su alineación con el marco normativo e institucional aplicable.

La evaluación se desarrolló mediante la revisión técnica de los sistemas estructurales, hidráulicos, hidrosanitarios y eléctricos, la estimación presupuestal por capítulos constructivos, el análisis de su coherencia con la normativa vigente (NTC, RAS, RETIE, RETILAP y lineamientos de accesibilidad y sostenibilidad), así como la verificación de su articulación con los instrumentos estratégicos institucionales de la Universidad del Valle. Este proceso permitió determinar no solo la factibilidad técnica de la solución modular propuesta, sino también su consistencia financiera y su viabilidad dentro de la estructura administrativa y programática existente.

La propuesta arquitectónica base corresponde al trabajo de grado titulado “MORPHO – Paisaje convertido en espacio”, desarrollado por Camila Yiseth Melo Melo y David Felipe Quintero Martínez (2025), el cual se asume en esta investigación como insumo técnico validado académicamente.

7.1 Criterios técnicos

Dado que el alcance del proyecto corresponde a un perfil y no a una fase de diseño detallado, el trabajo desarrollado no incluyó modelaciones hidráulicas ni cálculos eléctricos exhaustivos. El número de aparatos sanitarios y puntos de consumo fue adoptado conforme al diseño arquitectónico base, mientras que el equipo técnico realizó la propuesta de trazados internos y esquemas preliminares de conexión, ajustados a los lineamientos normativos vigentes.

En el componente hidráulico e hidrosanitario, se plantearon recorridos y disposiciones de redes conforme a los criterios técnicos establecidos en la NTC 1500 y el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), garantizando pendientes mínimas, ventilación sanitaria y condiciones básicas de instalación. Esta aproximación permitió establecer esquemas preliminares de conexión y recorridos compatibles con el proyecto arquitectónico, suficientes para cuantificar longitudes, accesorios y condiciones básicas de instalación necesarias para la estimación presupuestal.

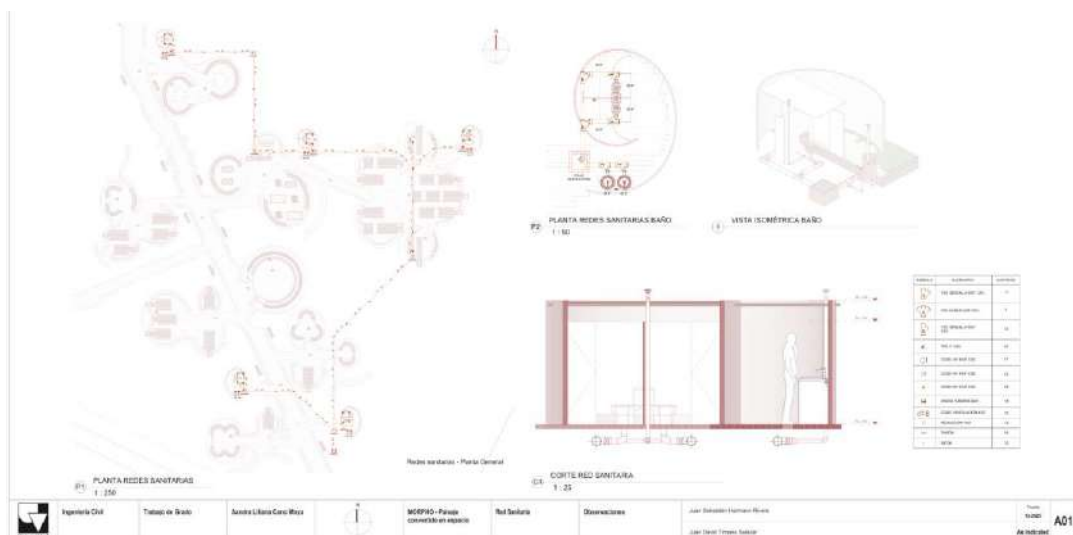


Ilustración 20. Planta general y detalles constructivos de la red sanitaria del proyecto MORPHO. Elaboración propia con base en la propuesta arquitectónica MORPHO – Paisaje convertido en espacio.

En cuanto al sistema eléctrico, no se definió el número específico de luminarias, pero se organizaron los circuitos eléctricos, metrados de cableado y canalización, así como la distribución básica de puntos eléctricos, tomando como referencia los lineamientos del RETIE y el RETILAP en materia de seguridad y condiciones mínimas de iluminación. Este ejercicio permitió estructurar un esquema técnico coherente para la cuantificación de materiales y la estimación de costos, dentro del alcance propio de un perfil de proyecto.

En consecuencia, desde una perspectiva técnica preliminar, los sistemas hidráulico, hidrosanitario y eléctrico no presentan incompatibilidades normativas evidentes ni restricciones constructivas que comprometan la implementación del proyecto. Su desarrollo detallado deberá abordarse en fases posteriores de diseño, manteniendo como base los lineamientos aquí establecidos. No obstante, desde una perspectiva crítica, la ausencia de restricciones normativas evidentes no garantiza por sí sola la viabilidad operativa del proyecto. La literatura sobre infraestructura universitaria señala que este tipo de iniciativas enfrenta desafíos asociados a la gestión del mantenimiento, la apropiación por parte de los usuarios y la sostenibilidad financiera en el tiempo.

En este sentido, la viabilidad identificada debe interpretarse bajo condiciones de implementación adecuadas, particularmente en lo relacionado con la gestión institucional y la asignación de recursos para su operación y mantenimiento.

Sistema estructural principal

Desde el punto de vista técnico, la solución estructural propuesta para el proyecto MORPHO se evalúa como viable en el contexto físico del campus Meléndez, en tanto responde a las condiciones ambientales, topográficas y paisajísticas del lugar. El sistema estructural dominante corresponde a pórticos conformados por columnas de perfiles metálicos tubulares circulares de 2”, combinadas con vigas de madera laminada de 5 cm de espesor, con secciones y alturas variables en función de

la geometría y las luces requeridas. La articulación entre los elementos viga–columna se realiza mediante uniones metálicas atornilladas, lo que permite un montaje controlado.

La transferencia de cargas de la estructura hacia el terreno se resuelve mediante un sistema de cimentación puntual basado en anclajes tipo Mega Anchor, el cual sustituye el uso de cimentaciones superficiales continuas o zapatas tradicionales. A través de este sistema, las cargas verticales y acciones transmitidas por los pórticos se conducen directamente al suelo mediante elementos metálicos hincados, que trabajan por fricción y anclaje mecánico, garantizando una adecuada capacidad de soporte sin recurrir a excavaciones extensas ni a vaciados de concreto. La adopción de este tipo de anclaje permite optimizar las condiciones de apoyo estructural en un terreno con presencia de sistemas radiculares, al localizar puntualmente los apoyos y reducir de manera significativa la alteración del suelo natural. En consecuencia, se disminuyen los movimientos de tierra, los impactos sobre raíces existentes y los riesgos geotécnicos asociados a excavaciones profundas, facilitando una implantación técnicamente controlada y coherente con la lógica constructiva del proyecto.

La unión entre la columna metálica y el sistema de anclaje se realiza mediante conexiones mecánicas atornilladas, empleando pernos y platinas metálicas que aseguran una transmisión eficiente de cargas, permiten ajustes durante el montaje y refuerzan la lógica constructiva en seco adoptada para el proyecto.

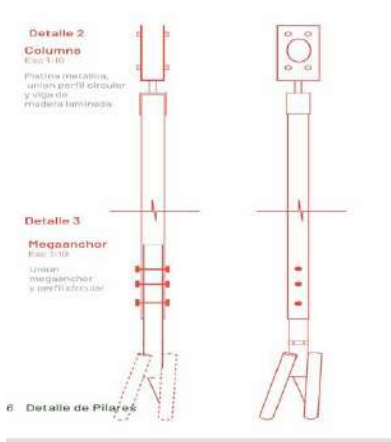


Ilustración 16. Detalle del sistema unión columna–anclaje. Tomado de MORPHO, paisaje convertido en espacio.

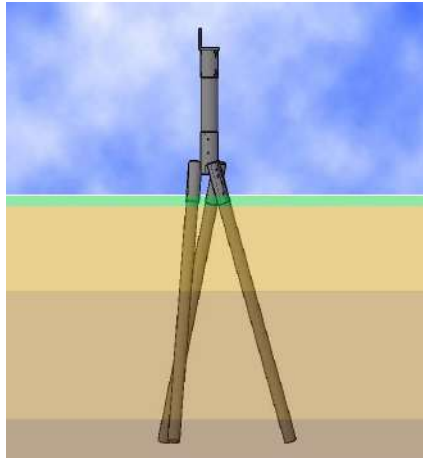


Ilustración 22: anclaje puntual tipo Mega Anchor. Tomado de Mega Building Industries Pty Ltd (2017).

En el marco de la solución tecnológica del proyecto, el módulo se entiende como una unidad constructiva mayor resultante de la agrupación articulada de varias células estructurales, cuya combinación permite conformar los distintos espacios funcionales. Cada módulo se conforma mediante la unión de células que responden a uno de los tres tipos definidos, diferenciados por su geometría y escala, pero manteniendo una lógica estructural común que garantiza la repetitividad y coherencia del sistema. A su vez, cada célula estructural se compone de pórticos repetitivos conformados por columnas metálicas y vigas de madera laminada, dispuestas con un espaciamiento constante de 1,60 m en todos los tipos de célula, lo cual permite estandarizar el sistema, facilitar la prefabricación de elementos, optimizar los procesos de montaje y simplificar la estimación de cantidades y costos, manteniendo un comportamiento estructural homogéneo. El comportamiento solidario del conjunto se garantiza mediante el amarre entre pórticos consecutivos, realizado a través de dos perfiles metálicos tubulares circulares de 2" dispuestos entre pórtico y pórtico, los cuales cumplen funciones de rigidización y amarre longitudinal,

contribuyendo a la estabilidad global del sistema, a la adecuada distribución de esfuerzos y al control de desplazamientos, sin alterar la lógica modular y desmontable de la estructura.

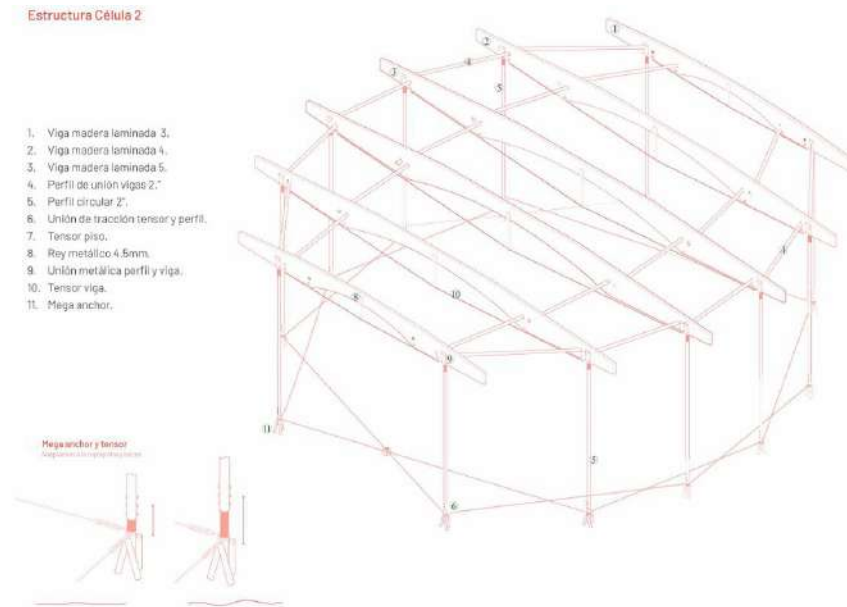


Ilustración 23. Esquema estructura celular tipo 2. Tomado de MORPHO

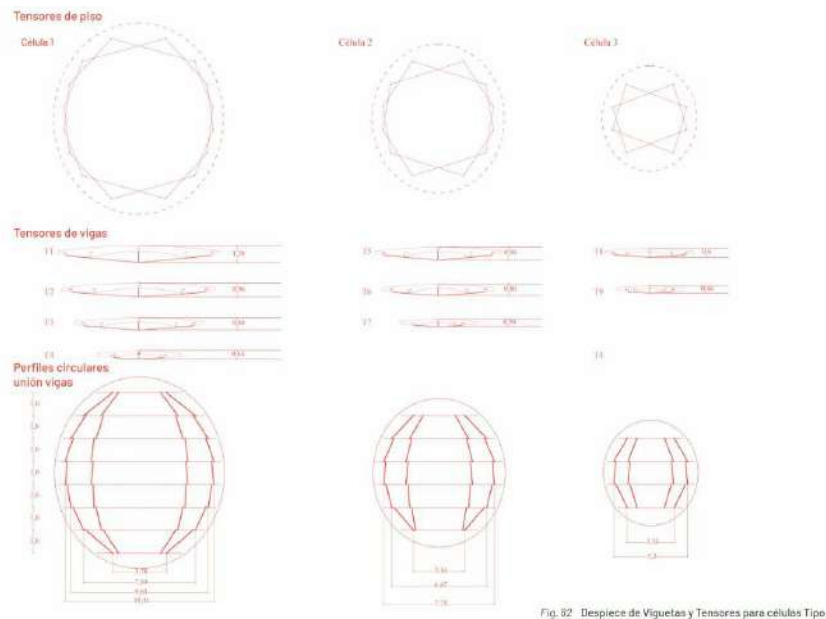


Ilustración 24. Células Tipo. Tomado de MORPHO

El sistema estructural incorpora tensores metálicos como elementos activos de amarre y control estructural, con funciones diferenciadas según su ubicación dentro del conjunto. En la base, los tensores se utilizan para amarrar y estabilizar los anclajes tipo *Mega Anchor*, trabajando principalmente a tracción para controlar desplazamientos y mejorar el comportamiento del sistema frente a acciones horizontales, especialmente durante el montaje y en condiciones de carga no gravitacional, sin recurrir a cimentaciones rígidas o continuas. De manera complementaria, en el sistema de vigas los tensores se emplean como elementos de control de deformaciones, contribuyendo a optimizar el desempeño estructural de las vigas de madera laminada frente a las luces y la geometría del sistema, permitiendo limitar flechas y redistribuir esfuerzos sin incrementar de forma significativa la sección ni el peso propio de los elementos principales.

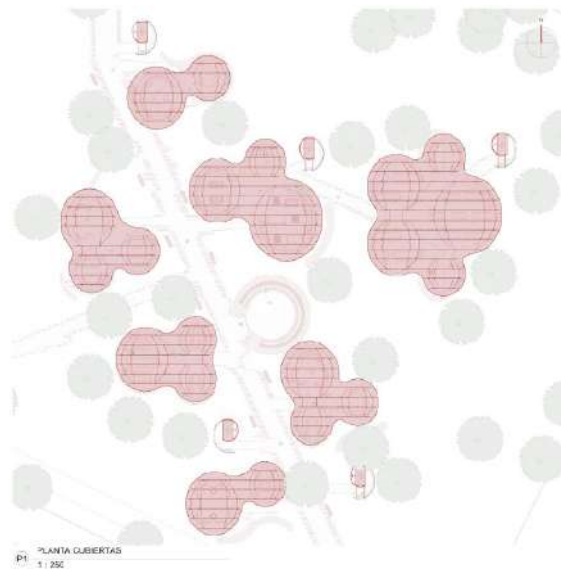


Ilustración 25. Módulos conformados con los tres tipos de célula. Fuente: Planimetría de elaboración propia

Lógica constructiva

Desde el punto de vista constructivo, el proyecto adopta una lógica predominantemente en seco, fundamentada en el montaje mecánico de un sistema estructural modular cuyos elementos principales (columnas metálicas tubulares, vigas curvas de madera laminada, tensores y uniones

metálicas especiales) son prefabricados y verificados en taller, para posteriormente ser transportados y montados en obra mediante conexiones atornilladas. Tal como se explicó previamente en la definición del sistema estructural, esta estrategia permite que la conformación de la estructura portante se realice sin vaciados de concreto ni procesos de fraguado asociados, garantizando que el montaje de pórticos, amarres longitudinales y elementos de rigidización se ejecute íntegramente mediante ensamblajes mecánicos reversibles.

De manera complementaria, se reconocen procesos puntuales ejecutados in situ que requieren el uso de técnicas húmedas, los cuales no forman parte del sistema estructural modular. En el caso del mobiliario propuesto, los elementos en concreto se resuelven mediante vaciados localizados destinados a bancas, apoyos o piezas integradas al terreno, ejecutados de forma independiente y sin afectar la lógica desmontable del sistema principal. La realización de las instalaciones hidráulicas e hidrosanitarias requieren el uso de cemento gris para funciones complementarias de estabilización y protección de la red, como la conformación de atraques en cambios de dirección, fijación puntual de accesorios, nivelaciones localizadas del fondo de zanja, plantillas en conexiones a cajas de inspección y sellos de paso de tuberías, correspondiendo a intervenciones localizadas y no continuas. En conjunto, estos procesos húmedos se restringen a actividades específicas y controladas, manteniendo el carácter predominantemente en seco del montaje estructural y de la lógica constructiva general del proyecto.

Secuencia constructiva

La secuencia constructiva del proyecto se plantea de manera progresiva y técnicamente controlada, iniciando con la preparación del terreno una vez retirada la capa orgánica superficial, con el fin de garantizar condiciones adecuadas para la implantación de los apoyos estructurales. Posteriormente, se procede a la instalación del sistema de anclaje puntual tipo Mega Anchor, el cual, según la guía técnica de instalación del fabricante, se ejecuta mediante un proceso de hincado directo sin excavación previa, utilizando herramientas de alineación y equipos de percusión mecánica, como martillos hidráulicos o de demolición, que permiten mantener el anclaje en posición vertical durante su instalación (Mega Building Industries Pty Ltd, 2017). El sistema se

posiciona inicialmente en el punto definido del replanteo, se asegura su plomada mediante herramientas de alineación y, posteriormente, se hincan los pilotes inclinados a través de las guías del anclaje hasta alcanzar la profundidad de diseño o el punto de rechazo práctico del suelo, garantizando su capacidad de carga por fricción, apoyo y distribución axial. Una vez fijados los pilotes al marco del anclaje, se ajusta la altura del riser y se instala el elemento superior de conexión, generando el punto de apoyo estructural para la columna metálica. Tras la instalación de los anclajes, se conforman capas de nivelación mediante grava para regularización y drenaje, se realiza el amarre inicial de tensores entre apoyos, los cuales cumplen funciones de control geométrico y estabilidad tanto durante el montaje como en la etapa de servicio del sistema estructural, y posteriormente se completa el relleno con arena fina y la colocación de bloques prefabricados de concreto como superficie de piso. Con la cimentación puntual definida, se realiza el montaje de las columnas metálicas, las cuales se conectan a los anclajes mediante uniones atornilladas. A continuación, se efectúa la conexión viga–columna (con conexiones atornilladas), incorporando vigas de madera laminada que llegan a obra con sus tensores previamente instalados en taller, optimizando los tiempos de montaje y el control de calidad. Cada pórtico montado se amarra longitudinalmente al pórtico adyacente mediante perfiles metálicos tubulares de 2”, garantizando la estabilidad progresiva del sistema. Esta operación se repite de forma secuencial para cada célula hasta completar el módulo, aprovechando la naturaleza repetitiva y modular del sistema. Finalmente, una vez conformadas todas las células que integran el módulo, se procede a la instalación del sistema de cubierta en lámina de aluzinc calibre 30.

Nivel de complejidad tecnológica

El proyecto se clasifica dentro de un nivel de complejidad tecnológica media, dado que integra sistemas constructivos y estructurales que, si bien no corresponden a soluciones convencionales de edificación tradicional, tampoco requieren procesos industriales de alta especialización ni tecnologías avanzadas de fabricación. La solución propuesta combina elementos estructurales estandarizados, como perfiles metálicos tubulares, vigas de madera laminada prefabricadas y sistemas de anclaje puntual tipo *Mega Anchor*, los cuales pueden ser fabricados, suministrados e

instalados mediante procedimientos técnicos disponibles en el contexto local. No obstante, se reconoce que este tipo de sistema de cimentación no es de uso habitual a nivel local, por lo que su correcta implementación exige una atención técnica rigurosa durante la instalación.

La complejidad tecnológica del proyecto se concentra principalmente en la coordinación del montaje, el control de la secuencia constructiva y la adecuada interacción entre los distintos componentes del sistema (anclajes, pórticos, tensores y elementos de amarre) más que en procesos de cálculo o fabricación altamente especializados. Asimismo, el uso de uniones atornilladas, la prefabricación parcial en taller y el montaje en seco reducen la necesidad de maquinaria pesada, procesos irreversibles o mano de obra altamente especializada, favoreciendo una ejecución controlada y ajustable. En este sentido, el proyecto propone una tecnología replicable, técnicamente controlable y compatible con la formulación de un perfil de inversión pública, lo que justifica su clasificación dentro de un nivel de complejidad tecnológica media, aun cuando incorpora soluciones constructivas poco convencionales que requieren criterios claros de supervisión y control en obra. En consecuencia, la complejidad tecnológica del proyecto no constituye una barrera para su implementación, sino una condición que demanda coordinación técnica rigurosa durante el montaje.

Relación entre tecnología, costos y tiempos de obra

La tecnología constructiva adoptada en el proyecto establece una relación directa y favorable entre sistema estructural, costos de ejecución y tiempos de obra, al priorizar soluciones livianas, modulares y de montaje en seco. El uso de pórticos metálicos combinados con vigas de madera laminada prefabricadas permite trasladar una parte significativa del proceso constructivo al taller, reduciendo actividades en sitio, tiempos improductivos y dependencias climáticas, lo que se traduce en mayor control de costos y programación. De manera complementaria, la implementación de un sistema de cimentación mediante anclajes puntuales tipo *Mega Anchor* elimina la necesidad de excavaciones extensas, formaletas, vaciados de concreto y tiempos de

curado, reduciendo tanto los costos asociados a obra civil pesada como la duración de las etapas iniciales del proyecto.

Desde el punto de vista económico, esta tecnología disminuye el consumo de materiales tradicionales de alto impacto (concreto, acero de gran sección, movimiento de tierras), optimiza el uso de mano de obra mediante procesos repetitivos y estandarizados, y reduce costos indirectos asociados a campamentos, maquinaria pesada y prolongación de la obra. En términos de tiempos, la naturaleza modular y repetitiva del sistema permite una secuencia constructiva escalonada, donde el montaje de pórticos, vigas y amarres puede ejecutarse de forma progresiva y paralela entre módulos, facilitando el cumplimiento del cronograma y la adaptación del ritmo de obra a la dinámica académica del campus. En conjunto, la tecnología propuesta consolida una solución estructural eficiente que equilibra desempeño técnico, control presupuestal y reducción de plazos de ejecución, reforzando la viabilidad del proyecto como perfil de inversión pública bajo la metodología MGA

Aunque los resultados técnicos evidencian la factibilidad de la propuesta MORPHO en términos de diseño y condiciones de implantación, es necesario contrastarlos con enfoques de infraestructura universitaria que priorizan la adaptabilidad y el uso progresivo del espacio (Alsayyari et al., 2019). En este sentido, la solución propuesta responde adecuadamente a los requerimientos actuales, pero su desempeño futuro dependerá de la capacidad de adaptación a cambios en la demanda estudiantil.

Adicionalmente, la literatura señala que proyectos de esta naturaleza enfrentan desafíos asociados a la integración con la infraestructura existente y a la gestión operativa (Hossain et al., 2023), lo cual sugiere que la viabilidad técnica identificada debe ser interpretada bajo condiciones de implementación controladas.

Por tanto, la propuesta puede considerarse técnicamente viable, aunque su efectividad estará condicionada a factores de gestión y planificación que trascienden el diseño inicial.

7.2 Criterios financieros

7.2.1. Presupuesto preliminar

Con el fin de fortalecer la trazabilidad técnica del presupuesto preliminar, el costo de ejecución fue desagregado por capítulos constructivos, en coherencia con las fases definidas en el cronograma de obra. Cada capítulo incorpora su respectivo valor económico y el porcentaje que representa sobre el costo total de la ejecución:

Tabla 6. Costo por capítulo de ejecución de obra

Fase o capítulo		Coste	Porcentaje del costo directo
FASE 1: Preliminares		\$ 52.269.770,72	1,9%
FASE 2: Implantación y manejo del entorno		\$ 76.408.234,33	2,8%
FASE 3: Cimentaciones y drenajes		\$ 373.843.770,61	13,5%
FASE 4: Estructura metálica		\$ 476.240.503,16	17,2%
FASE 5: Cubierta sinusoidal		\$ 660.491.204,07	23,8%
FASE 6: Caminos y plazas		\$ 492.945.096,30	17,8%
FASE 7: Mobiliario y configuración espacial		\$ 311.844.274,65	11,2%
FASE 8: Red hidrosanitaria		\$ 55.918.810,50	2,0%
FASE 9: Red eléctrica e iluminación		\$ 152.762.229,45	5,5%
FASE 10: Paisajismo y restauración		\$ 54.763.468,60	2,0%
FASE 11: Acabados, puesta en marcha y entrega		\$ 65.079.066,77	2,3%
	Total, costos directos	\$ 2.772.566.429,17	100,0%

La estimación de los costos por capítulo se realizó a partir de un modelo digital tridimensional de elaboración propia, sirviendo como insumo para el proyecto; este permitió cuantificar de manera sistemática los elementos constructivos y servir como base para la extracción de cantidades de obra. A partir de este modelo se generaron los planos técnicos de los sistemas hidráulico,

hidrosanitario y eléctrico, en los cuales se definieron los trazados de redes, la ubicación de puntos de consumo, accesorios, cajas y equipos, así como la distribución de circuitos eléctricos y niveles de iluminación. Con base en esta información se calcularon longitudes de tubería, diámetros, número de accesorios, luminarias, tomacorrientes, circuitos y metros de cableado, permitiendo una estimación consistente de materiales, mano de obra y equipos asociados a cada sistema, en coherencia con los criterios técnicos y normativos definidos para el proyecto.

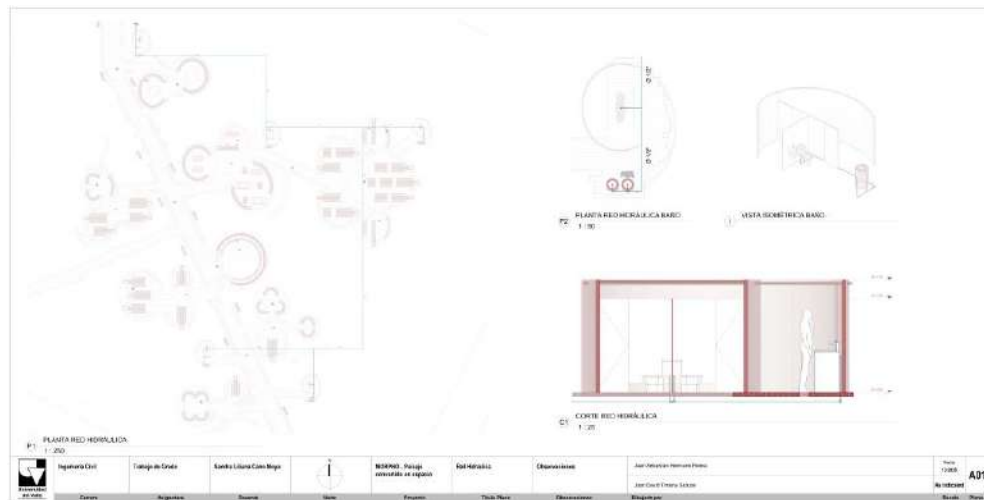


Ilustración 26. Trazado red hidráulica. Fuente: Elaboración propia

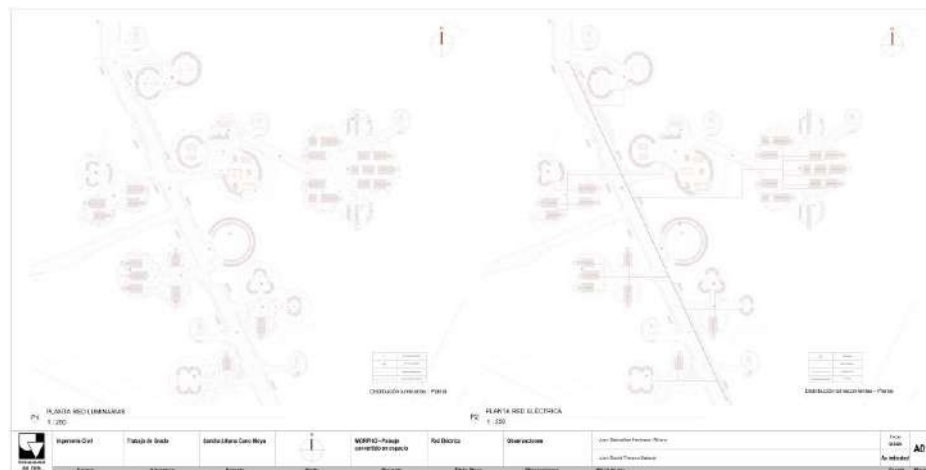


Ilustración 27. Distribución de luminarias, tomacorrientes y ductos. Fuente: Elaboración propia

El presupuesto que corresponde a la fase de ejecución del proyecto se estructura a partir del análisis de los costos directos de construcción, a los cuales se incorporan los rubros de administración,

imprevistos y utilidad (AIU), conforme a las prácticas habituales en la formulación de proyectos de infraestructura. Este ejercicio permite estimar de manera integral los recursos necesarios para la materialización física del proyecto durante su etapa constructiva. Como resultado de este presupuesto, se obtiene el siguiente resumen de costos de ejecución del proyecto:

Tabla 7. Presupuesto preliminar para ejecución de obra

Valor costos directos		\$ 2.772.566.429,17
Administración	13,95%	\$ 386.754.097,48
Imprevisto	1,00%	\$ 27.725.664,29
Utilidad	5,00%	\$ 138.628.321,46
Valor A+I+U		\$ 553.108.083,23
Subtotal antes de IVA		\$ 3.325.674.512,40
Iva sobre utilidad	19%	\$ 26.339.381,08
Valor total		\$ 3.352.013.893,48

Tenemos entonces, de acuerdo con este presupuesto preliminar que se puede observar con detalle en los anexos que el valor de la ejecución de la obra es de \$3.352.013.893,48 (Tres mil trescientos cincuenta y dos millones trece mil ochocientos noventa y tres pesos con 48/100 M/CTE). El valor presentado no incluye estampillas, impuestos ni pólizas contractuales, los cuales serán definidos por la Universidad del Valle en la etapa contractual, en su calidad de ente contratante, aun cuando la fuente de financiación corresponda al Sistema General de Regalías (SGR).

Previo al inicio de la fase de ejecución del proyecto, es necesario considerar una serie de actividades técnicas, administrativas y legales que no hacen parte del presupuesto de obra, pero que resultan indispensables para su viabilidad y correcta estructuración. Estas actividades comprenden la gestión y trámite de licencias y permisos, tanto ante las instancias internas de la Universidad del Valle como, cuando aplique, ante autoridades externas, así como la conformación del acta de inicio y las labores de gestión precontractual, que incluyen comités técnicos, revisión

jurídica y acompañamiento institucional. De igual manera, se requiere la elaboración de los diseños definitivos y estudios técnicos por parte de profesionales certificados, junto con memorias de cálculo, planos constructivos finales. Adicionalmente, pueden presentarse estudios y ajustes técnicos complementarios, tales como levantamientos topográficos adicionales, ajustes al plan de manejo ambiental o análisis de interferencias, así como los costos asociados a la formulación, estructuración y validación del proyecto bajo la metodología MGA, especialmente en el marco de una eventual financiación mediante el Sistema General de Regalías. En conjunto, estos costos corresponden a una fase previa de inversión, asumidos por la Universidad del Valle de acuerdo al esquema de financiación definido tras la aprobación del proyecto, y se estiman en alrededor de \$190 millones de pesos colombianos, sin formar parte del presupuesto de ejecución de obra.

Tabla 8, Actividades logístico-administrativas a cargo de la universidad

Apartado	Ítems contemplados	Naturaleza del costo	Costo estimado
Gestión y trámite de licencias / permisos	Permisos internos de la Universidad del Valle, conceptos técnicos institucionales, trámites ambientales específicos (si aplican), soportes técnicos para autorización de intervención del campus.	Gestión administrativa– técnica previa a la obra	\$30.000.000 COP
Conformación del acta de inicio y gestión precontractual	Acta de inicio del proyecto, comités técnicos y administrativos, revisión jurídica y contractual, acompañamiento institucional previo a la ejecución	Gestión institucional y precontractual	\$10.000.000 COP
Elaboración de diseños definitivos y estudios técnicos	Arquitectura definitiva, diseño estructural, diseño eléctrico, diseño hidrosanitario, estudios de suelos, memorias de cálculo, planos constructivos finales.	Estudios y diseños técnicos previos a la contratación de la obra	\$150.000.000 COP

En términos financieros, el valor total estimado del proyecto MORPHO – Paisaje convertido en espacio asciende a \$3.542.013.893,48 COP, resultado de la suma entre el costo correspondiente a la fase de ejecución del proyecto, equivalente a \$3.352.013.893,48 COP, y los costos previos a la ejecución asumidos por la Universidad del Valle, estimados en \$190.000.000 COP. En este

contexto, la fase de ejecución representa aproximadamente el 94,63 % del valor total del proyecto, mientras que los costos asociados a actividades de estructuración, gestión administrativa, trámites, acta de inicio y elaboración de diseños definitivos corresponden al 5,37 % restante. Esta distribución evidencia que la mayor proporción de los recursos se destina a la materialización física del proyecto, mientras que una fracción menor, pero necesaria, se orienta a garantizar su viabilidad técnica, administrativa y normativa antes del inicio de la obra.

7.3 Criterios normativos e institucionales

7.3.1. Evaluación normativa

Desde la perspectiva normativa, la propuesta MORPHO fue analizada en relación con los marcos regulatorios nacionales, sectoriales e institucionales aplicables a infraestructura educativa pública. Se verificó su coherencia con los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 y la Política Nacional de Bienestar Universitario, particularmente en lo relativo a la consolidación de ambientes de aprendizaje dignos y al fortalecimiento de la permanencia académica.

En el ámbito técnico, el proyecto fue estructurado tomando como referencia la normativa vigente en materia hidráulica (NTC 1500 y RAS), eléctrica (RETIE y RETILAP), accesibilidad (NTC 6047, Decreto 1538 de 2005 y Ley 1618 de 2013) y sostenibilidad (Política Nacional de Edificaciones Sostenibles). La revisión preliminar no identificó incompatibilidades normativas que comprometan su implementación, considerando el alcance propio de un perfil de inversión pública.

En materia ambiental, la solución constructiva liviana y modular, la ocupación mínima del terreno y la preservación del arbolado existente evidencian coherencia con los lineamientos institucionales de campus verde y con los compromisos asociados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente en lo relativo a sostenibilidad urbana y resiliencia ambiental.

En consecuencia, desde el análisis normativo preliminar, la propuesta se considera compatible con el marco regulatorio vigente, quedando sujeta a los trámites y aprobaciones formales correspondientes en fases posteriores.

7.3.1. Evaluación institucional

Desde el punto de vista institucional, la propuesta se enmarca en el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI), específicamente en el Eje 4 orientado a la transformación y fortalecimiento de la infraestructura física universitaria. Esta alineación estratégica reduce riesgos de desarticulación programática y respalda su coherencia con la planificación institucional.

La Universidad del Valle cuenta con dependencias técnicas como Planeación, Infraestructura y Bienestar Universitario, las cuales poseen capacidades administrativas y operativas para acompañar la estructuración, contratación y supervisión del proyecto. El modelo modular propuesto no exige la creación de nuevas dependencias administrativas para su operación, pudiendo integrarse a la estructura existente de gestión de espacios y bienestar. Adicionalmente, la naturaleza escalable y adaptable del sistema facilita su implementación progresiva, reduciendo riesgos financieros e institucionales asociados a intervenciones de gran escala.

En consecuencia, desde la evaluación institucional preliminar, no se identifican restricciones estructurales que impidan la implementación del proyecto, siempre que se desarrollen los estudios definitivos y trámites correspondientes en las etapas subsiguientes.

En términos de pertinencia, los resultados obtenidos en este apartado no se orientan a resolver directamente el déficit de infraestructura identificado, sino a evaluar si la propuesta MORPHO constituye una alternativa viable para abordarlo, por lo que estos hallazgos aportan información clave para la toma de decisiones, permitiendo valorar la factibilidad de su implementación en el contexto de la Universidad del Valle.

7.4 síntesis de capítulo

El presente capítulo desarrolló la evaluación de la propuesta MORPHO a partir de criterios técnicos, financieros, normativos e institucionales, con el propósito de determinar su coherencia y factibilidad dentro del contexto universitario y bajo el alcance propio de un perfil de inversión pública conforme a la Metodología General Ajustada (MGA).

Desde la perspectiva técnica, se verificó la viabilidad del sistema estructural modular propuesto, fundamentado en pórticos metálicos livianos, vigas de madera laminada y cimentación

puntual mediante anclajes tipo Mega Anchor. La solución responde adecuadamente a las condiciones físicas del campus Meléndez, minimiza la intervención del terreno y reduce impactos sobre el sistema radicular existente. Los sistemas hidráulico, hidrosanitario y eléctrico fueron desarrollados bajo criterios normativos vigentes, estableciendo esquemas preliminares suficientes para la estimación presupuestal sin evidenciar incompatibilidades constructivas. La complejidad tecnológica del proyecto se clasifica como media, concentrándose principalmente en la coordinación del montaje más que en procesos industriales especializados, lo cual no constituye una barrera para su implementación.

En términos financieros, el presupuesto preliminar estimó un valor total de \$3.542.013.893,48 COP, evidenciando una estructura de costos coherente con la naturaleza modular y liviana del sistema. La mayor proporción de recursos se concentra en la materialización física de la infraestructura (94,63 %), mientras que los costos asociados a estructuración técnica y administrativa representan una fracción controlada (5,37 %). La relación entre tecnología adoptada, control de costos y tiempos de ejecución resulta favorable, al reducir obra civil pesada, optimizar procesos repetitivos y permitir ejecución por módulos o etapas, condición que fortalece su viabilidad como proyecto de inversión pública.

Desde el enfoque normativo, la propuesta no presenta incompatibilidades con el marco regulatorio aplicable en materia hidráulica, eléctrica, accesibilidad y sostenibilidad, y mantiene coherencia con los lineamientos nacionales e institucionales orientados al fortalecimiento de la infraestructura educativa. En el ámbito institucional, el proyecto se integra al Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI) y puede ser gestionado dentro de la estructura administrativa existente de la Universidad del Valle, sin requerir nuevas dependencias operativas.

En conjunto, el análisis desarrollado permite concluir que la propuesta MORPHO presenta coherencia técnica, racionalidad financiera, compatibilidad normativa y viabilidad institucional suficientes para su estructuración como perfil de proyecto de inversión pública, quedando su desarrollo detallado sujeto a fases posteriores de diseño definitivo, aprobación y gestión contractual.

8. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA GENERAL AJUSTADA PARA LA VIABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO.

La aplicación de la Metodología General Ajustada (MGA) en este capítulo tiene como finalidad estructurar y consolidar la información generada en los análisis previos, permitiendo evaluar de manera integral la viabilidad de la propuesta MORPHO, por lo que los resultados aquí presentados constituyen la validación de una alternativa desde una perspectiva técnica, financiera, institucional y de sostenibilidad. Esta fase final, alineada con el objetivo específico 3, involucró la presentación de alternativas, la elaboración de la Matriz de Marco Lógico (MML), análisis de riesgos, sostenibilidad institucional y financiera, y la preparación de cronogramas y presupuestos preliminares. La evaluación de alternativas se efectuó mediante matrices multicriterio, asignando pesos a factores como costo, impacto ambiental y viabilidad técnica. El análisis de riesgos se llevó a cabo identificando probabilidades e impactos mediante matrices cualitativas, proponiendo estrategias de mitigación como seguros o planes de contingencia.

En esta fase se consolidó la información en un perfil de proyecto conforme a la MGA, a través de:

- Formulación y análisis de alternativas de solución (adecuación de espacios existentes o nueva construcción).
 - Evaluación comparativa de alternativas (técnica, social, ambiental, financiera).
 - Elaboración de la Matriz de Marco Lógico (MML).
 - Identificación de riesgos y estrategias de mitigación.
 - Análisis de sostenibilidad institucional y ambiental.
 - Definición de fuentes de financiamiento, priorizando el Sistema General de Regalías (SGR).
 - Formulación de un cronograma de ejecución

8.1 Alternativas de solución

En cumplimiento de los lineamientos de la Metodología General Ajustada (MGA), en esta fase se formularon y describieron las alternativas de solución que buscan responder a las necesidades funcionales, académicas y de bienestar identificadas en la población universitaria de la Facultad

de Ingeniería. Estas alternativas constituyen las diferentes opciones de intervención técnica posibles para atender el déficit de espacios de estudio, encuentro y recreación, teniendo en cuenta los criterios de factibilidad física, ambiental, económica e institucional.

A partir de la información obtenida en el diagnóstico y de los criterios técnicos definidos en la Fase 2, se estructuraron dos alternativas viables:

Alternativa A: Adecuación de espacios existentes en la Facultad de Ingeniería.

Alternativa B: Construcción del nuevo proyecto MORPHO – Paisaje convertido en espacio.

Alternativa A. Adecuación de espacios existentes

Esta alternativa consiste en la intervención y remodelación de zonas ya construidas dentro del campus universitario, particularmente espacios subutilizados como pasillos, áreas de transición y patios internos. El objetivo sería reconfigurar estos espacios mediante mobiliario fijo, cubiertas ligeras y señalización ambiental, para destinarlos a usos de estudio colaborativo, descanso y encuentro informal.

Desde el punto de vista técnico, esta opción requiere una inversión moderada, ya que aprovecharía la infraestructura existente y reduciría la necesidad de nuevas construcciones. Sin embargo, sus limitaciones funcionales son evidentes: la capacidad de carga de estos espacios es reducida, no se garantizan condiciones adecuadas de ventilación ni de confort acústico, y el uso compartido con flujos académicos puede afectar la tranquilidad y el bienestar de los usuarios. La literatura reciente y las guías de diseño recomiendan limitar los espacios destinados a tareas cognitivas y reforzar el aislamiento acústico en nuevos espacios, lo cual resulta difícil de lograr en pasillos o aulas sin reformas profundas (Mercugliano et al., n.d.).

En términos ambientales, la adecuación minimiza la huella constructiva, pero no soluciona la fragmentación espacial ni la carencia de áreas verdes activas. Institucionalmente, representa una solución temporal más que estructural, ya que no amplía la oferta de infraestructura ni genera un impacto significativo en el bienestar estudiantil.

Por estas razones, aunque la adecuación de espacios puede ofrecer una respuesta de bajo costo y rápida implementación, no alcanza los estándares de sostenibilidad, flexibilidad ni confort requeridos para una infraestructura de bienestar universitario contemporánea.

Alternativa B. Construcción del proyecto MORPHO – Paisaje convertido en espacio

La segunda alternativa propone la construcción de una nueva infraestructura multifuncional integrada al paisaje universitario, concebida bajo el enfoque del proyecto MORPHO – Paisaje convertido en espacio, desarrollado por los arquitectos Camila Yiseth Melo Melo y David Felipe Quintero Martínez (2025). Esta propuesta plantea una visión innovadora donde la arquitectura se disuelve en el entorno natural del campus, generando una simbiosis entre el paisaje y los espacios de bienestar.

El proyecto MORPHO parte del principio de que la arquitectura no debe imponerse sobre el terreno, sino emerger de él. Su diseño se desarrolla a partir de claros naturales existentes, evitando la tala de árboles y favoreciendo la continuidad del ecosistema. El conjunto se organiza en módulos o células arquitectónicas destinadas a distintos usos coworking, cafetería, zonas de descanso, teatrino y espacios de encuentro, distribuidas bajo una cubierta sinusoidal ligera que reproduce las ondulaciones del bosque.

Desde el punto de vista técnico, la propuesta se destaca por su eficiencia estructural: un sistema modular de 1.452 m² de cubierta con un peso total de solo 10.257 kg, lo que representa una reducción del 70 % frente a sistemas porticados convencionales. Este logro se traduce en menores costos de materiales, facilidad de montaje y una intervención de bajo impacto ambiental.

En cuanto a la integración ambiental, MORPHO propone una arquitectura permeable, sin fachadas rígidas ni volúmenes cerrados, que aprovecha la ventilación cruzada y la iluminación natural para reducir el consumo energético. Las zonas de recorrido se trazan mediante senderos adaptativos y mobiliario integrado al terreno, reforzando la idea de continuidad entre lo natural y lo construido.

Socialmente, esta alternativa responde a la necesidad de espacios de bienestar y aprendizaje al aire libre, promoviendo la interacción, el descanso activo y la convivencia entre estudiantes y

docentes. Además, su enfoque interdisciplinario y sostenible la alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4, 9, 11 y 13) y con las políticas institucionales de sostenibilidad de la Universidad del Valle.

Institucionalmente, MORPHO se perfila como una infraestructura emblemática que fortalecerá la identidad del campus y su proyección como espacio de innovación académica y ambiental. Su carácter replicable y flexible permite futuras expansiones sin alterar el equilibrio ecológico del sitio, garantizando su sostenibilidad a largo plazo.

8.2 Evaluación comparativa de alternativas

Conforme a la Metodología General Ajustada (MGA), la comparación de alternativas se fundamenta en criterios técnicos, sociales, ambientales, financieros e institucionales, con ponderaciones acordes a los objetivos del proyecto y a la naturaleza universitaria del bien público. Se empleó una matriz multicriterio (escala 1–5) junto con un análisis narrativo, donde la MGA exige formular alternativas, compararlas y seleccionar la más viable para estructurar el perfil del proyecto y su registro posterior.

La selección de los criterios y sus ponderaciones responde a las recomendaciones de la Metodología General Ajustada, la cual orienta que las alternativas deben evaluarse en función de su viabilidad técnica, económica, ambiental, social e institucional, priorizando los factores que más inciden en el cumplimiento del propósito del proyecto. En el caso de la formulación de este proyecto, un modelo de infraestructura multifuncional para el bienestar universitario, el objetivo central no es solo construir, sino mejorar las condiciones académicas, sociales y ambientales de los estudiantes mediante una solución integral. Para ello, en la tabla 6 se definieron cinco criterios con los siguientes pesos relativos.

Tabla 6. Criterios y ponderaciones según MGA.

Criterio	Ponderación	Justificación
Técnico	25 %	Se asigna el mayor peso junto con el ambiental, ya que el éxito del proyecto depende de su desempeño físico, funcional y constructivo. La MGA establece que el criterio técnico debe tener prioridad cuando el proyecto implica infraestructura

		especializada. En este caso, se valoran la factibilidad de diseño, el confort pasivo (ventilación, iluminación, acústica) y la adaptabilidad estructural.
Social	20 %	Este criterio evalúa la pertinencia y el impacto en la comunidad universitaria. Se otorga un peso alto (pero menor que el técnico) porque el proyecto busca fomentar la convivencia, reducir el estrés y promover hábitos saludables, objetivos directamente asociados al bienestar estudiantil.
Ambiental	25 %	Recibe una ponderación igual a la técnica debido al enfoque ecológico del proyecto. La infraestructura propuesta busca integrarse al paisaje existente y reducir el impacto ambiental mediante estrategias bioclimáticas y de uso eficiente de materiales. En coherencia con la Política Nacional de Edificaciones Sostenibles (Min Vivienda.) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 11 y 13), el componente ambiental no se considera accesorio, sino estructural.
Financiero	20 %	Este criterio evalúa tanto la inversión inicial como los costos de operación y mantenimiento. Aunque es un factor determinante en proyectos públicos, en este caso se asigna un peso intermedio porque el propósito no es maximizar la rentabilidad económica, sino optimizar el uso de recursos en función del bienestar social y ambiental. Según la MGA (DNP, n.d.). En proyectos educativos los criterios económicos no deben dominar la evaluación cuando existen beneficios sociales y sostenibles de largo plazo. Sin embargo, se reconoce su importancia para la viabilidad presupuestal y la priorización en el Sistema General de Regalías (SGR).
Institucional	10 %	Se asigna el menor peso, pero sigue siendo relevante. Evalúa la coherencia con los lineamientos estratégicos de la Universidad del Valle, su capacidad de gestión y el grado de articulación con políticas nacionales e internacionales (ODS, Plan Maestro de Infraestructura Universitaria, Política de Campus Sostenible).

8.3 Matriz de Marco Lógico (MML)

La Matriz de Marco Lógico sirve para contestar preguntas esenciales:

¿Qué problema quiero resolver? Fin

¿Qué cambio concreto quiero lograr? Propósito

¿Qué produce el proyecto para lograr ese cambio? Componentes

¿Qué tengo que hacer para producirlo? Actividades

¿Cómo voy a medir si realmente funcionó? Indicadores

¿Cómo pruebo que eso que digo sí pasó? Medios de verificación

¿Qué cosas externas podrían dañarlo? Supuestos

Tabla 7. Matriz de Marco Lógico

Nivel	Descripción	Indicadores Objetivamente Verificables (IOV)	Medios de Verificación (MV)	Supuestos/Riesgos
Fin (Objetivo General)	Proponer un modelo de infraestructura física multifuncional para mejorar las condiciones académicas y fomentar el desarrollo personal de estudiantes universitarios, garantizando viabilidad técnica, normativa y programática.	Reducción del 20% en niveles de estrés y fatiga reportados por estudiantes. Aumento del 15% en rendimiento académico promedio en Facultad de Ingeniería.	Encuestas pre y post-implementación (Planeación Univalle, 2024). Reportes institucionales de bienestar universitario.	Apoyo continuo de políticas nacionales (e.g., PEDI 2021-2025; Universidad del Valle, 2021). Riesgo: Cambios en financiamiento público.
Propósito (Objetivo Específico Principal)	Crear espacios multifuncionales en la Facultad de Ingeniería para estudio, socialización y descanso, alineados con criterios de accesibilidad y sostenibilidad.	Cobertura del 100% para 1.827 estudiantes sin espacios asignados. Implementación de al menos 5 zonas multifuncionales.	Informes de ejecución del proyecto (Decanatura Facultad de Ingeniería). Auditorías ambientales.	Aprobación institucional oportuna (Decanatura y Planeación Univalle). Riesgo: Retrasos administrativos.
Componentes/ Resultados	1. Diagnóstico de necesidades (Fase 1). 2. Formulación de criterios técnicos (Fase 2, integrando	Resultado 1: Identificación de brechas para 6.395 estudiantes.	Árbol de problemas/objetivos.	Disponibilidad de datos institucionales (Planeación Univalle, 2024).

	MORPHO; Melo & Quintero, 2025). 3. Estructuración bajo MGA.	Resultado 2: Criterios definidos Resultado 3: Perfil viable con presupuesto preliminar (SGR, Univalle).	Evaluación multicriterio. Matriz de riesgos.	Riesgo: Impactos ambientales.
Actividades	1. Encuestas y análisis de brechas. 2. Revisión normativa y diseño. 3. Evaluación de alternativas y mitigación de riesgos.	Actividad 1: 100 encuestas completadas. Actividad 2: Documento de criterios elaborado. Actividad 3: Cronograma de 12 meses.	- Registros de encuestas. Informes técnicos (e.g., Revit para MORPHO). Presupuesto desglosado.	Recursos humanos disponibles (estudiantes, docentes). - Riesgo: Sobrecostos.

8.4 Informe de riesgos y estrategias de mitigación

La gestión de riesgos para el proyecto de infraestructura multifuncional se ha estructurado siguiendo los lineamientos del Project Management Institute (PMI, 2017) y de la Metodología General Ajustada – MGA (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2015), con el objetivo de identificar, analizar y planificar la respuesta ante eventos inciertos que puedan afectar los objetivos del proyecto en términos de alcance, tiempo, costo y calidad.

Dada la naturaleza del proyecto, una intervención financiada potencialmente con recursos públicos (SGR), se han clasificado los riesgos en cuatro categorías principales: Técnicos, Financieros, Institucionales/Sociales y Ambientales.

A continuación, se presenta en la tabla 8 (agregada en los anexos) la matriz de riesgos y respuesta, donde se evalúa la probabilidad de ocurrencia y el impacto, definiendo las estrategias de mitigación (acciones preventivas) y contingencia (acciones reactivas).

Se realizó un Análisis de los Riesgos Críticos a los cuales se enfrentará este proyecto, donde el riesgo financiero debido al Sistema General de Regalías (SGR) es el riesgo de mayor impacto para la viabilidad del proyecto. Dado que la financiación depende de entidades externas (Gobernación/OCAD). Por lo cual, la estrategia principal es la maduración técnica del proyecto.

Un perfil MGA incompleto o con debilidades técnicas es la causa principal de rechazo o demora. Aunque el sistema propuesto (*mega anchors*) es versátil, existe el riesgo de que el suelo no ofrezca la capacidad portante esperada en puntos específicos. La mitigación clave es la validación geotécnica *in situ* antes de la fabricación de la estructura metálica, garantizando que la modulación no requiera cambios costosos durante la instalación. La Universidad del Valle se caracteriza por tener una dinámica social activa. La interrupción de las obras por paros es una realidad que debe confrontarse. De acuerdo con (Botero Botero & Villa, 2012), se propone utilizar herramientas de Lean Construction (como el *Last Planner System*) para obtener una planificación flexible que potencialice actividades en periodos de normalidad académica y proteja los avances en momentos de cese de actividades.

8.5 Sostenibilidad institucional y ambiental

La sostenibilidad del proyecto se aborda desde una perspectiva integral que garantiza no solo la viabilidad ecológica de la infraestructura, sino su permanencia y correcto funcionamiento en el transcurso del tiempo. Este análisis demuestra la capacidad de la Universidad del Valle para asumir la operación del proyecto y justifica los beneficios ambientales inherentes al diseño modular propuesto.

8.5.1 Sostenibilidad Institucional y Operativa

La sostenibilidad institucional se refiere a la capacidad de la organización para gestionar, mantener y financiar la operación de los nuevos espacios a largo plazo. Dado que se trata de un proyecto de inversión pública sin ánimo de lucro directo, la sostenibilidad se fundamenta en la eficiencia del gasto y la integración al modelo de gestión universitario existente. La administración de los espacios estará a cargo de la Decanatura de la Facultad de Ingeniería en articulación con la Vicerrectoría de Bienestar Universitario. Se integrará al esquema de reserva de espacios actual, permitiendo monitorear su uso mediante las plataformas digitales de la universidad.

Al estar ubicados dentro del campus Meléndez, los módulos quedarán cubiertos por el esquema de vigilancia privada actual de la Universidad. Se propone la implementación del programa "Cuidanderos del Campus", involucrando a monitores estudiantiles para promover el buen uso de

las instalaciones. A diferencia de las construcciones tradicionales de concreto, la estructura metálica y de madera del proyecto *MORPHO* requiere un protocolo de mantenimiento específico para garantizar su vida útil. Los costos de operación (OPEX) se proyectan bajos debido a las estrategias pasivas de diseño, pero exigen rigurosidad preventiva.

El mantenimiento preventivo (Anual) consta de la aplicación de tratamientos ignífugos e hidrófugos en elementos en madera, revisión de torques en uniones metálicas y limpieza de cubiertas sinusoidales. Estos costos se incorporarán al Plan Anual de Adquisiciones de la Facultad. Se establece una eficiencia energética, debido a que el diseño elimina la necesidad de aire acondicionado (A.A.) mediante ventilación cruzada, reduciendo drásticamente la factura de energía eléctrica en comparación con las salas de estudio tradicionales cerradas. Se plantea la posibilidad de concesionar el módulo de "cafetería ligera" a un tercero. Los ingresos por arrendamiento de este espacio comercial se destinarán exclusivamente a un fondo rotatorio para el mantenimiento de la infraestructura multifuncional.

8.5.2 Sostenibilidad Ambiental y Eficiencia de Recursos

El proyecto se alinea con la Política Nacional de Construcción Sostenible y el compromiso de la Universidad del Valle como "Campus Sostenible". La propuesta técnica minimiza la huella de carbono y maximiza la integración ecosistémica. La infraestructura está diseñada para funcionar en el clima cálido-húmedo de Cali sin dependencia de sistemas mecánicos activos. La cubierta sinusoidal de doble curvatura genera sombras proyectadas y permite la evacuación del aire caliente por convección natural en la parte superior (efecto chimenea), garantizando una temperatura interior inferior a la del entorno directo.

La ausencia de cerramientos opacos maximiza el uso de luz diurna, reduciendo el consumo eléctrico por iluminación artificial durante la jornada diurna (7:00 a.m. – 6:00 p.m.). Desde la ingeniería civil, se prioriza la reducción de impactos durante la fase constructiva y el fin de vida útil. Al utilizar componentes prefabricados en el taller, se reducen los residuos de construcción en sitio (escombros) en un 80% comparado con la mampostería tradicional. El sistema de cimentación superficial (*mega anchors*) y uniones empernadas permite que la estructura sea desmontada,

trasladada o reciclada al final de su vida útil, cumpliendo con los principios de Economía Circular. El uso predominante de acero (material 100% reciclable) y madera certificada (sumidero de carbono) contrasta con el alto impacto de emisiones de CO2 asociado a la producción de cemento para construcciones convencionales.

La estructura elevada sobre el terreno natural evita la impermeabilización masiva del suelo, permitiendo la infiltración natural del agua de lluvia y la recarga de los acuíferos del campus, actuando como un Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS). El diseño se adapta a los claros existentes entre árboles, respetando la fauna local (ardillas, iguanas, aves) y conservando el microclima del bosque universitario.

8.6 Alineación Normativa y Estratégica

La sostenibilidad del proyecto se respalda en el cumplimiento de los siguientes instrumentos de planificación y normativa:

1. **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):** Contribuye directamente al ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) y al ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles).
2. **Resolución 0549 de 2015 (Ministerio de Vivienda):** Cumple con los parámetros de ahorro en agua y energía establecidos para edificaciones institucionales en clima cálido.
3. **Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI) 2015-2025:** Responde al eje estratégico de "Modernización de la Infraestructura Física y Tecnológica" bajo criterios de sostenibilidad ambiental.
4. **Política de Gestión Ambiental de la Universidad del Valle:** Se articula con los programas de uso eficiente de recursos y conservación de zonas verdes del campus Meléndez.

8.7 Evaluación de Impacto Ambiental y Requerimientos Legales

Siendo un proyecto de infraestructura ubicado en suelo urbano institucional, la intervención se rige por el Decreto 1076 de 2015. Debido a la escala y naturaleza del proyecto (arquitectura liviana sin movimientos masivos de tierra), no se requiere tramitar una Licencia Ambiental ante la ANLA o

la CVC. La competencia ambiental para el proyecto recae en el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA), en su calidad de autoridad ambiental urbana del municipio de Santiago de Cali (DAGMA, 2023). En atención a este marco institucional y con el fin de garantizar la viabilidad ambiental de la intervención, se adoptó la Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales bajo la metodología de Leopold simplificada, cuya nomenclatura y criterios de valoración se presentan en la Tabla 9. Posteriormente, la matriz fue aplicada al proyecto con el propósito de identificar los impactos potenciales asociados a la fase constructiva y definir las correspondientes medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental.

Tabla 8. Matriz de Impacto Ambiental (Vida útil del proyecto).

Factor Ambiental	Acción del Proyecto	Impacto Identificado	M	I	Valoración	Medida de Manejo (Costos a incluir)
Suelo	Excavación para cimentación (<i>mega anchors</i>)	Generación de residuos sólidos (tierra/sobrantes)	1	2	Bajo (-)	Gestión de RCD y disposición en escombrera autorizada.
Aire	Montaje de estructura metálica	Generación de material particulado (polvo) y ruido	2	3	Medio (-)	Cerramiento con poli sombra y humectación de zonas de trabajo.
Flora	Izaje de módulos y cubiertas	Interferencia con ramas bajas o raíces superficiales	4	4	Alto (-)	Trámite de permiso de poda y silvicultura preventiva ante DAGMA.
Paisaje	Terminación de obra	Integración visual con el bosque universitario	4	5	Muy Alto (+)	Diseño paisajístico complementario.

(Convenciones: *M* = Magnitud [1-5], *I* = Importancia [1-5]). Valoración cualitativa.

El proyecto no requiere licencia ambiental, de conformidad con la normativa vigente, dado su alcance y naturaleza. Sin embargo, durante la fase de ejecución de obra es obligatorio contemplar

una serie de medidas, permisos y actividades de gestión ambiental, cuyos costos deben ser incorporados al presupuesto general del proyecto

Permiso de Aprovechamiento Forestal (Podas):

Trámite ante DAGMA + Ejecución técnica de podas de realce.

Estimado: \$3.500.000 - \$5.000.000 COP (Dependiendo del número de individuos a intervenir).

Compensación Arbórea (1:10):

En caso de que la autoridad ambiental exija medidas de compensación arbórea adicionales, estas serán atendidas conforme a los lineamientos establecidos, pudiendo implicar costos adicionales no incluidos en el presente presupuesto base.

Gestión de RCD (Escombros):

Cargue, transporte y disposición final certificada

8.8 Análisis de fuentes de financiamiento

El análisis financiero del proyecto parte de la premisa de que la intervención propuesta es de carácter social y educativo, y no genera flujos de caja directos por venta de servicios (no es un proyecto con ánimo de lucro). Por tanto, la estructura de capital debe basarse en fuentes de financiación pública no reembolsables o en recursos de inversión institucional.

A continuación, se evalúan las fuentes disponibles y se propone la estructura de financiación más viable (Cierre Financiero) para la ejecución del proyecto *MORPHO* en la Facultad de Ingeniería.

8.9 Identificación de Fuentes Potenciales

La identificación de fuentes de financiamiento representa un componente esencial en la estructuración del perfil del proyecto bajo la Metodología General Ajustada (MGA), ya que asegura la viabilidad económica y la sostenibilidad a largo plazo de la iniciativa. Para garantizar la viabilidad financiera del proyecto de infraestructura multifuncional en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, se han identificado cuatro fuentes principales de financiamiento, clasificadas según su origen (público, institucional o crediticio) y naturaleza (no reembolsables o

reembolsables). Cada fuente se describe a continuación, destacando criterios económicos clave como disponibilidad de recursos, condiciones de acceso, tasas de interés (si aplican), plazos de devolución, ventajas, desventajas y justificación de su aplicación al proyecto.

El Sistema General de Regalías (SGR) constituye un fondo público derivado de los ingresos por explotación de recursos naturales no renovables en Colombia, distribuido a entidades territoriales para proyectos de impacto regional. Desde el punto de vista económico, estos recursos son no reembolsables, lo que elimina obligaciones de devolución y minimiza el costo financiero a largo plazo. La disponibilidad para el Valle del Cauca en 2025 ascendió a más de \$172.500 millones para iniciativas educativas e infraestructurales, con asignaciones gestionadas por los Órganos Colegiados de Administración y Decisión (OCAD), sujetas a aprobación basada en alineación con planes de desarrollo territorial (Departamento Nacional de Planeación, 2025). Las condiciones de acceso implican procesos burocráticos que pueden extenderse varios meses, sin tasas de interés ni plazos de devolución aplicables. Entre las ventajas se destacan el bajo riesgo de endeudamiento y la capacidad para cubrir hasta el 40% de inversiones en proyectos educativos, mientras que las desventajas incluyen limitaciones por cupos regionales y requisitos de sostenibilidad (Procuraduría General de la Nación, 2022). En este proyecto, el SGR se destina principalmente a la cobertura de la fase constructiva, incluyendo la edificación de espacios multifuncionales, materiales y obra civil, justificada por su enfoque en inversiones de alto impacto social y educativo que fortalecen la infraestructura regional (Sistema General de Regalías, 2026).

Los recursos propios de la Universidad del Valle consisten en ingresos generados por la institución misma, como matrículas, venta de servicios, consultorías o convenios. Económicamente, representan fondos no reembolsables. No implican tasas de interés ni plazos de devolución formales, aunque generan un costo de oportunidad al redirigir fondos de otras prioridades institucionales. Las ventajas incluyen el control total por parte de la universidad y la flexibilidad para asignaciones rápidas. Para este proyecto, estos recursos se asignan al resto de componentes no constructivos, como la elaboración de planos finales, dotación de mobiliario, contratación de diseñadores, obtención de permisos ambientales y realización de estudios

preliminares, permitiendo una ejecución ágil y complementaria a fuentes externas sin sobrecargar el presupuesto institucional.

El Ministerio de Educación Nacional (MEN), mediante el Fondo de Financiamiento de la Infraestructura Educativa (FFIE), proporciona fondos públicos específicos para la ampliación y mejora de espacios educativos. En términos económicos, estos recursos son no reembolsables, con una disponibilidad de hasta \$1,8 billones en 2025 para alrededor de 130 proyectos universitarios en 25 departamentos, incluyendo ampliaciones para 270.000 cupos educativos (Ministerio de Educación Nacional, 2025). El acceso se realiza a través de convocatorias competitivas alineadas con planes nacionales como "Educación Superior para la Sociedad del Conocimiento", sin tasas de interés ni obligaciones de devolución. Las ventajas radican en su alto impacto social y capacidad para cubrir costos directos, priorizando regiones como el Valle del Cauca donde se han invertido \$16 mil millones en proyectos similares en 2023, mientras que las desventajas involucran alta competencia y requisitos estrictos de sostenibilidad (Ministerio de Educación Nacional, 2025).

Los créditos de FINDETER (Financiera del Desarrollo Territorial) representan préstamos de un banco de desarrollo estatal orientados a infraestructura, incluyendo la educativa. Económicamente, son reembolsables con tasas subsidiadas por debajo del mercado alrededor del 8-10% anual en 2025, según la línea de crédito, plazos extendidos de hasta 15-20 años y periodos de gracia iniciales para diferir pagos (Findeter, 2026). La disponibilidad se canaliza a través de líneas como "Reactiva Colombia", con redescuento para sectores educativos que cubren construcción, ampliación y dotación. Las ventajas incluyen tasas reducidas que ahorran en intereses comparados con bancos comerciales y flexibilidad para proyectos de envergadura, aunque las desventajas abarcan la generación de deuda, requisitos de garantías y potencial incremento de pasivos institucionales (Findeter, 2026).

Tabla 9.Identificacion fuentes de financiamiento

Fuente de Financiamiento	Naturaleza Económica	Disponibilidad	Condiciones de Acceso	Tasas de Interés	Plazos de Devolución

Sistema General de Regalías (SGR)	No reembolsable	Más de \$172.500 millones para el Valle del Cauca en 2025 para iniciativas educativas e infraestructurales (Departamento Nacional de Planeación, 2025)	Procesos burocráticos gestionados por OCAD, sujetos a aprobación basada en alineación con planes de desarrollo territorial, pueden extenderse varios meses	No aplica	No aplica
Recursos Propios de la Universidad del Valle	No reembolsable	Ingresos generados internamente (matrículas, ventas de servicios, consultorías o convenios)	Control total por la universidad, asignaciones rápidas	No aplica	No aplica
Ministerio de Educación Nacional (MEN) mediante FFIE	No reembolsable	Hasta \$1,8 billones en 2025 para 130 proyectos universitarios en 25 departamentos, incluyendo ampliaciones para 270.000 cupos educativos (Ministerio de Educación Nacional, 2025)	Convocatorias competitivas alineadas con planes nacionales como "Educación Superior para la Sociedad del Conocimiento"	No aplica	No aplica
Créditos de FINDETER	Reembolsable	Canalizados a través de líneas como "Reactiva Colombia" con redescuento para sectores educativos (Findeter, 2026)	Préstamos de banco de desarrollo estatal, requieren garantías	8-10% anual en 2025, según la línea de crédito	Hasta 15-20 años, con periodos de gracia iniciales (Findeter, 2026)

8.10 Estructura de Financiación

El esquema de cierre financiero propuesto para el proyecto de infraestructura multifuncional en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle se basa en una combinación estratégica de fuentes no reembolsables, priorizando la minimización de riesgos de endeudamiento y la alineación con las capacidades presupuestarias institucionales y normativas nacionales. Esta estructura se fundamenta en un análisis de viabilidad económica que considera la disponibilidad histórica de fondos para proyectos similares en universidades públicas colombianas, donde se observa una tendencia a equilibrar recursos externos públicos con aportes internos para optimizar

la ejecución y sostenibilidad (Departamento Nacional de Planeación, 2025). Específicamente, se seleccionan solo dos fuentes el Sistema General de Regalías (SGR) y los recursos propios de la Universidad del Valle para simplificar la gestión administrativa, reducir dependencias de financiamiento crediticio con tasas de interés asociadas y enfocarse en opciones no reembolsables. La exclusión de otras fuentes identificadas en la sección 6.3.9, como el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y FINDETER, se justifica por su orientación hacia convocatorias competitivas de mayor escala o con requisitos de devolución, respectivamente, que podrían extender los plazos de aprobación o generar pasivos financieros innecesarios en un proyecto.

De acuerdo con la identificación de fuentes de financiamiento principales, se propone un modelo de Cofinanciación (Fuentes Mixtas), que es el modelo más exitoso para la aprobación de proyectos en el OCAD (Órgano Colegiado de Administración y Decisión). La estrategia consiste en apalancar el grueso de la obra civil con recursos externos (Regalías) y demostrar el compromiso institucional mediante aportes propios como se evidencia en la tabla 06 donde se especifica la destinación específica.

Tabla 10. Esquema de Cierre Financiero Propuesto

Fuente de Financiación	Tipo de Recurso	Destinación Específica	Justificación
Gobernación del Valle (SGR)	Dinero (Efectivo)	• Obra Civil (Materiales, Mano de obra) • Estructura Metálica	El proyecto cumple metas del Plan de Desarrollo Departamental en educación superior.
Universidad del Valle	Especie y Dinero	• Lote (Valor del suelo) • Estudios Técnicos (Fase 1 y 2) • Interventoría y Administración	Aporta la propiedad del terreno y garantiza la sostenibilidad operativa.

8.11 Estrategia de Gestión de Recursos

Para materializar este financiamiento, el perfil del proyecto debe seguir la "Ruta de Proyectos de Inversión Pública":

1. **Formulación MGA:** Completar la estructuración según la metodología MGA.
2. **Sectorización:** Radicar el proyecto ante la Secretaría de Planeación Departamental del Valle del Cauca, solicitando el aval técnico del sector Educación, en coherencia con los lineamientos establecidos en el Plan de Desarrollo Departamental 2024–2027 (Gobernación del Valle del Cauca, 2024).
3. **Viabilidad:** Obtener el concepto técnico favorable, demostrando que el presupuesto está ajustado a precios de mercado y que la matriz de riesgos está mitigada.
4. **Priorización y Aprobación:** Presentación ante el OCAD Regional para la asignación de recursos del SGR.

8.12 Cronograma preliminar de actividades de ejecución del proyecto (diagrama Gantt)

El cronograma preliminar de actividades se estructura en un horizonte temporal de 12 meses, dividido en fases secuenciales alineadas con la Metodología General Ajustada (MGA) para proyectos de inversión pública, lo que garantiza una ejecución ordenada y eficiente del perfil de proyecto (Departamento Nacional de Planeación, 2025). En primer lugar, se contempla un periodo estimado de dos (2) meses destinados a las actividades previas a la ejecución de la obra, las cuales, aunque no hacen parte del presupuesto constructivo, resultan indispensables para garantizar la viabilidad técnica, administrativa y normativa del proyecto. Este periodo incluye la gestión y trámite de licencias y permisos, la conformación del acta de inicio y la gestión precontractual, y la elaboración de los diseños definitivos y estudios técnicos requeridos para la contratación y ejecución de la obra.

En segundo lugar, el cronograma considera un periodo de diez (10) meses correspondiente a la fase de ejecución del proyecto, estructurada en once fases constructivas conformadas por

actividades cuantificables y secuenciales, que permiten un control adecuado de tiempos, recursos y dependencias técnicas.

Estas fases corresponden a:

- FASE 1: Preliminares;
- FASE 2: Implantación y manejo de entorno;
- FASE 3: Cimentaciones y drenajes;
- FASE 4: Estructura metálica;
- FASE 5: Cubierta sinusoidal;
- FASE 6: Caminos y plazas;
- FASE 7: Mobiliario y configuración espacial;
- FASE 8: Red hidrosanitaria;
- FASE 9: Red eléctrica e iluminación;
- FASE 10: Paisajismo y restauración; y
- FASE 11: Acabados, puesta en marcha y entrega.

Esta organización permite visualizar de manera integral la secuencia temporal del proyecto, identificar dependencias entre actividades, reconocer hitos críticos y anticipar posibles contingencias, asegurando la viabilidad temporal de la intervención en el contexto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle. El diagrama de Gantt, elaborado mediante el software Project Libre, se presenta en el Anexo A.

8.14 Cierre del capítulo

En coherencia con el Objetivo Específico 3, el capítulo desarrolló la estructuración del proyecto como perfil de inversión pública bajo la Metodología General Ajustada (MGA), consolidando los insumos técnicos, financieros, normativos e institucionales obtenidos en fases previas en un esquema completo de formulación y maduración del proyecto.

En primer lugar, se formularon dos alternativas de solución —adecuación de espacios existentes (Alternativa A) y construcción de la nueva infraestructura MORPHO (Alternativa B)— y se compararon mediante una matriz multicriterio que incorporó criterios técnicos, sociales,

ambientales, financieros e institucionales con ponderaciones justificadas. Este ejercicio permitió sustentar la selección de la alternativa más viable, al evidenciar que MORPHO ofrece una respuesta más estructural, sostenible y flexible frente al déficit de espacios identificado, superando las limitaciones funcionales y de impacto de una adecuación parcial.

Posteriormente, se elaboró la Matriz de Marco Lógico (MML) como instrumento central de coherencia del perfil, definiendo el fin, propósito, componentes, actividades, indicadores, medios de verificación y supuestos, con el objetivo de garantizar trazabilidad entre el problema, la intervención propuesta y los resultados esperados. De manera complementaria, se desarrolló el análisis de riesgos conforme a lineamientos MGA y referentes de gestión de proyectos, identificando riesgos críticos técnicos, financieros, institucionales y ambientales, y formulando estrategias de mitigación orientadas a reducir incertidumbres, especialmente aquellas asociadas a la aprobación y disponibilidad de recursos del Sistema General de Regalías (SGR).

El capítulo incorporó además el análisis de sostenibilidad institucional, operativa y ambiental, evaluando la capacidad de la Universidad del Valle para administrar, operar y mantener la infraestructura en el tiempo, mediante esquemas de gestión articulados con Bienestar Universitario, vigilancia y mantenimiento preventivo. En paralelo, se justificó la sostenibilidad ambiental del proyecto por su lógica de intervención de bajo impacto, eficiencia energética pasiva y compatibilidad con políticas de campus sostenible, complementando este enfoque con una evaluación preliminar de impactos ambientales y requerimientos legales, identificando permisos aplicables y medidas de manejo a incorporar en el costo global.

Finalmente, se definió la estrategia de financiamiento y gestión de recursos, priorizando un modelo de cofinanciación entre el SGR y aportes institucionales, y se estableció una ruta de gestión para viabilización, priorización y aprobación. Como cierre operativo del perfil, se formuló un cronograma preliminar de ejecución en horizonte de 12 meses, integrando actividades precontractuales y fases constructivas secuenciales, lo que permitió verificar la viabilidad temporal del proyecto y su programación en el contexto académico del campus.

En síntesis, el capítulo materializa la aplicación de la MGA al consolidar alternativas, evaluación comparativa, MML, riesgos, sostenibilidad, financiamiento y cronograma, dejando estructurado un perfil técnicamente articulado y listo para avanzar hacia etapas de viabilización institucional y gestión de recursos.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio se orientó a resolver la ausencia de información estructurada que permitiera determinar la viabilidad de una alternativa de infraestructura de bienestar para la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, de manera que las conclusiones que se presentan a continuación deben interpretarse desde la generación de evidencia técnica, financiera, normativa e institucional que sustenta la toma de decisiones sobre la implementación del proyecto MORPHO. El presente estudio proporciona los elementos técnicos, financieros, normativos e institucionales necesarios para determinar la viabilidad de una alternativa de intervención más allá de un planteamiento de cara a una solución directa al déficit de espacios de bienestar, por lo tanto, su principal aporte radica en la generación de información estructurada para la toma de decisiones bajo el enfoque de la Metodología General Ajustada (MGA).

A partir de los análisis desarrollados, se concluye que la propuesta MORPHO es viable bajo las condiciones evaluadas, siempre y cuando se encuentre bajo el cumplimiento de cara a los criterios técnicos, financieros, normativos e institucionales establecidos, por lo que esta viabilidad constituye una condición dependiente de la adecuada gestión de los factores identificados a lo largo del estudio, particularmente en términos de financiamiento, articulación institucional y sostenibilidad operativa.

9.1 Conclusiones sobre la problemática.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, sede Meléndez, presenta una escasez crítica de espacios multifuncionales, afectando a 1.827 estudiantes de una población total de 6.395, lo que genera sobrecarga en áreas comunes y limita actividades como el estudio autónomo, la socialización y el descanso (Planeación Univalle, 2024). La falta de inversión en mantenimiento y modernización, junto con la priorización de recursos hacia otras dependencias, posiciona a la

institución en desventaja competitiva frente a universidades con entornos más flexibles, impactando negativamente la permanencia académica y la calidad de vida estudiantil (UNESCO, 2020).

En relación con el problema de investigación, el estudio logra reducir la incertidumbre asociada a la toma de decisiones sobre la implementación de infraestructura de bienestar, proporcionando información estructurada que permite evaluar de manera objetiva la pertinencia de la alternativa propuesta. De esta forma, el principal aporte del trabajo no radica en la solución directa del problema, sino en la generación de un soporte técnico para la toma de decisiones bajo el enfoque de la Metodología General Ajustada (MGA).

9.2 Conclusiones acerca de la viabilidad del proyecto

El presente trabajo permitió determinar, de manera integral y estructurada, la viabilidad técnica, financiera, normativa e institucional de la propuesta de infraestructura física multifuncional MORPHO para la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, mediante la aplicación rigurosa de la Metodología General Ajustada (MGA).

En relación con el primer objetivo específico, el análisis de pertinencia evidenció que la propuesta MORPHO responde de forma directa a una necesidad real y cuantificable de la comunidad estudiantil. La identificación de brechas en la disponibilidad de espacios de estudio autónomo y permanencia, sustentada tanto en información institucional como en la validación empírica mediante encuesta, confirmó la existencia de un déficit estructural en términos de bienestar físico-espacial. La correspondencia entre dichas necesidades y los componentes funcionales del proyecto demuestra que la propuesta no surge como un ejercicio conceptual aislado, sino como una respuesta coherente al contexto académico de la Facultad.

Frente al segundo objetivo específico, la evaluación técnica, financiera, normativa e institucional permitió establecer que la propuesta es factible dentro del alcance propio de un perfil de inversión pública. Desde el componente técnico, no se identificaron incompatibilidades normativas evidentes en materia estructural, hidráulica, eléctrica, ambiental ni de accesibilidad universal, considerando que el nivel de desarrollo corresponde a una fase preliminar. En el

componente financiero, la estructuración de un presupuesto desagregado por capítulos constructivos, complementado con la estimación de costos indirectos y actividades precontractuales, permitió definir un valor total de inversión consistente con el mercado y respaldado en cantidades verificables. En el ámbito institucional, la alineación con el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI) y la capacidad operativa existente en la Universidad del Valle reducen los riesgos de desarticulación programática o administrativa.

En cumplimiento del tercer objetivo específico, la aplicación de la Metodología General Ajustada permitió consolidar la estructuración del proyecto como perfil de inversión pública, incorporando la formulación y comparación de alternativas, la matriz multicriterio, la Matriz de Marco Lógico, el análisis de riesgos, la definición de una estrategia de financiamiento priorizando el Sistema General de Regalías (SGR) y la elaboración de un cronograma preliminar de ejecución. Este proceso de maduración técnica fortalece la probabilidad de aprobación institucional y externa, al demostrar coherencia metodológica, claridad en la identificación de impactos y previsión de contingencias.

En consecuencia, se concluye que la propuesta MORPHO es viable desde una perspectiva técnica, financiera, normativa e institucional en el nivel de perfil, y que su implementación es sostenible en la medida en que se desarrollen los estudios definitivos requeridos en fases posteriores y se gestione adecuadamente la estrategia de financiación planteada. La investigación no solo valida la factibilidad del proyecto, sino que establece una ruta clara para su materialización como inversión pública orientada al fortalecimiento del bienestar estudiantil en la Facultad de Ingeniería.

9.3 Recomendaciones para la Universidad del Valle.

En función de la viabilidad identificada en el presente estudio, se recomienda avanzar en la estructuración del proyecto MORPHO ante las instancias correspondientes, priorizando la consolidación de fuentes de financiamiento y la articulación institucional necesaria para su ejecución.

Asimismo, se sugiere profundizar en estudios de detalle que permitan fortalecer la fase de diseño y planificación operativa, así como evaluar la replicabilidad del modelo en otras facultades de la Universidad del Valle y sectorizar inmediatamente el perfil de proyecto ante la Gobernación del Valle del Cauca para acceder a fondos del SGR. La Decanatura de la Facultad de Ingeniería debe implementar un plan de mantenimiento preventivo integrado con tecnologías BIM para monitoreo estructural, asegurando accesibilidad y seguridad continua (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010). Además, se sugiere realizar encuestas anuales post-implementación para medir impactos en el bienestar estudiantil, alineando con la Política Nacional de Bienestar Universitario y ajustando el modelo según retroalimentación (Ministerio de Educación Nacional, 2016; Ramírez et al., 2021). Finalmente, priorizar la capacitación en construcción sostenible para docentes y administrativos, incorporando módulos interdisciplinarios para replicar el modelo en otras sedes, en concordancia con el PEDI 2021-2025 (Universidad del Valle, 2021; Ministerio de Educación Nacional, 2024).

9.4 Implicaciones del estudio

Los resultados del presente estudio tienen implicaciones relevantes para la planificación de infraestructura en instituciones de educación superior, particularmente en contextos de restricción presupuestaria. En primer lugar, evidencian la necesidad de estructurar proyectos bajo metodologías como la MGA, que permitan garantizar coherencia entre los componentes técnicos, financieros e institucionales.

En segundo lugar, muestran que los modelos de infraestructura multifuncional pueden constituir una alternativa eficiente frente a enfoques tradicionales de expansión, siempre que se encuentren respaldados por análisis de viabilidad rigurosos.

Finalmente, el estudio aporta un enfoque replicable para la evaluación de proyectos de bienestar estudiantil en otras facultades o instituciones, contribuyendo a la toma de decisiones basada en evidencia.

10. REFERENCIAS

1. Alsayyari, A., Alblawi, A., Nawab, M., & Alosaimi, A. (2019). A conceptual framework for facility management in higher education institutions in Saudi Arabia. *TEM Journal*, 8(1), 157–164. <https://doi.org/10.18421/TEM81-22>
2. American College Health Association. (n.d.). National College Health Assessment. Retrieved October 15, 2025, from <https://www.acha.org/ncha/>
3. Botero Botero, L. F., & Villa, M. E. Á. (2012). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). *Revista Universidad EAFIT*, 40(136), 50–64.
4. Casa del Alumno – Exterior. (2019, 18 de junio). Casa del Alumno, Universidad Politécnica de Valencia. <https://casadelalumno.blogs.upv.es>
5. CBC News. (2016, January 13). BCIT nap room offers students a place to rest. <https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/bcit-nap-room-1.3401171>
6. Cárdenas, E. J. R. (2021). El Sistema General de Regalías: Una apuesta de centralización política y recentralización administrativa.
7. DAGMA. (2023). Manual de silvicultura urbana de Santiago de Cali.
8. Departamento Nacional de Planeación. (2015). Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública – Metodología General Ajustada (MGA).
9. Departamento Nacional de Planeación. (2020). Manuales de inversión pública. <https://www.dnp.gov.co>
10. Departamento Nacional de Planeación. (n.d.). Metodología General Ajustada (MGA) – Lineamientos. Retrieved October 15, 2025, from <https://www.dnp.gov.co>
11. EAN Legacy. (2021). Edificio EAN Legacy. Universidad EAN. <https://universidadean.edu.co>
12. Findeter. (2026). Línea de crédito directo. <https://www.findeter.gov.co/productos-y-servicios/lineas-de-credito-directo>

13. Harvard College. (n.d.). Houses. Retrieved February 23, 2026, from <https://dso.college.harvard.edu/houses>
14. Hart House. (n.d.). About Hart House. University of Toronto. Retrieved February 23, 2026, from <https://harthouse.ca/about>
15. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.
16. Hossain, S., O'Neill, S., & Strnadová, I. (2023). What constitutes student well-being: A scoping review of students' perspectives. *Child Indicators Research*, 16(2), 447–483. <https://doi.org/10.1007/s12187-022-09990-w>
17. Investment Centre Division. (2007). RuralInvest módulo 2: Formulación y empleo de perfiles de proyecto. FAO.
18. Ishikawa, K. (1985). What is total quality control? The Japanese way. Prentice-Hall.
19. Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645.
20. Ley 2056 de 2020. (2020). Por la cual se regula el Sistema General de Regalías. República de Colombia.
21. MADS. (2018). Resolución 1402 de 2018. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
22. Mega Building Industries Pty Ltd. (2017). Mega anchor installation & selection guide.
23. Melo Melo, C. Y., & Quintero Martínez, D. F. (2025). Morpho: Paisaje convertido en espacio. Proyecto de grado, Universidad del Valle.
24. Mercugliano, A., Corbani, A., Bigozzi, L., Vettori, G., & Incognito, O. (2023). The effects of classroom acoustic quality on student perception and wellbeing: A systematic review across educational levels.
25. Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Política Nacional de Bienestar Universitario*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-360314_recurso.pdf
26. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Resolución 549 de 2015.
27. Departamento Nacional de Planeación. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026: Colombia, potencia mundial de la vida*.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>

28. PMI. (2017). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (6th ed.). Project Management Institute.
29. Universidad Cooperativa de Colombia. (2022, 5 de septiembre). El campus Bogotá se amplía con un nuevo edificio. <https://ucc.edu.co/actualidad-ucc/noticias/Paginas/el-campus-bogota-se-amplia-con-un-nuevo-edificio-.aspx>
30. Universidad del Valle. (2015). Plan Estratégico de Desarrollo 2015–2025. <https://planeacion.univalle.edu.co/vision-mision-y-estructura-estrategica>
31. Universidad del Valle. (2025). Proyecto Terrazas de San Fernando. <https://diu.univalle.edu.co/noticias-y-actualidad/proyecto-terrazas-de-san-fernando-univalle>
32. Universidad Nacional de Colombia. (2018). Plan Global de Desarrollo 2022–2024.
33. University of California, Berkeley. (n.d.). REST Zones at UC Berkeley. Retrieved February 23, 2026, from <https://uhs.berkeley.edu/health-promotion/health-campaigns/rest-zones-uc-berkeley>
34. University of Oxford Parks. (n.d.). University Parks. Retrieved February 23, 2026, from <https://www.parks.ox.ac.uk/home>
35. Valle del Cauca, Gobernación del. (2024). Plan de Desarrollo 2024–2027: Liderazgo que transforma.

11.ANEXOS

Cronograma Gantt.

El cronograma de actividades es una herramienta esencial en la gestión de proyectos de infraestructura, permitiendo visualizar la secuencia temporal de las tareas, sus duraciones y dependencias. En el contexto de este trabajo de grado, el Anexo A presenta el diagrama de Gantt elaborado para el perfil del proyecto de infraestructura multifuncional en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, alineado con la Metodología General Ajustada (MGA) del Departamento Nacional de Planeación. Este anexo complementa el capítulo 8.12, proporcionando una representación gráfica detallada que facilita la comprensión de la planificación temporal. Dado que la visualización completa requiere de herramientas especializadas se anexa el enlace del archivo digital en formato .XML

Enlace archivo: [Cronograma detallado.](#)

Presupuesto preliminar.

El presupuesto preliminar constituye un componente crítico en la formulación de perfiles de proyectos de inversión pública, estimando los costos asociados a cada fase para evaluar la factibilidad económica. Este Anexo B detalla el desglose financiero del modelo de infraestructura multifuncional propuesto para el bienestar estudiantil en la Universidad del Valle, siguiendo las directrices de la MGA y complementando el capítulo 8.13. Se basa en cotizaciones locales y estándares de construcción civil en Colombia, asegurando transparencia y alineación con normas presupuestarias institucionales. El documento completo en el cual se puede observar el desglose del presupuesto preliminar se adjunta como archivo externo en el siguiente link con formato .xml

Enlace archivo: [Presupuesto preliminar](#)

Matriz de evaluación de impacto ambiental

La Matriz de Leopold, desarrollada como herramienta para la identificación y calificación de impactos ambientales en proyectos de infraestructura, se aplica en este anexo para evaluar los efectos potenciales del modelo MORPHO en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, sede Meléndez. Esta matriz cruza variables ambientales clave (e.g., hidrología, suelo, clima, fauna, flora, paisaje y componentes socioeconómicos) con las actividades del proyecto distribuidas en fases: Levantamiento, Planificación y Diseños (incluyendo estudios geotécnicos, hidrológicos y diseños estructurales), Modificación del Régimen Natural (operación de maquinaria, desmonte y remoción vegetal), Vida Útil del Proyecto (operación académica, mantenimiento y generación de residuos), y Clausura y Abandono (restauración geomorfológica, gestión de escombros y paisajística) (Leopold et al., 1971). A continuación, se adjunta el link en donde se encuentra desarrollada la matriz de evaluación de impacto ambiental en formato PDF.

Enlace archivo: [Matriz de impacto ambiental](#)

Diseño Revit y Planimetría

El diseño arquitectónico y planimétrico es fundamental para visualizar y validar la funcionalidad de infraestructuras multifuncionales, utilizando herramientas BIM (Building Information Modeling) para integrar aspectos estructurales y espaciales. Este Anexo D presenta los diseños en Revit y planimetría del espacio multifuncional propuesto para la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, complementando los capítulos 7 y 8. Se enfoca en criterios de accesibilidad y sostenibilidad, facilitando la transición a fases de ejecución. El archivo PDF y Revit se adjuntarán a un enlace externo en donde podrán ser visualizados.

Enlace archivo: [Diseño Revit y planimetría](#)

Matriz de riesgos

Tabla 11. Tabla 8. Matriz de riesgos y estrategias de mitigación.

Categoría	Descripción del Riesgo	Prob.	Imp.	Estrategia de Mitigación (Preventiva)	Plan de Contingencia (Reactiva)
TÉCNICO	Interferencias con redes de servicios existentes. Hallazgo de redes hidrosanitarias o eléctricas no inventariadas durante la excavación para cimentación (<i>mega anchors</i>).	Media	Alto	• Realizar apiques exploratorios y uso de georradar antes del inicio de obra. • Modelado BIM para coordinación de redes y detección de conflictos.	• Rediseño puntual del trazado de la red afectada. • Uso de rubro de imprevistos para traslado de redes.
TÉCNICO	Dificultades en el ensamblaje modular. Desajustes en las uniones metálicas o piezas prefabricadas de madera/acero al llegar a sitio, impidiendo el montaje "en seco".	Baja	Alto	• Implementación de metodología <i>Lean Construction</i> (control de calidad en fábrica). • Pre-armado de módulos críticos en taller antes del envío.	• Ajuste y mecanizado en sitio con equipo especializado. • Reemplazo inmediato de piezas defectuosas (garantía de proveedor).
FINANCIERO	Retraso en el desembolso de recursos SGR. Demoras administrativas en la aprobación de vigencias futuras o giros por parte del Sistema General de Regalías.	Alta	Alto	• Estructuración rigurosa del proyecto en Fase 3 (MGA) para evitar devoluciones. • Gestión constante por parte de la Oficina de Planeación de Univalle.	• Reprogramación del cronograma de obra (suspensión temporal acordada). • Búsqueda de recursos puente (fondos propios de la Universidad).
FINANCIERO	Variación de precios de materiales (Acero/Madera). Aumento significativo en el costo del acero galvanizado o madera tratada debido a inflación o TRM durante la ejecución.	Media	Medio	• Pactar precios fijos con proveedores al momento del anticipo. • Actualización de presupuesto justo antes de la licitación.	• Uso del porcentaje de "Imprevistos" del presupuesto. • Reducción de alcance en mobiliario no estructural (si es crítico).

SOCIAL / INST.	Interrupciones por Cese de Actividades (Paros). Bloqueo del campus o suspensión de actividades académicas/administrativas que impidan el ingreso de personal y materiales.	Alta	Medio	• Socialización del proyecto con la asamblea estudiantil para declararlo "de interés común" y permitir su continuidad. • Planificación de hitos constructivos en periodos vacacionales.	• Activación de cláusulas de suspensión de contrato por fuerza mayor. • Aseguramiento del perímetro de obra para evitar deterioro de materiales expuestos.
SOCIAL / INST.	Baja apropiación o vandalismo. Uso inadecuado de las instalaciones (rayones, daño a mobiliario) por falta de sentido de pertenencia.	Media	Medio	• Estrategia de diseño participativo y campañas de cultura ciudadana desde Bienestar Universitario. • Uso de materiales de alta resistencia y fácil limpieza.	• Mantenimiento correctivo rápido (teoría de las ventanas rotas). • Refuerzo de iluminación y vigilancia natural.
AMBIENTAL	Afectación al arbolado existente. Daño accidental a raíces o troncos de los árboles que se integran al diseño <i>MORPHO</i> durante el movimiento de materiales.	Media	Alto	• Cerramiento de protección individual para cada árbol cercano a la huella de intervención. • Capacitación ambiental obligatoria a todo el personal de obra.	• Protocolo de curación y tratamiento silvicultural inmediato. • Compensación arbórea según normativa del DAGMA si hay pérdida irreparable.