

HOSPITAL SAMAR
SISTEMA ARQUITECTÓNICO MODULAR PARA ATENCIÓN RENAL

Natalia Alejandra Campos Rubio

David Suárez Ramos



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Proyecto temático de grado, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C

2026

Hospital SAMAR
Sistema Arquitectónico Modular para Atención Renal

Natalia Alejandra Campos Rubio - David Suárez Ramos

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecta

Director: Arq., Mg, Dr. Yuber Alberto Nope Bernal
Co-Director: Arq. Esp-Mg. Edgar Eduardo Roa Castillo



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Proyecto temático de grado, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C

2026

Índice General

○

Resumen.	9
Abstract.	10
CAPÍTULO I. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	11
Introducción	11
Tema	12
Pregunta de investigación	15
Planteamiento del problema	15
Justificación	20
Hipótesis	25
Análisis de variables	25
Objetivo general.	26
Objetivos específicos.	26
CAPÍTULO II. MARCOS DE REFERENCIA	27
Marco de antecedentes: Estado del arte	27
Integración de BIM en la arquitectura hospitalaria modular	31
Referentes proyectuales	33
Referente Urbano	
Ciudad Hospitalaria de Panamá:	33
Referente Estructural	
El hospital modular de Mecart - Canadá	40
Referente De Implantación	
Hospital Satkhira Friendship / Kashef Chowdhury/URBANA	42
Referente Ambiental	
Hospital Khoo Teck Puat (KTPH) en Singapur	44
Marco Normativo	48
Marco conceptual	62
Marco teórico	64
1. Modulación y la Prefabricación	64
2. Arquitectura Biofílica	66
3. Neuroarquitectura	66
Marco histórico	68
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	70
Tipo de investigación	70

Aspectos metodológicos	70
Enfoque de investigación	73
Análisis de datos: cualitativos y cuantitativos (aplicación de los instrumentos)	74
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DEL LUGAR Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO Y URBANO	84
Topografía	84
Movilidad	85
Análisis de movilidad vehicular	86
Análisis de movilidad peatonal	90
Uso del suelo	93
Planteamiento y propuesta de diseño	105
Sustentabilidad ambiental, social y económica	108
Eficiencia energética	109
Sostenibilidad ambiental, social y económica	110
Aplicación al Hospital SAMAR	111
Cómo afectan estas amenazas al Hospital SAMAR (posibles consecuencias)	115
Aplicaciones concretas al proyecto y mitigaciones	116
DIPLOMADO BIM	119
MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD	119
1.1 EJE TEMÁTICO 1: Introducción al BIM	119
Dimensiones del BIM	121
Roles BIM	123
LOD	125
LOI	127
Niveles BIM	128
Usos BIM Fases del Proyecto BIM	130
1.2 EJE TEMÁTICO 2: Normas y estándares	132
Resolución 0441 del 2020	133
Requisitos de información	134
1.3 EJE TEMÁTICO 3: Documento EIR y BEP	135
EIR (Employer's Information Requirements)	135
BEP (BIM Execution Plan)	136
1.4 EJE TEMÁTICO 4: CDE Y BRICSYS 24/74	137
CDE (Common Data Environment)	137
1.5 EJE TEMÁTICO 5: IFC Y BCF	139
IFC (Industry Foundation Classes)	139

BCF (BIM Collaboration Format)	140
1.6 Conclusiones	143
MÓDULO 3: MODELADO DE EDIFICACIÓN	144
3.1 EJE TEMÁTICO 1:Estructuras	144
3.2 EJE TEMÁTICO 2: Arquitectura	149
3.3 EJE TEMÁTICO 3: Instalaciones MEP.	152
3.3.1 Red hidrosanitaria	153
3.3.2 Red eléctrica	154
3.3.3 Red contra incendios	155
3.3.4 Red HVAC	156
3.4 Conclusiones	157
MÓDULO 4: CDE (COMMON DATA ENVIRONMENT)	157
4.1 INTRODUCCIÓN	157
4.2 EJE TEMÁTICO 1: Análisis de interferencias e inconsistencias	158
4.3 EJE TEMÁTICO 2: Creación de informes de coordinación	159
4.4 EJE TEMÁTICO 3: Abstracción y gestión de cantidades	160
4.5 EJE TEMÁTICO 4: Configuración de planimetría y documentación	161
4.6 EJE TEMÁTICO 5: Simulación de actividades constructivas	163
4.7 Conclusiones	165
MÓDULO 5: REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA	165
5.1 INTRODUCCIÓN	165
5.2 EJE TEMÁTICO 1: Exportación a IFC	166
5.3 EJE TEMÁTICO 2: Renderización en tiempo real	167
5.4 EJE TEMÁTICO 3: Fotomontaje y retoques fotográficos 3D	169
5.5 EJE TEMÁTICO 4: Fondos climáticos. Manejo de luces, sombras y reflejos.	169
5.6 EJE TEMÁTICO 5: Visualización de modelos 3D	170
5.7 EJE TEMÁTICO 6: Realidad virtual inmersiva	172
5.8 Conclusiones	173
CONCLUSIÓN FINAL.	174
Declaración de uso de IA	175
Referencias	176

Índice Tablas.

Tabla 1. <i>Normativa del lugar.</i>	48
Tabla 2. <i>Normativa de elementos naturales del lugar.</i>	50
Tabla 3. <i>Normativa estándares de edificaciones destinadas a la prestación de servicios de salud.</i>	52
Tabla 4. <i>Plantilla para las entrevistas.</i>	71
Tabla 5. <i>Entrevista: Área de calidad.</i>	74
Tabla 6. <i>Entrevista: Área de enfermería de centro renal.</i>	77
Tabla 7. <i>Entrevista: Área de infraestructura de centro renal.</i>	80
Tabla 8. <i>Afectaciones climáticas potenciales en Mosquera, Cundinamarca.</i>	111
Tabla 9. <i>Roles BIM.</i>	125
Tabla 10. <i>Niveles de información requeridos.</i>	130
Tabla 11. <i>EIR (employer's information requirements).</i>	136
Tabla 12. <i>Infraestructura tecnológica y herramientas digitales.</i>	141
Tabla 13. <i>Entornos de intercambio de información del proyecto.</i>	142
Tabla 14. <i>Objetivos BIM.</i>	143

Índice Figuras.

Figura 1. <i>Plano conexiones viales del hospital de Panamá.</i>	33
Figura 2. <i>Imagen aérea del hospital de Panamá.</i>	34
Figura 3. <i>Diagramas de flujos del hospital de Panamá.</i>	35
Figura 4. <i>Render general del hospital del futuro de Qatar.</i>	36
Figura 5. <i>Diagrama de crecimiento del hospital del futuro de Qatar.</i>	37
Figura 6. <i>Diagrama de zonificación del hospital del futuro de Qatar.</i>	38
Figura 7. <i>Construcción de los módulos del hospital del futuro de Qatar.</i>	39
Figura 8. <i>Construcción de los módulos del hospital modular de Mecart.</i>	40
Figura 9. <i>Construcción de los módulos del hospital modular de Mecart.</i>	41
Figura 10. <i>Calidad espacial del hospital Satkhira Friendship.</i>	42
Figura 11. <i>Zonificación del hospital Satkhira Friendship.</i>	43
Figura 12. <i>Fotografía aérea del Hospital Khoo Teck Puat.</i>	44
Figura 13. <i>Fotografía interna del Hospital Khoo Teck Puat.</i>	45
Figura 14. <i>Fotografía percepción peatonal del Hospital Khoo Teck Puat.</i>	46
Figura 15. <i>Infografía de antecedentes históricos del problema.</i>	68
Figura 16. <i>Plano topográfico del lugar.</i>	84

Figura 17. <i>Plano de movilidad del lugar.</i>	85
Figura 18. <i>Información de vías.</i>	89
Figura 19. <i>Información de movilidad peatonal.</i>	92
Figura 20. <i>Plano usos del suelo.</i>	93
Figura 21. <i>Plano de alturas.</i>	94
Figura 22. <i>Plano de inundación pluvial.</i>	96
Figura 23. <i>Plano de movimiento en masa.</i>	97
Figura 24. <i>Plano de Incendios forestales.</i>	98
Figura 25. <i>Plano de Riesgos tecnológicos.</i>	99
Figura 26. <i>Plano de Ríos y cuerpos hídricos cercanos.</i>	100
Figura 27. <i>Plano de amenazas y riesgos cercanos.</i>	102
Figura 28. <i>Vulnerabilidad territorial.</i>	104
Figura 29. <i>Plano de implantación del proyecto.</i>	106
Figura 30. <i>3D modelo arquitectónico Hospital SAMAR.</i>	106
Figura 31. <i>Bioclimática del proyecto.</i>	107
Figura 32. <i>Indicadores de sustentabilidad del Hospital SAMAR.</i>	117
Figura 33. <i>Infografía metodología BIM.</i>	120
Figura 34. <i>Ciclos de vida de un proyecto.</i>	121
Figura 35. <i>Las dimensiones BIM.</i>	122
Figura 36. <i>Roles BIM.</i>	124
Figura 37. <i>Infografía de LOD (niveles de detalle).</i>	126
Figura 38. <i>Cuadro de parámetros de tipo Autodesk Revit (LOI).</i>	127
Figura 39. <i>Infografía de niveles BIM.</i>	129
Figura 40. <i>Usos BIM Fases del Proyecto BIM.</i>	131
Figura 41. <i>Usos BIM del proyecto.</i>	132
Figura 42. <i>Infografía normas y estándares ISO 19650.</i>	133
Figura 43. <i>Licencias de construcción con BIM.</i>	133
Figura 44. <i>Infografía Requisitos de información.</i>	134
Figura 45. <i>BEP (Plan de Ejecución BIM).</i>	137
Figura 46. <i>CDE (common data environment).</i>	138
Figura 47. <i>IFC (industry foundation classes).</i>	139
Figura 48. <i>BCF (BIM Collaboration Format).</i>	141
Figura 49. <i>Imágenes del sistema estructural propuesto.</i>	145
Figura 50. <i>Modelo del sistema estructural Hospital SAMAR desde una vista inferior.</i>	146
Figura 51. <i>Modelo del sistema estructural Hospital SAMAR desde una vista superior.</i>	147
Figura 52. <i>Atributos LOI y LOD de estructura.</i>	148
Figura 53. <i>Familia revit de contenedor de 40 pies adaptado para proyecto.</i>	150

Figura 54. <i>Atributos LOI y LOD de arquitectura.</i>	151
Figura 55. <i>Planta arquitectónica del Hospital SAMAR.</i>	151
Figura 56. <i>Axonometría arquitectónica del Hospital SAMAR.</i>	152
Figura 57. <i>Axonometría de la red hidráulica.</i>	153
Figura 58. <i>Axonometría de la red eléctrica.</i>	154
Figura 59. <i>Axonometría de la red contra incendio (RCI).</i>	155
Figura 60. <i>Axonometría de la red HVAC.</i>	156
Figura 61. <i>Coordinación de especialidades - Análisis de interferencias e inconsistencias.</i>	159
Figura 62. <i>Abstracción y gestión de cantidades.</i>	161
Figura 63. <i>Configuración de planimetría.</i>	162
Figura 64. <i>Configuración de rótulo.</i>	162
Figura 65. <i>Simulación de actividades constructivas.</i>	164
Figura 66. <i>Exportación a IFC.</i>	167
Figura 67. <i>Exportación a Twinmotion - Renderización en tiempo real.</i>	168
Figura 68. <i>Entornos e iluminación.</i>	170
Figura 69. <i>Visualización de modelos 3D.</i>	171
Figura 70. <i>Realidad virtual e inmersiva.</i>	173

Resumen.

Esta investigación está dirigida al diseño del hospital Samar: un modelo basado en la arquitectura modular. Con el fin de mejorar la asistencia para pacientes renales en el país; al mismo tiempo, la obra nace como una reacción frente a los hospitales poco adaptables ante crisis sanitarias. De resultas de ello, el proyecto incorpora la flexibilidad y opciones de crecimiento ordenado: condiciones indispensables que permiten responder con rapidez a las exigencias de los servicios de salud.

Durante el desarrollo de este proyecto se introduce la metodología BIM (Building Information Modeling); donde este sistema sirve como ayuda en la organización, diseño y control de la infraestructura. De esta manera por medio de este camino se establece una unión entre las disciplinas que hacen la obra: esto permite cuidar los recursos disponibles. De acuerdo a esta idea de un modelo adaptable, se pretende proponer un hospital replicable en Mosquera; de ahí que se complemente la cobertura especializada en la región.

Abstract.

This research focuses on the design of the Samar hospital: a facility rooted in modular architecture. To that end, the goal is to improve care for renal patients nationwide; concurrently, the initiative emerges as a response to conventional hospitals lacking adaptability during health crises. By virtue of this, the blueprint integrates flexibility and systematic expansion capabilities: essential conditions that enable a swift response to the demands of healthcare services.

During the execution of this project, the Building Information Modeling (BIM) framework is introduced; in a similar vein, this system functions as a support for the planning, design, and management of the infrastructure. Henceforth, through this approach, a cohesive bond is established among the disciplines involved in the construction: this ensures the conservation of available resources. In alignment with the concept of a versatile model, the objective is to deliver a replicable hospital in Mosquera; consequently, the specialized medical coverage within the region will be successfully expanded.

CAPÍTULO I. FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Introducción

La infraestructura hospitalaria en Colombia se enfrenta a desafíos críticos de adaptabilidad frente a emergencias sanitarias. En el tratamiento de enfermedades crónicas como la renal se evidencian problemáticas debido al hacinamiento que se presenta ante dichas emergencias (Consultor Salud, 2024). En este contexto, la arquitectura modular surge como una alternativa eficiente, escalable y replicable para mejorar la cobertura médica especializada en territorios con déficit asistencial. Esta investigación se centra en el diseño del Hospital SAMAR (Sistema Arquitectónico Modular para Atención Renal), integrando principios de biofilia, neuroarquitectura y resiliencia espacial. Desarrollado en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, el proyecto busca responder a la creciente demanda de atención renal en la región Sabana Occidental, considerando su conectividad estratégica y proyección demográfica (Gobernación de Cundinamarca, 2015). A través de un enfoque metodológico correlacional y mixto, se plantea una solución que articula criterios técnicos, sociales y ambientales, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y promoviendo equidad territorial en salud.

Tema

La arquitectura modular es una forma de diseño que se basa en la utilización de módulos prefabricados que se arman de manera rápida y eficiente: gracias a esto es posible disminuir los tiempos y costos de construcción, esto permite una mayor flexibilidad en sus espacios y usos, adaptabilidad al contexto que lo rodea y determinantes del lugar donde se implanta; por este motivo, los módulos prefabricados funcionan muy bien tanto en zonas urbanas de alta densidad como en zonas rurales de difícil acceso. De igual manera, estas cualidades son importantes en situaciones donde la necesidad de espacios para la atención médica supera la capacidad de ocupación establecida para los centros hospitalarios (Riba, 2023).

La arquitectura modular tiene un gran potencial para implementarse en el sector de la salud gracias a su rápida respuesta frente a emergencias sanitarias como pandemias y desastres naturales ya que gracias a su flexibilidad se adapta a distintos contextos epidemiológicos y geográficos resolviendo el problema de la cobertura sanitaria en circunstancias de contingencia. (Gómez, 2024).

La inclusión de arquitectura modular en áreas de atención sanitaria también toma en cuenta los factores biosanitarios, de confort ambiental, ventilación y aislamiento para poder integrarlos en los diseños: este tipo de proyectos no solo debe dar respuestas rápidas de adaptación sino que también debe cumplir con los estándares técnicos necesarios. Por lo tanto, se busca asegurar las condiciones óptimas de habitabilidad con el menor riesgo de contagios tanto para el personal como para los pacientes; por este motivo, el cuidado de estos elementos

protege la salud de todos dentro del lugar. (Mesa, 2021)

En países con pocos recursos se ve la opción de usar estas soluciones tomando en cuenta factores como el acceso a materiales, personal calificado y la vida útil de las estructuras: este estudio es clave para el éxito del plan. Por este motivo, la meta principal es lograr desarrollar modelos replicables que fortalezcan los sistemas de salud ante distintas realidades; por lo tanto, se busca que este trabajo ayude a la arquitectura resiliente y accesible ante futuras condiciones de emergencias sanitarias. Como señala la Organización Mundial de la Salud (2025, p.36) “Prefab modular structures are often more cost-effective than traditional construction methods. This is primarily due to reduced labour requirements, shorter construction timelines and optimized material usage” [las estructuras modulares prefabricadas suelen ser más rentables que los métodos de construcción tradicionales. Esto se debe principalmente a la reducción de la mano de obra, los plazos de construcción más cortos y el uso optimizado de materiales.]

Por causa de la realidad vivida durante la pandemia del COVID-19 fue posible entender la rigidez arquitectónica de los centros de atención de salud: este problema se dio por su poca capacidad de respuesta inmediata a los requerimientos de aislamientos y demanda de espacios para diagnósticos y tratamientos. Por esta razón, se buscaron alternativas arquitectónicas rápidas de implementar como unidades móviles de atención, centros de triaje con sistemas modulares y hospitales temporales; por este motivo, el momento exigió buscar nuevas opciones de apoyo. Por lo tanto, esta situación resaltó la importancia de indagar e

incrementar la investigación sobre la aplicación de la arquitectura modular en emergencias sanitarias (Chen, 2022).

Durante la pandemia se generó un impacto crítico en las personas con insuficiencia renal: esto pasó ya que aumentó la mortalidad a tal punto de reducir el número de pacientes por primera vez en 50 años en EE.UU debido a falta de personal, suministros y cierres de centros (National Kidney Foundation [NKF], 2022). Por esta razón, el momento tan difícil exigió buscar nuevas opciones de apoyo en los centros de salud; por lo tanto, esta situación evidencia la necesidad de implementar soluciones arquitectónicas diversas entre las que se pueden contemplar los sistemas modulares que permiten proteger la población vulnerable y garantizar espacios sanitarios accesibles, seguros y adaptables ante futuras emergencias.

En este sentido, la arquitectura modular es una alternativa para solucionar la capacidad de adaptabilidad eficiente, rápida, y cumpliendo estándares técnicos: este tipo de diseño sirve como una solución viable donde se amplíe la cobertura médica tanto en zonas urbanas como rurales, especialmente en países que cuenten con recursos limitados para dar respuestas efectivas. Por esta razón, también en la pandemia de covid-19 se vivió una crisis sanitaria donde la infraestructura hospitalaria tradicional presentó varias limitaciones; lo que evidenció la necesidad de explorar nuevos modelos que permitieran diseñar una arquitectura más flexible para dar una respuesta eficaz en el ámbito de la salud, como en el caso de epidemias o colapsos hospitalarios. A partir de esto, la arquitectura modular no solo se presenta como una respuesta inmediata, sino que también promueve la equidad en el acceso a servicios de salud;

de esta manera, se ayuda a cumplir la meta de seguir protegiendo a poblaciones vulnerables y fortaleciendo los sistemas hospitalarios ante futuros desafíos.

La arquitectura modular es una solución excelente para las emergencias del sector hospitalario por su rápida adaptación, flexibilidad y cumplimiento de estándares sanitarios. La pandemia demostró que los hospitales comunes son muy rígidos; por eso, este tipo de diseño da una respuesta rápida, hace el sistema de salud más accesible y ayuda a la protección de poblaciones vulnerables, fortaleciendo la infraestructura hospitalaria para el futuro.

Pregunta de investigación

¿Cómo puede la arquitectura modular, apoyada en la metodología **Building Information Modeling (BIM)**, mejorar la flexibilidad y capacidad de adaptación en los centros de cuidado renal en la provincia de Sabana Occidente, Cundinamarca, para responder eficazmente a emergencias sanitarias?

Planteamiento del problema

“La investigación en estructuras adaptables manifiesta que el hábitat arquitectónico actual se presenta en su mayoría rígido, estático e inmodificable, haciendo casi imposible futuras transformaciones, así como cambios de forma y de espacio en el tiempo con fines adaptativos” (Ricardo Franco, 2009, p. 108). Así, se evidencia que la mayor parte de la arquitectura actual es rígida, lo que impide una fácil adaptación a su entorno.

La Organización Mundial de la Salud [OMS] (2022) reconoció que la arquitectura debe cambiar hacia diseños más resilientes, flexibles y equitativos para responder a emergencias sanitarias, ya que la pandemia del COVID-19 evidenció la rigidez y poca adaptabilidad de la infraestructura hospitalaria frente a estas crisis. La arquitectura tradicional se mostró poco apta debido a que sus tiempos de construcción son largos y sus métodos poco flexibles, recordando lo que dice Robert Kronenburg (2007, como se citó en Ricardo, 2011): “El éxito de la raza humana reside en nuestra habilidad para ser flexibles”.

El COVID-19 generó un impacto crítico en las personas con insuficiencia renal al aumentar la mortalidad y reducir el número de pacientes por primera vez en 50 años en EE.UU debido a falta de personal, suministros y cierres de centros (National Kidney Foundation [NKF], 2022). Esta situación evidencia la necesidad de implementar soluciones arquitectónicas como la modular para proteger esta población vulnerable y garantizarles espacios sanitarios accesibles, seguros y adaptables ante futuras emergencias.

La enfermedad renal crónica ha sido reconocida por primera vez como una prioridad global de salud pública por la OMS en 2025, pues se estima que entre el 10% y el 15% de la población mundial padece ERC y se proyecta como la quinta causa de muerte en el mundo para 2040. Esta situación exige infraestructuras hospitalarias que puedan adaptarse rápidamente a picos de demanda, garantizar aislamiento, y ofrecer tratamientos continuos como diálisis, incluso en contextos de emergencia.

En EE. UU., 37 millones de adultos padecen enfermedad renal crónica y cerca de 785.000 tienen insuficiencia renal irreversible, de los cuales más de 555.000 dependen de

diálisis y unos 100.000 esperan un trasplante. Así, se evidencia que la enfermedad afecta desproporcionadamente a comunidades negras, hispanas y otras minorías (OMS, 2022).

En Latinoamérica, el impacto del COVID-19 fue muy fuerte, con muchos contagios que llenaron las salas de urgencias y las unidades de terapia intensiva. También faltó personal, equipos y materiales, y subió la cantidad de residuos generados en los hospitales. A pesar de los problemas, aparecieron soluciones innovadoras para volver a pensar los servicios de salud y el diseño hospitalario. Además, el Banco Interamericano de Desarrollo ayudó a los países de América Latina con dinero, infraestructura, materiales y vacunas, y promovió hablar sobre lo aprendido en otros países (China, Italia, España) para ver qué funcionó y qué no, mejorando así la respuesta ante las emergencias sanitarias (Henríquez Cortez et al., 2023).

La pandemia también evidenció graves falencias en la infraestructura y modernización del sector salud colombiano, reflejadas en deficiencias en la atención médica y procesos básicos: esta situación dejó ver que las clínicas no estaban listas. Un informe de la Federación Médica y el Colegio Médico mostró que el 58% de los profesionales calificó la dotación hospitalaria como pésima o mala, destacando la falta de áreas de aislamiento y capacidad para enfrentar crisis (Federación Médica Colombiana, 2025). Por esta razón, mejorar las condiciones de trabajo se volvió una meta urgente; por lo tanto, expertos como Alejandra Ordóñez señalan la necesidad de una arquitectura hospitalaria moderna, adaptable y tecnológica, que garantice bienestar, bioseguridad y funcionalidad. Aunque se han adaptado cerca de 1.965 centros de salud en los últimos años, persiste la necesidad de transformar de fondo la infraestructura hospitalaria en Colombia (DIARIO DEL CAUCA, 2022).

Según el contexto y situación, las ciudades deben responder a las necesidades sociales y económicas, así como a las condiciones sanitarias y hospitalarias que le corresponden: este reto obliga a volver a pensar el entorno urbano de forma constante. Por esto, la arquitectura está inmersa en las demandas cambiantes y debe ofrecer posibles soluciones (Vargas, 2021).

La sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión (SLANH, 2019) ha destacado que la presencia de ERC en Latinoamérica es más alta que la del promedio mundial y que la mayoría de sus países no tienen leyes que aseguren la atención continua durante emergencias: esta falta de planes dejó desprotegida a mucha gente. Por lo tanto, la pandemia empeoró las cosas dejando a miles de pacientes sin acceso a diálisis o trasplantes debido al colapso hospitalario y a la falta de espacios adaptables; por este motivo, quedó claro que mejorar la respuesta médica en crisis es una meta urgente.

Según cifras publicadas por la Cuenta de Alto Costo (2025), en Colombia durante el 2020 se diagnosticaron 849.000 personas con enfermedad renal crónica, con una prevalencia de 1.7 casos por cada 100 habitantes y seguirá en aumento por factores como envejecimiento de la población e incremento de enfermedades como diabetes e hipertensión (como se citó en el Ministerio de Salud y Protección Social): esta subida de casos pone en riesgo la capacidad de atención en el país. Por lo tanto, la ERC al ser considerada de alto costo hace que se agraven sus tratamientos en contextos de emergencia debido a la dependencia de infraestructura tradicional y falta de pago oportuno a sus trabajadores; por esta razón, proteger la atención de estos pacientes es una tarea urgente.

La actual infraestructura poco flexible y adaptable dificulta la rápida atención y su cobertura más amplia, en especial con pacientes que padecen enfermedades crónicas como en el caso de insuficiencia renal, en donde la vulnerabilidad de estos pacientes aumenta por la falta de suministros, personal y espacios aptos para atender los procedimientos necesarios: este panorama pone en riesgo muchas vidas de forma constante. Por lo tanto, estas situaciones no solo se viven a nivel nacional, sino en todo el mundo, es decir esta problemática de rigidez en la adaptabilidad de equipamientos hospitalarios representa una falla tanto en espacios adaptables como en aplicación de tecnologías en los sistemas de salud en el mundo; por esta razón, resolver este problema es una tarea urgente. De esta manera, se demuestra la necesidad de implementar modelos arquitectónicos resilientes, modulares y equitativos, capaces de responder con rapidez a picos de demanda y garantizar tratamientos críticos en cualquier contexto.

En regiones como Latinoamérica y Colombia, donde los índices de enfermedad renal son altos y la infraestructura hospitalaria aún enfrenta rezagos históricos, se hace imperativo repensar el diseño de los espacios sanitarios bajo criterios de bioseguridad, adaptabilidad y sostenibilidad: este problema del pasado exige cambios profundos e inmediatos. Por lo tanto, solo a través de esta transformación será posible ofrecer soluciones eficaces frente a futuras crisis y proteger a las poblaciones más vulnerables; por esta razón, modernizar los centros médicos se vuelve una meta urgente.

Justificación

Debido a lo sucedido en la pandemia de COVID-19, se expuso serias vulnerabilidades en los sistemas de salud en todo el mundo, particularmente en naciones como Colombia: esta crisis tomó por sorpresa a muchos hospitales. Por lo tanto, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2022), es vital que la infraestructura hospitalaria progrese hacia modelos más adaptables, menos rígidos y justos para afrontar de manera efectiva futuras emergencias sanitarias; por esta razón, proteger la atención médica es una tarea urgente. De igual forma, esta necesidad está directamente relacionada con el ODS 3: Salud y bienestar, que tiene como objetivo asegurar una vida saludable y fomentar el bienestar para todas las personas en todas las etapas de la vida.

Por el contrario, la arquitectura modular da una respuesta eficaz y viable: esta forma de construir ayuda a resolver la falta de espacio con gran rapidez, facilitando la creación de espacios médicos en menos tiempo, con menor gasto y mayor flexibilidad, lo que hace que mejorar el alcance de la medicina sea una tarea urgente. De igual forma, Fabio Andrés Salazar Ortiz (2022), en su investigación sobre hospitales regionales flexibles en Colombia, resalta que los sistemas modulares permiten una rápida respuesta ante crisis médicas, mejorando el acceso a servicios en zonas con infraestructura deficiente; además, esta característica de la arquitectura modular igualmente apoya el ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, al impulsar la creación de infraestructuras sostenibles y resistentes en una variedad de escenarios futuros.

Además de su velocidad, la arquitectura modular puede ajustarse a diversos contextos geográficos y epidemiológicos: esta ventaja permite llevar ayuda médica a los lugares que más lo necesitan de forma inmediata. Por lo tanto, Oscar Moreno Lyczkovski (2021) dice que la flexibilidad en los espacios hospitalarios es clave para hacer frente a situaciones críticas de salud, ya que posibilita la reestructuración de áreas de acuerdo con las necesidades del momento en que se presenta la emergencia, sin poner en peligro la funcionalidad ni la seguridad; por esta razón, proteger el bienestar de los pacientes se vuelve una meta urgente. De igual forma, esta adaptabilidad también está unida con el ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, al impulsar entornos urbanos más integradores y listos para emergencias.

La arquitectura modular también influye favorablemente en la equidad en el acceso a la salud: esta opción ayuda a que la atención médica llegue a quienes tienen menos recursos económicos. Por lo tanto, de acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (Henríquez Cortez et al., 2023), la pandemia promovió soluciones creativas en América Latina que facilitaron la atención médica en áreas vulnerables, mostrando que el diseño hospitalario puede ser un recurso clave en la administración de crisis; por esta razón, llevar médicos y tratamientos a todas las regiones es una tarea urgente. De igual forma, esto refuerza el cumplimiento del ODS 1: Erradicar la pobreza, al bajar las barreras para acceder a servicios esenciales en comunidades desfavorecidas.

En este contexto, el municipio de Mosquera, Cundinamarca, se muestra como un ejemplo importante: su ubicación facilita la conexión con otros pueblos de la zona. Por lo tanto, su posición estratégica en el corredor occidental de Bogotá lo convierte en un lugar clave para la atención médica regional, Cubillos, A (2021). No obstante, su infraestructura hospitalaria

vigente no responde de manera adecuada a la cantidad de habitantes ni a los retos de salud actuales; por esta razón, ampliar los servicios de salud es una tarea urgente. De igual forma, mejorar las condiciones arquitectónicas en Mosquera ayudaría también a municipios cercanos como Funza, Madrid y Facatativá, se extiende a una dimensión regional.

Mosquera se posiciona estratégicamente dado su corto trayecto al Aeropuerto Internacional El Dorado y el Dorado II: esta ventaja de ubicación permite coordinar traslados rápidos y seguros en cualquier momento. Por lo tanto, esta cercanía facilita el acceso eficiente de pacientes internacionales, reduce significativamente los tiempos de traslado de insumos médicos críticos y ofrece mayor agilidad en casos de emergencia; por esta razón, mejorar la recepción de suministros es una tarea urgente. Además, según el índice OAG Megahubs, (2024) el Aeropuerto Internacional El Dorado ha sido reconocido como el aeropuerto mejor conectado de América Latina.

La cercanía de Mosquera al futuro RegioTram de Occidente le permitirá conectarse con Bogotá y municipios clave como Facatativá, Madrid y Funza, a lo largo de 39,6 km y por medio de 17 estaciones (Instituto IDARC, 2025; El Espectador, 2025): este sistema de transporte facilitará el viaje diario de miles de ciudadanos. Por lo tanto, se unirá con la Primera Línea del Metro de Bogotá en la estación de la Calle 26 con Avenida Caracas, facilitando una movilidad intermodal fluida (El Espectador, 2025); por esta razón, mejorar el transporte de los usuarios de salud es una tarea urgente. De igual forma, se espera que este medio reducirá los tiempos de desplazamiento en más del 60 % para más de 140,000 pasajeros diarios, transformándose en un eje de conectividad regional de alto impacto logístico (Instituto IDARC, 2025). Además, la localización en Mosquera no solo atendería eficazmente a sus habitantes, sino que lo posiciona

como un nodo regional capaz de servir a una población más extensa y diversa con acceso rápido y eficiente gracias a su cobertura territorial y su integración al sistema metropolitano e interurbano.

Por lo anterior, esta investigación es clave para mejorar la atención a pacientes con enfermedad renal crónica, una enfermedad que afecta a más de 849.000 personas en Colombia (Cuenta de Alto Costo, 2025) y cuya continuidad en tratamientos como la diálisis se vio muy afectada durante la pandemia: este gran número de personas enfermas demuestra que la capacidad de respuesta de los hospitales sigue siendo insuficiente. Por lo tanto, la arquitectura modular ofrece una solución rápida, adaptable y segura que permite asegurar espacios médicos funcionales incluso en emergencias, fortaleciendo la equidad en el acceso a la salud y la resiliencia del sistema sanitario; por esta razón, proteger la vida de quienes necesitan terapia médica constante se vuelve una meta urgente.

Plantear el municipio de Mosquera como lugar de la propuesta arquitectónica aporta a la investigación, ya que este municipio, y en general la provincia de la Sabana de Occidente, cuentan con un acceso limitado para pacientes que requieran servicios de diálisis, o enfrentan viajes largos y difíciles hacia zonas donde puedan acceder a sus tratamientos: esta falta de opciones locales complica el bienestar diario de las personas enfermas. Por lo tanto, la implementación de un equipamiento enfocado en este tipo de tratamiento en la región no solo sería una propuesta innovadora para atender este tipo de necesidades, sino que también permitiría una cobertura más amplia y centralizada para la población de las provincias de Sabana Occidente (Cubillos C., et al., 2021); por esta razón, construir centros de atención cercanos es una tarea urgente.

En conclusión, la pandemia y epidemias han mostrado los problemas de la infraestructura hospitalaria en Colombia, y la arquitectura modular ofrece una solución eficaz: rápida, flexible, económica y alineada, alineándose con múltiples ODS; favoreciendo la mejora a la atención de pacientes con enfermedad renal crónica: esta realidad demuestra que la falta de espacios preparados pone en riesgo muchas vidas. Por lo tanto, ubicar un hospital aplicando la arquitectura modular en Mosquera, estratégicamente cercano al aeropuerto El Dorado además de beneficiarse del futuro RegioTram de Occidente, reforzaría su capacidad de atención local y regional en emergencias sanitarias; por esta razón, transformar los hospitales tradicionales se vuelve una meta urgente.

En este sentido, la implementación de infraestructura modular en Mosquera no sólo impactaría positivamente la adherencia a tratamientos vitales como la diálisis, sino que además fortalecería la resiliencia del sistema sanitario colombiano, marcando un precedente en la construcción de espacios de salud flexibles, seguros y adaptables a las demandas del futuro: esta propuesta abre una nueva oportunidad para el desarrollo del país. Por lo tanto, mejorar el acceso a los servicios médicos es una tarea urgente; de igual forma, esta estrategia también ayuda a cuidar a las personas más vulnerables al asegurar espacios médicos preparados ante cualquier cambio.

Hipótesis

La implementación del diseño de arquitectura hospitalaria modular para pacientes con enfermedades renales crónicas, apoyada en la metodología **Building Information Modeling (BIM)** para la planificación, coordinación y gestión del proyecto, fortalecerá la cobertura, eficacia y eficiencia de la infraestructura de salud ante emergencias sanitarias en la provincia de Sabana Occidente, Cundinamarca.

Análisis de variables

Investigación correlacional: Se tiene como variable dependiente la **arquitectura hospitalaria modular**, estableciendo la relación de cómo y en qué medida la existencia e implementación de infraestructura modular se asocia con la variable independiente **cobertura, eficacia y eficiencia**.

Variable 1: Arquitectura hospitalaria modular.

Variable 2: Cobertura, eficacia y eficiencia ante emergencias sanitarias.

Se analiza si mayor flexibilidad y adaptabilidad arquitectónica está correlacionada con mejores indicadores de respuesta ante emergencias.

Objetivo general.

Desarrollar una propuesta de diseño de arquitectura hospitalaria modular para la atención de pacientes con enfermedades renales crónicas, apoyada en la metodología **Building Information Modeling (BIM)** para la planificación, modelado y coordinación del proyecto, con el fin de fortalecer la cobertura, eficacia y eficiencia de la infraestructura sanitaria ante emergencias en la provincia de Sabana Occidente, Cundinamarca.

Objetivos específicos.

-Caracterizar el sector para determinar el lugar de implementación.

-Analizar las necesidades espaciales, funcionales y médicas que deben cubrirse en un hospital modular para el cuidado renal.

-Determinar los criterios técnicos y espaciales necesarios para el diseño de un hospital de cuidado renal eficiente y resiliente.

-Generar la propuesta de diseño arquitectónico mediante la aplicación de los criterios de la metodología BIM (Building Information Modeling), permitiendo la integración y coordinación de la información del proyecto.

CAPÍTULO II. MARCOS DE REFERENCIA

Marco de antecedentes: Estado del arte

La falta de adaptabilidad en la arquitectura tradicional es un problema grave para lograr que los edificios cambian según las necesidades. Al mismo tiempo, tal como indica Ricardo Franco (2009), las construcciones antiguas se arman de forma rígida, fija y sin opción a cambios; lo que frena un ajuste rápido ante los cambios del entorno. A causa de esto, surgen conceptos clave como “adaptabilidad arquitectónica, flexibilidad, movilidad estructural, sistemas móviles” (pág. 108). Por consiguiente, el experto propone sistemas de obra que dejen cambiar, agrandar o reconfigurar las piezas según la necesidad del momento, sobre todo en clínicas y construcciones que prestan servicios de atención a la comunidad. Bajo esta perspectiva, el autor fija bases técnicas para usar diseños por bloques y piezas de fábrica; lo que asegura soluciones en el futuro donde “la arquitectura y el medio ambiente se encuentre en continua retroalimentación” (pág. 109).

En el plano mundial, un ejemplo de gran valor es el estudio de Wei Pan & Zhiqian Zhang (2022), quienes revisaron las clínicas modulares hechas en Hong Kong. Por lo tanto, sus análisis demostraron que esta forma de trabajo no solo daba un auxilio rápido ante la crisis; sino que elevaba el rendimiento en un 106 % en tiempo de obra y en un 203 % en costos al compararse con la construcción común. En un orden de ideas similar, el texto armó un puente entre la salud de la gente, el control de riesgos y el diseño técnico. No obstante lo cual, este examen se enfoca casi por completo en la velocidad de la respuesta frente al peligro inmediato

y no mira a fondo el cuidado del edificio a largo plazo; un vacío que luego toman otros investigadores.

Por otra parte, desde una mirada teórica y unida a las ideas de futuro, el trabajo de Yibai Ma (2024) aclara que los módulos de construcción no son solo un plan de emergencia; sino que forman un modelo que cuida el entorno y dura con los años. Además, su estudio deja en claro que la modularidad agiliza la obra y baja la basura de los materiales; de ahí que sume valor verde al unirse con tecnologías nuevas y formas de fabricar limpias.

En este punto se nota unas visiones muy interesantes frente a lo dicho por Pan y Zhang (2022). Mientras estos últimos miran el éxito rápido en días de alarma, Yibai Ma (2024) plantea un camino de permanencia; así pues, coloca al diseño por módulos como un plan que va más allá de la crisis del momento y se une con metas de cuidado del planeta y desarrollo de las ciudades.

Del mismo modo, el grupo Argola Arquitectos (2025) defiende que el poder cambiar ante crisis de salud se ha vuelto una tarea obligatoria en los planos de clínicas modernas. Con el objeto de frenar los virus, su propuesta resalta la importancia de armar salas de aislamiento por piezas y mejorar el camino por donde camina la gente; al tiempo que une sistemas modernos y procesos verdes. A su vez, este enfoque va de la mano con las ideas de Yibai Ma (2024), pues los dos ven la necesidad de pensar la obra a largo plazo. En consecuencia, Argola Arquitectos (2025) se inclina más por la parte práctica de la construcción hospitalaria, mientras que el otro autor resalta la tecnología limpia.

Esta línea de trabajo del mundo se aplica de forma real en espacios locales como el de Colombia, donde la crisis de salud demostró los fallos de siempre en los hospitales. Bajo esta perspectiva, destaca el plan creado por la Universidad de los Andes (2020) con su “Reto COVID19”; un modelo por piezas de 20 refugios prefabricados que se podía armar en solo dos semanas sin hacer cimientos en la tierra. Por lo tanto, esta prueba dejó ver que la obra por módulos es posible en lugares de recursos medios al dar salidas veloces y viables. No obstante lo cual, su estilo de ensayo deja abierta la duda sobre cómo mantener y agrandar el plan en el futuro; un punto que se amarra de forma directa con lo pensado por Yibai Ma (2024).

Finalmente, planes como el de Daniel Chico & Andrés Parra (2020), quienes idearon un Hospital Adaptable con Sistema de Progresión Modular (MOPS) para Soacha, Colombia, fijan la fuerza del modelo en sitios con pocos centros de salud y mucha población nueva. Por consiguiente, su estudio prueba que usar bloques no es solo tapar un bache del momento; sino una opción real y verde para el futuro, ya que baja los días de obra y asegura que el hospital pueda crecer de forma libre. Como resultado de ello, se ve un lazo fuerte con Pan y Zhang (2022) en el ahorro de tiempo y dinero, pero sumando una ayuda directa a las zonas con retrasos en sus redes de salud en América Latina.

Análisis detallado de autores y propuestas

Pan y Zhang (2022): Indican que la obra por módulos unida para clínicas de emergencia ayuda a ganar saltos grandes en tiempo y dinero frente a la construcción tradicional. A causa de esto, su estudio de doce obras reales en Hong Kong muestra una mejora del 106 % en rapidez y del 203 % en ahorro de costos; lo que se logra gracias a piezas iguales, fábricas

cerradas y un montaje bien planeado. Al mismo tiempo, los autores aclaran que este modelo arma un lazo fuerte entre las constructoras, el manejo de crisis y la salud de la comunidad.

Yibai Ma (2024): Explica la arquitectura por bloques como un paso natural de las fábricas de obra, que destaca por cambiar fácil, crecer rápido y acoplarse a entornos móviles. Por lo tanto, el autor recalca que la modularidad no se queda en atender la prisa; sino que es un plan para el futuro que une lo verde, los inventos de la técnica y el buen uso de los materiales. En un orden de ideas similar, el poder cambiar y volver a usar los bloques transforma a este método en una herramienta útil para muchas obras, incluidas las clínicas.

Universidad de los Andes (2020): Registra el avance de un modelo por piezas de 20 refugios, dibujado y colocado en un tiempo de dos semanas sin usar bases enterradas. Con el fin de cuidar a los pacientes, el plan sumó pautas de bioseguridad, aislamiento y limpieza rápida, además del poder crecer y usarse en otras alarmas. Además, la institución destaca que tener piezas iguales de fábrica ayudó a cumplir los puntos técnicos en tiempo récord.

Argola Arquitectos (2025): El grupo recalca que el poder amoldarse a los problemas de salud es hoy un punto vital en los planes de clínicas modernas. Bajo esta perspectiva, su idea trae salas de aislamiento por bloques, caminos limpios para bajar los contagios y el uso de aire moderno, control de virus y consultas a distancia. De ahí que el estudio aclare que estos planes deben nacer desde el inicio para dar fuerza a los hospitales del mañana.

Chico & Parra (2020): Plantean la idea del Hospital Adaptable con Sistema de Progresión Modular (MOPS) como una salida para dar salud en zonas con fallos de fondo y

subidas rápidas de gente. No obstante lo cual, su plan indica una clínica de alto nivel unida por piezas; lo que deja expandir los servicios según lo pida el lugar a largo plazo.

Franco (2009): Defiende que el cambio en la arquitectura es una constante en la historia que deja ver cómo las personas modifican su casa ante los giros de la vida. Por consiguiente, el autor viaja por el pasado mirando a los nómadas y al movimiento metabolista para probar que la arquitectura debe ser un sistema abierto a cambios de forma y uso. Así pues, esta base teórica apoya el uso de bloques en obras que den flexibilidad.

Pan & Zhang (2022): Añaden que, más allá de la prisa y el ahorro, los bloques en salud exigen un pacto temprano entre los actores, planes de transporte y el uso de sistemas inteligentes como BIM y redes de control en vivo. En resumidas cuentas, estas herramientas ayudan a ver los problemas antes de que pasen, cuidar los recursos y cumplir las reglas de seguridad en momentos de alta presión. De resultados de ello, la arquitectura por bloques une el mundo con lo local, dando respuestas a la necesidad inmediata y a los fallos de fondo del sistema de salud.

Integración de BIM en la arquitectura hospitalaria modular

En el último tiempo, el uso de la metodología BIM (Building Information Modeling) ha cambiado la forma de dibujar, planear y controlar las obras; sobre todo en edificios difíciles como los hospitales. Al mismo tiempo, el sistema BIM deja crear modelos digitales en tres dimensiones que guardan datos de formas, materiales y uso técnico del edificio; por lo tanto, esto ayuda al trabajo unido entre los grupos de ingenieros durante toda la vida de la obra (Eastman et al., 2018).

En el campo de las clínicas, este método es de gran ayuda debido a la complejidad de estas obras, que piden amarrar sistemas de planos, bases, cables, tubos y equipos médicos. En un orden de ideas similar, según explica Succar (2009), usar BIM mejora el cruce de datos entre ingenieros, baja los fallos de planos y organiza la información del proyecto; lo que resulta vital en obras médicas donde la exactitud es la regla.

Por añadidura, varios análisis han demostrado que juntar el sistema BIM con la obra por bloques eleva con fuerza el rendimiento de los proyectos. Bajo esta perspectiva, Bryde, Broquetas y Volm (2013) indican que este método ayuda en los planes de transporte, las pruebas de obra en pantalla y el control de gastos; lo que deja hallar los choques de tubos antes de tiempo y mejorar la fabricación de los piezas en el taller.

En el sector médico, esta unión entre bloques y el sistema BIM deja probar formas de cuartos, mejorar el paso de la gente y prever cómo va a crecer el hospital en el futuro. No obstante lo cual, el programa ayuda a revisar desde temprano el trabajo del edificio en temas de gasto de luz, control de máquinas y planes de cuidado técnico (Azhar, 2011).

De esta manera, integrar este diseño digital en obras médicas por piezas no solo mejora las fases de planos y construcción; sino que ayuda a un manejo más limpio del hospital con el paso de los años. En momentos de alarma médica, donde la velocidad y la unión de los grupos son vitales, el sistema se vuelve una herramienta clave para cuidar el dinero y bajar los riesgos del sector salud. En consecuencia, la unión entre los módulos y el método BIM abre una gran puerta para crear hospitales más móviles, adaptables y listos para atender emergencias o problemas de fondo en el mundo moderno.

Referentes proyectuales

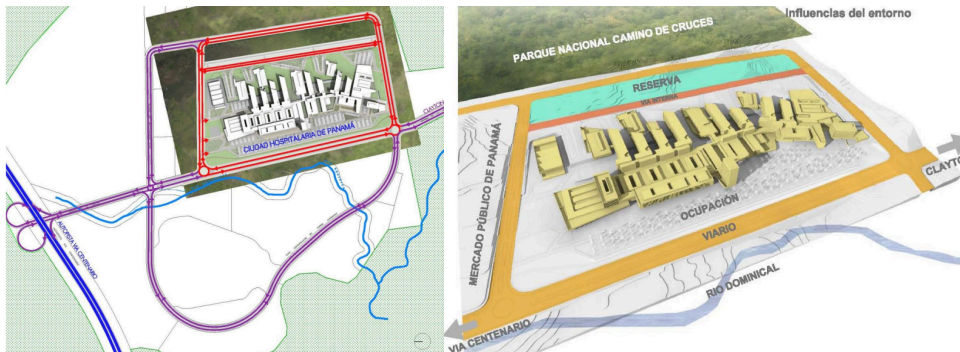
Referente Urbano

Ciudad Hospitalaria de Panamá:

La Ciudad Hospitalaria de Panamá se concibe como el complejo sanitario más grande y moderno de Centroamérica, destacándose no solo por su magnitud sino también por su modelo urbano de conectividad. Su localización estratégica, cercana a vías principales de la ciudad, asegura una accesibilidad eficiente tanto para pacientes como para personal médico, proveedores y transporte de emergencias. Este factor urbano la convierte en un proyecto integrado al sistema vial de Panamá, ver **Figura 1**, facilitando la llegada desde distintos puntos de la ciudad y mejorando su relación con el entorno (FCC, 2016).

Figura 1.

Plano conexiones viales del hospital de Panamá.



Nota. Imagen tomada de Sanitarias (FCC, 2016), Ciudad FCC,
<https://www.ciudadfcc.com/construcciones/detalle-sanitaria>.

La Ciudad Hospitalaria de Panamá se concibe como el complejo sanitario más grande y moderno de Centroamérica, como lo muestra la **Figura 2**, destacándose no solo por su magnitud sino también por su modelo urbano de conectividad. Al mismo tiempo, su localización estratégica, cercana a vías principales de la ciudad, asegura una accesibilidad eficiente tanto para pacientes como para personal médico, proveedores y transporte de emergencias. Por consiguiente, este factor urbano la convierte en un proyecto integrado al sistema vial de Panamá, facilitando la llegada desde distintos puntos de la ciudad y mejorando su relación con el entorno (FCC, 2016).

Figura 2.

Imagen aérea del hospital de Panamá.



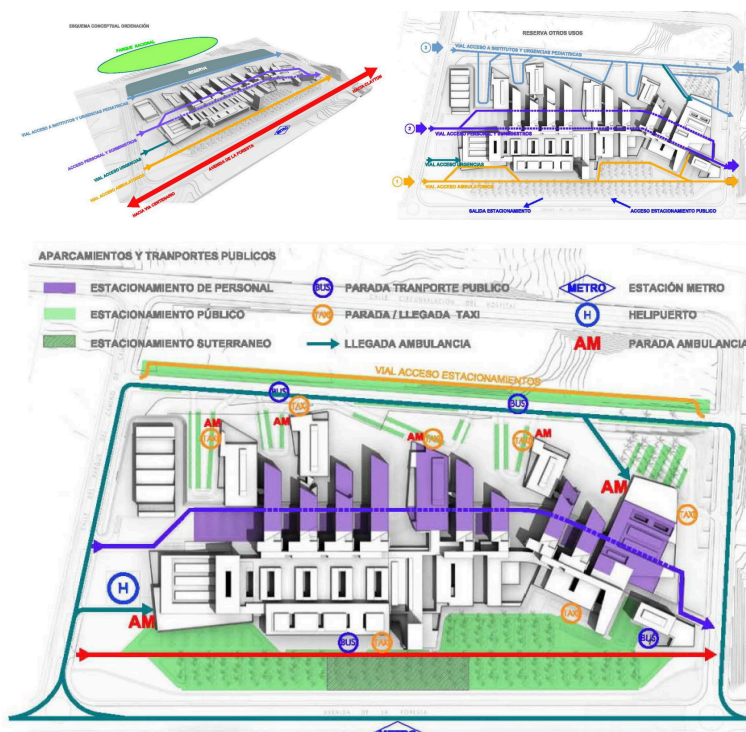
Nota. Imagen tomada de Sanitarias (FCC, 2016), Ciudad FCC, <https://www.ciudadfcc.com/construcciones/detalle-sanitaria>.

El diseño del conjunto hospitalario se desarrolla bajo un modelo lineal interconectado, en el que los distintos edificios se articulan mediante un eje central que organiza circulaciones y optimiza la comunicación entre áreas funcionales. Por añadidura, se proyectan vías internas y

bahías de acceso, lo que refuerza la movilidad interna, la jerarquización de flujos y el adecuado abastecimiento logístico del complejo, resaltadas en la **Figura 3**. Bajo esta perspectiva, gracias a esta estructura, el hospital funciona como una ciudad dentro de la ciudad, donde la accesibilidad es clave tanto hacia el exterior como dentro del mismo conjunto.

Figura 3.

Diagramas de flujos del hospital de Panamá.



Nota. Imagen tomada de Sanitarias (FCC, 2016), Ciudad FCC, <https://www.ciudadfcc.com/construcciones/detalle-sanitaria>.

Para finalizar, la Ciudad Hospitalaria de Panamá es un referente de planificación urbana aplicada a la salud, ya que combina cercanía a infraestructuras metropolitanas con una organización interna eficiente; de ahí que asegure así un servicio hospitalario de gran alcance y proyección nacional. En un orden de ideas similar, se alinea con el proyecto a desarrollar por la conectividad regional que se plantea en la Sabana Occidental de Bogotá.

Referente Arquitectónico

“Hospital del futuro” autónomo de Qatar:

El Distrito de Salud de Al Daayan, diseñado por OMA / Reinier de Graaf en colaboración con Buro Happold y otros equipos, propone un hospital modular de baja altura **Figura** que responde al rápido cambio del campo médico a través del potencial de la modularidad, la prefabricación y la automatización. A causa de esto, el plan maestro abarca 1,3 millones de m2 y se organiza en unidades modulares en forma de cruz que se prefabrican en el sitio **Figura 4**. Producidas localmente a bajo costo y con mínima dependencia de cadenas globales, no obstante lo cual, estas unidades pueden expandirse y reconfigurar sin interrumpir las operaciones.

Figura 4.

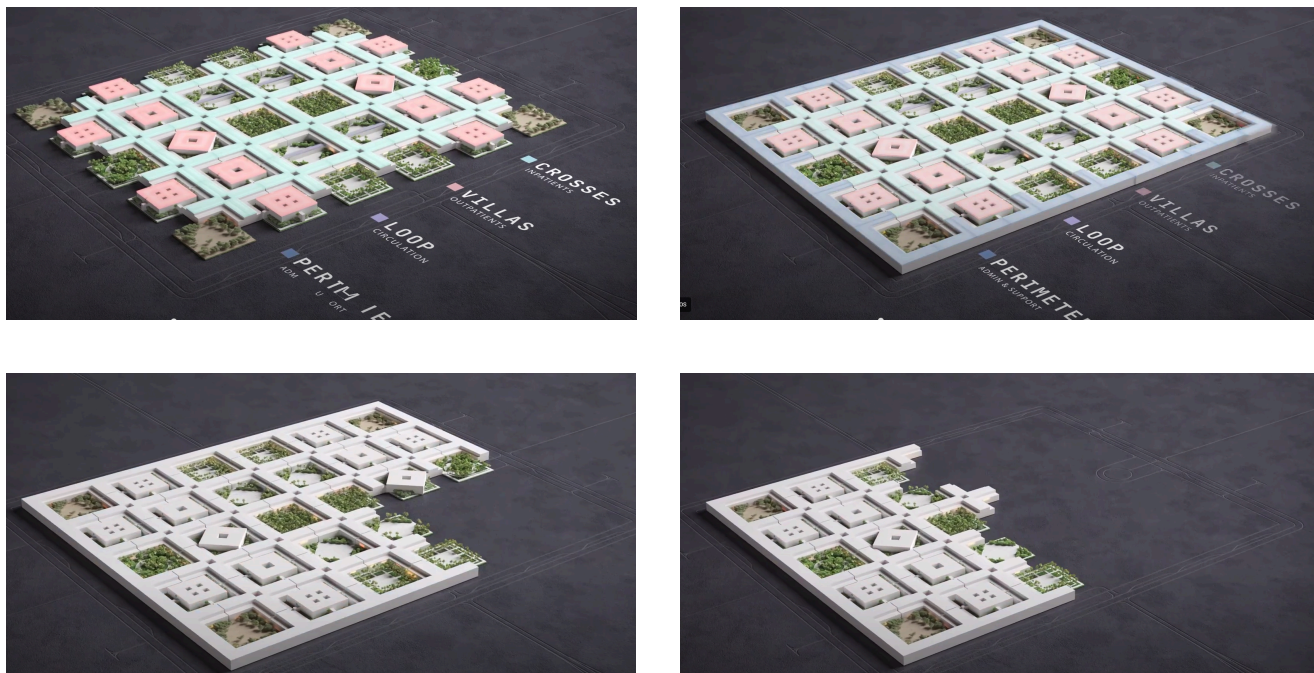
Render general del hospital del futuro de Qatar.



Nota. Imagen tomada de OMA y Squint/Opera lanzan video del “Hospital del futuro” autónomo de Qatar (ArchDaily, 2022, 13 de abril), https://www.archdaily.co/co/980213/oma-y-squint-opera-lanzan-video-del-hospital-del-futuro-autonomo-de-qatar?ad_medium=gallery.

Figura 5.

Diagrama de crecimiento del hospital del futuro de Qatar.



Nota. Imagen tomada de OMA y Squint/Opera lanzan video del “Hospital del futuro” autónomo de Qatar (ArchDaily, 2022, 13 de abril), https://www.archdaily.co/co/980213/oma-y-squint-opera-lanzan-video-del-hospital-del-futuro-autonomo-de-qatar?ad_medium=gallery.

El hospital del futuro se construye a sí mismo, por lo tanto, maximiza el potencial de la automatización y la impresión 3D, como se puede ver en la **Figura 7**, utilizando sus residuos como un recurso valioso. Por otra parte, el proyecto incorpora una granja local de alta tecnología para alimentos y plantas medicinales, además de una granja solar que asegura total autonomía energética. A su vez, en el centro se ubicará una estructura de dos pisos con un hospital universitario, un hospital para mujeres y niños, y un centro de diagnóstico ambulatorio, ver **Figura 6**. Con el objeto de optimizar la atención, las áreas clínicas estarán en el primer piso, mientras que las salas de hospitalización se disponen en la planta baja, con vistas a jardines que siguen la tradición de la arquitectura médica islámica (Stouhi,2022).

Figura 6.

Diagrama de zonificación del hospital del futuro de Qatar.

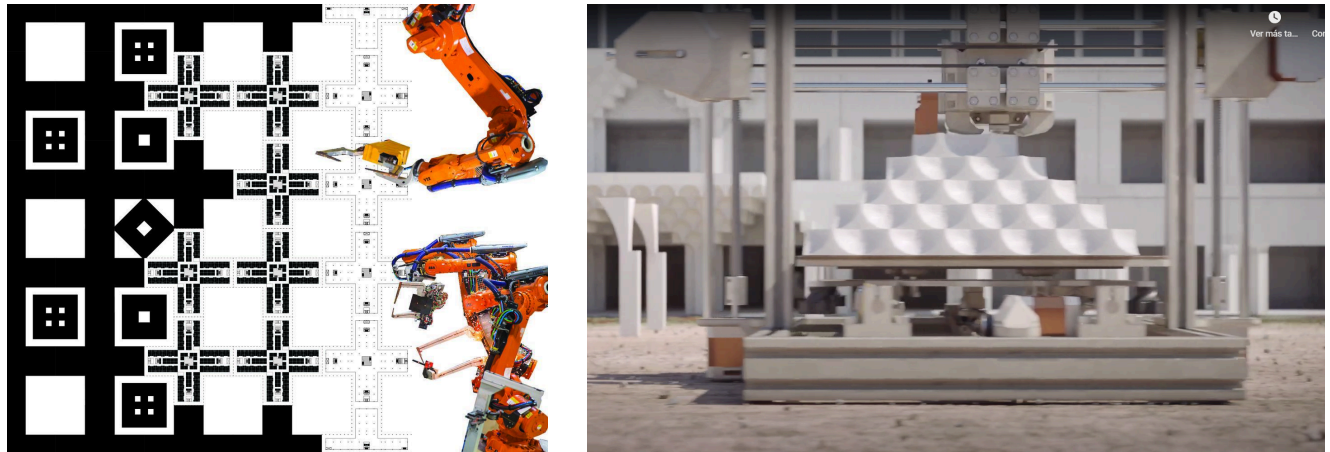


Nota. Imagen tomada de OMA y Squint/Opera lanzan video del “Hospital del futuro” autónomo de Qatar (ArchDaily, 2022, 13 de abril),

https://www.archdaily.co/co/980213/oma-y-squint-opera-lanzan-video-del-hospital-del-futuro-autonomo-de-qatar?ad_medium=gallery.

Figura 7.

Construcción de los módulos del hospital del futuro de Qatar.



Nota. Imagen tomada de OMA y Squint/Opera lanzan video del “Hospital del futuro” autónomo de Qatar (ArchDaily, 2022, 13 de abril), https://www.archdaily.co/co/980213/oma-y-squint-opera-lanzan-video-del-hospital-del-futuro-autonomo-de-qatar?ad_medium=gallery.

Conclusión: El hospital modular del futuro es un referente arquitectónico ideal porque ofrece flexibilidad, rapidez constructiva y sostenibilidad, permitiendo crecer y adaptarse sin interrumpir la atención médica. En resumidas cuentas, su carácter replicable y humano lo convierte en un modelo pertinente para un centro de cuidado renal, donde la eficiencia y el bienestar del paciente son esenciales.

Referente Estructural

El hospital modular de Mecart - Canadá

El hospital modular de Mecart fue construido en menos de 9 meses, reduciendo en un 40% el tiempo de entrega respecto a la construcción tradicional. Del mismo modo, el proyecto combinó construcción modular y en sitio, **Figura 8**, permitiendo que mientras se realizaban los cimientos, en la fábrica se producían las 36 habitaciones individuales prefabricadas distribuidas en dos plantas, cada una con baño privado, antesala y ventanales exteriores (Mecart, 2022).

Figura 8.

Construcción de los módulos del hospital modular de Mecart.



Nota. Imagen tomada de Prefab modular hospital (Mecart, 2022, 16 de octubre), https://www.mecart-cleanrooms.com/wp-content/uploads/sites/2/2022/10/Mecart_CaseStudy-Prefab_Modular_Hospital.pdf.

Las habitaciones fueron diseñadas para pacientes inmunodeprimidos en oncología, incorporando un sistema HVAC de doble presión (positiva/negativa) que permite adaptarse a distintos tipos de aislamiento. Por consiguiente, los módulos llegaron a la obra prefabricados y preinstalados con servicios eléctricos, mecánicos y de plomería, listos para su conexión inmediata, Figura 9.

Figura 9.

Construcción de los módulos del hospital modular de Mecart.



Nota. Imagen tomada de Prefab modular hospital (Mecart, 2022, 16 de octubre), https://www.mecart-cleanrooms.com/wp-content/uploads/sites/2/2022/10/Mecart_CaseStudy-Prefab_Modular_Hospital.pdf.

A diferencia de muchos hospitales temporales de la pandemia, este centro es una construcción permanente, fabricada con materiales robustos y duraderos. Así pues, la rapidez y flexibilidad del sistema modular no sacrifican calidad, y demostraron que esta tecnología puede ofrecer soluciones hospitalarias de alto nivel, escalables y listas para responder a crisis sanitarias o necesidades de largo plazo (Mecart, 2022).

Referente De Implantación

Hospital Satkhira Friendship / Kashef Chowdhury/URBANA

El Hospital Satkhira Friendship, diseñado por Kashef Chowdhury/URBANA, se ubica en una zona rural de Bengala afectada por ciclones. Con una capacidad para 80 camas, se inspira en el paisaje ribereño y se integra al entorno mediante una arquitectura racional y eficiente. En consecuencia, el diseño se organiza alrededor de patios interconectados, que proporcionan ventilación e iluminación natural dando una calidad espacial y reduciendo la dependencia de sistemas mecánicos, Figura. Aparte de esto, los espacios que requieren condiciones controladas, como quirófanos y áreas de operaciones, se ubican en sectores protegidos del viento y con climatización artificial (ArchDaily, 2020)..

Figura 10.

Calidad espacial del hospital Satkhira Friendship

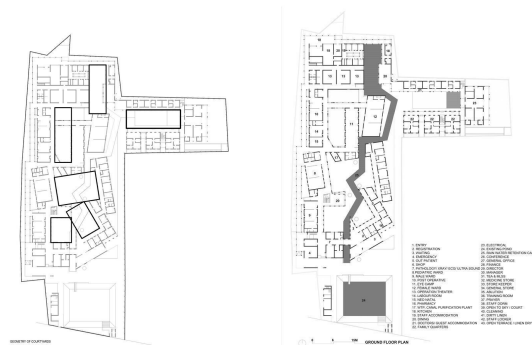


Nota. Imagen tomada de Hospital Friendship Satkhira | Kashef Chowdhury - URBANA (ArchDaily, 2020, 13 de abril), https://www.archdaily.co/co/927353/hospital-friendship-satkhira-kashef-chowdhury-urbana?ad_medium=gallery.

Una de las principales estrategias fue la sectorización funcional, separando pacientes hospitalizados de los ambulatorios y controlando el acceso sin romper la continuidad espacial del campus, **Figura 11**. Con este fin, se diseñó un canal central que cumple varias funciones: barrera de control de accesos, elemento paisajístico y sistema de recolección de aguas lluvias. De ahí que esta agua se almacene en tanques ubicados en los extremos, un recurso fundamental en una región donde las aguas subterráneas son salinas y poco aptas para el uso cotidiano. En resumen, el hospital se convierte así en un ejemplo de arquitectura resiliente y contextual, capaz de responder a los desafíos climáticos, ambientales y sociales de su territorio.

Figura 11.

Zonificación del hospital Satkhira Friendship



Nota. Imagen tomada de Hospital Friendship Satkhira | Kashef Chowdhury - URBANA (ArchDaily, 2020, 13 de abril), https://www.archdaily.co/co/927353/hospital-friendship-satkhira-kashef-chowdhury-urbana?ad_medium=gallery.

Conclusión: El Hospital Satkhira Friendship es un referente de implantación para mi proyecto en Mosquera, ya que su diseño responde a contextos lluviosos y con riesgo de inundación moderado, mediante sistemas de recolección de agua y patios ventilados; así pues, aporta una distribución funcional clara de los espacios, útil para organizar un hospital de diálisis modular.

Referente Ambiental

Hospital Khoo Teck Puat (KTPH) en Singapur

Es un referente mundial de arquitectura biofílica, concebido con la premisa de que los visitantes sintieran cómo “la presión arterial bajaba al ingresar al hospital”. Bajo esta perspectiva, se integró a la perfección con la naturaleza, generando un entorno sanador que ayuda a los pacientes a olvidar el dolor y recuperarse más rápido, ofrece un ambiente tipo parque para cuidadores y visitantes, ver **Figura 12**, y crea un entorno laboral saludable para el personal (Ecoosfera, 2022).

Figura 12.

Fotografía aérea del Hospital Khoo Teck Puat



Nota. Imagen tomada de Ecotech: Khoo Teck Puat, el hospital jardín que brinda naturaleza a la salud (Ecoosfera, 2022, 4 de diciembre), <https://ecoosfera.com/wellness/ecotech-naturaleza-salud-beneficios-hospital-jardin-singapur/>.

El hospital se organiza en bloques en forma de V alrededor de un patio central abierto al norte, lo que permite captar brisas frescas desde un estanque fluvial adyacente. Al mismo tiempo, la envolvente controla la entrada de luz, sombra y ventilación natural, ofreciendo confort sin deslumbramiento ni exceso de calor. Por otra parte, diseñado como un bosque urbano, incorpora vegetación en patios, fachadas, azoteas y hasta el sótano a cielo abierto. Fuentes, estanques y jardines con especies autóctonas atraen aves y mariposas, fortaleciendo la conexión con el ecosistema local, ver **Figura 13**. En total, la superficie verde del hospital cuadruplica el área del terreno, con un 18% de espacios verdes, de los cuales el 40% son de acceso público.

Figura 13.

Fotografía interna del Hospital Khoo Teck Puat

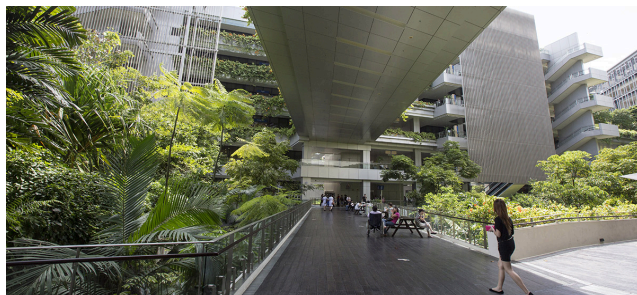


Nota. Imagen tomada de Ecotech: Khoo Teck Puat, el hospital jardín que brinda naturaleza a la salud (Ecoosfera, 2022, 4 de diciembre), <https://ecoosfera.com/wellness/ecotech-naturaleza-salud-beneficios-hospital-jardin-singapur/>.

El proyecto también integró el estanque de Yishun, transformado en parque comunitario con senderos y plantas acuáticas, aumentando en un 400% la superficie verde-azul disponible para pacientes y visitantes, **Figura 14**. Por lo tanto, adaptado al clima tropical, emplea ventilación cruzada, vegetación autóctona y aletas de aluminio que canalizan vientos predominantes, reduciendo en un 60% la dependencia de sistemas mecánicos y el consumo energético. Por añadidura, cada superficie se aprovecha como espacio terapéutico: jardines en terrazas, huertos comunitarios y áreas específicas para pacientes con demencia, lo que garantiza que pacientes, personal y comunidad estén siempre en contacto con la naturaleza.

Figura 14.

Fotografía percepción peatonal del Hospital Khoo Teck Puat



Nota. Imagen tomada de Ecotech: Khoo Teck Puat, el hospital jardín que brinda naturaleza a la salud (Ecoosfera, 2022, 4 de diciembre), <https://ecoosfera.com/wellness/ecotech-naturaleza-salud-beneficios-hospital-jardin-singapur/>.

La evaluación post-ocupación (2016) confirmó que el KTPH mejora la percepción de bienestar, belleza y conexión con la naturaleza en comparación con hospitales convencionales. De resultas de ello, se consolida como un modelo exitoso de hospital biofílico y comunitario.

Conclusión: El Hospital Khoo Teck Puat es un referente ambiental para mi proyecto porque demuestra cómo la biofilia puede integrarse de manera efectiva en la arquitectura hospitalaria. En un orden de ideas similar, crea espacios que mejoran la recuperación de los pacientes, reducen el consumo energético mediante ventilación natural y vegetación autóctona, y fortalecen la relación entre el edificio, la naturaleza y la comunidad. Su diseño confirma que un hospital puede ser simultáneamente sostenible, saludable y socialmente integrador, cualidades que busco aplicar en mi propuesta.

Marco Normativo

Tabla 1.

Normativa del lugar

NORMATIVA DEL LUGAR			
		Página	Fuente
Índice de ocupación	50% en todos los casos de de dotacional	70	Fuente: Alcaldía Municipal de Mosquera, Cundinamarca. (2013) PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL .
Aislamientos	10m mínimo posterior	77	
estacionamientos	1 pmr por cada 30 privado	78	
Cesiones	25%	56	
Áreas de protección	Laguna la Herrera Ciénaga del Gualí	20	
Zonas de protección	de cada lado 15m de aislamientos	21	
Dimensiones de parqueadero	4.50mts x 2.25mts	18	Secretaria de planeación y ordenamiento territorial. (2014). Decreto 182 26 de agosto 2014. https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10685.pdf
Cerramientos	max 2.40	16	
Vías peatonales	mínimo 3.00	23	
Ante jardín	1.50m		
Altura		8	

Índice de construcción		30	
CESIÓN PARA ESPACIO PÚBLICO			
TIPOLOGÍA INMOBILIARIA			
RANGO			
MÍNIMO	17%	Para equipamientos de carácter público se podrán establecer las cesiones según lo determine la oficina de planeación municipal.	Fuente: Alcaldía Municipal de Mosquera, Cundinamarca. (2013) PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.
CESIÓN PARA EQUIPAMIENTOS	N/A		
AISLAMIENTOS	TODOS MÍNIMO POSTERIOR	10ML	
ALTURA MÁX	DE 4 PISOS EN ADELANTE 2% CESIÓN A ESP PÚBLICO. MAX 12 PISOS		
CATALOGACIÓN DEL SUELO			

Modalidades de aplicación del tratamiento	DESARROLLO EN SUELO URBANO		
TRATAMIENTOS URBANÍSTICOS	DESARROLLO		

Nota. Información tomada de la Alcaldía Municipal de Mosquera, Cundinamarca.(2013)

PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

Tabla 2.

Normativa de elementos naturales del lugar.

Elemento Natural	Normativa Aplicable	Reglas Específicas de Intervención	Entidad Responsable
Ríos (Río Bogotá, Río Bojacá)	Decreto 2811 de 1974, Decreto 1076 de 2015, Resolución 541 de 1994, Ley 99 de 1993	- Construcciones deben ubicarse a mínimo 15 metros del cauce natural.- Se requiere permiso de ocupación de cauce para obras hidráulicas. - Prohibido verter residuos sin tratamiento.- Se deben conservar las rondas hídricas.	CAR, Secretaría de Ambiente Municipal
Lagunas y Humedales (Laguna de la Herrera)	Decreto 1076 de 2015, Ley 99 de 1993, Resolución 196 de 2006, Ley 3570 de 2011	- Franja de protección mínima de 30 metros desde el borde del cuerpo de agua. - Prohibido el relleno, canalización o modificación sin licencia ambiental. - Las actividades deben	CAR, Ministerio de Ambiente

		garantizar la conservación de la biodiversidad.	
Árboles y Vegetación Nativa	Ley 2ª de 1959, Decreto 622 de 1977, Decreto 1076 de 2015, Resolución 192 de 2014	- La tala requiere autorización previa de la autoridad ambiental.- Debe realizarse compensación forestal (reforestación). - Prohibido intervenir especies en veda o protegidas. - Se deben conservar corredores ecológicos.	CAR, Secretaría de Ambiente Municipal
Zonas de Recarga Hídrica y Suelos de Protección	Ley 388 de 1997, Decreto 3600 de 2007, POT Mosquera	- Prohibido urbanizar o construir en zonas de recarga hídrica. - Se deben delimitar y proteger áreas de conservación. - Las actividades deben ser compatibles con el uso del suelo definido en el POT.	Alcaldía de Mosquera, CAR
Fauna Silvestre y Ecosistemas Estratégicos	Ley 611 de 2000, Ley 99 de 1993, Decreto 1608 de 1978	- Prohibido cazar, capturar o comercializar fauna silvestre. - Intervenciones deben evitar la fragmentación de hábitats. - Se requiere evaluación de impacto ambiental para proyectos cercanos a ecosistemas estratégicos.	CAR, Ministerio de Ambiente
Vertimientos y Calidad del Agua	Decreto 3930 de 2010, Resolución 0631 de 2015	- Todo vertimiento debe contar con permiso de vertimiento. - Se deben cumplir parámetros de	CAR, Secretaría de Ambiente Municipal

		calidad establecidos por la autoridad ambiental. - Se exige monitoreo periódico de fuentes hídricas intervenidas.	
--	--	--	--

Nota. Información tomada de la Alcaldía Municipal de Mosquera, Cundinamarca.(2013)

PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

Tabla 3.

Normativa estándares de edificaciones destinadas a la prestación de servicios de salud.

NORMATIVA ESTÁNDARES DE EDIFICACIONES DESTINADAS A LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD	
RESOLUCIÓN 1633	
ALTURA	Se recomienda una altura libre interior no menor a los 2.80 m, considerados desde el nivel de piso terminado al cielo raso o falso cielo raso (según el caso).
CIRCULACIÓN - RESOLUCIÓN 1633	ÁREA MÍNIMA (M²)
Pasillo, corredor y rampa de salida	2,4
Pasillo, corredor y rampa que no son de salida	1,2
Corredores técnicos que no son de circulación	1,2
Pasillos o corredores externos exclusivos	1

del personal de servicio		
CONSULTORIOS PARA EXÁMEN	Mínimo 10m ²	
OFICINAS	Mínimo 6m ²	
CUBÍCULOS DE BAÑOS	3 unidades sanitarias, una de ellas para PMR	
4.2.2. Del Servicio Farmacéutico - Pg 59		
Las edificaciones destinadas a la prestación de servicios de salud, que oferten el servicio Farmacéutico de baja complejidad, para este servicio, deberán diseñarse de acuerdo con los procesos y procedimientos del mismo y, teniendo en cuenta las siguientes áreas y ambientes:		
FARMACIA - RESOLUCIÓN 1633	ÁREA MÍNIMA (M²)	
AMBIENTE O ÁREA DE RECEPCIÓN DE MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MÉDICOS	4	
AMBIENTE O ÁREA DE CUARENTENA DE MEDICAMENTOS.	4	
AMBIENTE O ÁREA DE ALMACENAMIENTO	20	
AMBIENTE O ÁREA INDEPENDIENTE Y SEGURA PARA EL ALMACENAMIENTO DE MEDICAMENTOS DE CONTROL ESPECIAL	4	

AMBIENTE O ÁREA PARA LA DISPENSACIÓN DE MEDICAMENTOS Y ENTREGA DE DISPOSITIVOS MÉDICOS.	4
AMBIENTE O ÁREA PARA EL ALMACENAMIENTO DE MEDICAMENTOS QUE DEBEN SER DESTRUIDOS O DESNATURALIZADOS POR VENCIMIENTO O DETERIORO.	4
AMBIENTE O ÁREA PARA EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS RECHAZADOS, DEVUELTOS Y RETIRADOS DEL MERCADO	4
OFICINA DEL COORDINADOR O JEFE DEL SERVICIO	6
AMBIENTE DE ASEO	3
TOTAL ÁREA	53

4.2. DEL GRUPO APOYO DIAGNÓSTICO Y COMPLEMENTACIÓN TERAPÉUTICA

4.2.17. Del Servicio de Diálisis Pg 97

Condiciones Generales del Servicio de Diálisis. Pg 98

AMBIENTE O ÁREA	ÁREA MÍNIMA (m2)	CARACTERÍSTICAS
ÁREA O AMBIENTE DE RECEPCIÓN	Las dimensiones estarán determinadas acorde con las necesidades y capacidad del servicio	Puede ser compartida en el servicio de Diálisis, independientemente si se ofrecen procedimientos de hemodiálisis y procedimientos de diálisis peritoneal, separados o en forma conjunta, debe estar ubicada en el mismo nivel o piso donde se oferte el servicio. Cuenta con: Puesto de trabajo
AMBIENTE PARA INFORMACIÓN CITAS Y CONTROL DE PACIENTES	Las dimensiones estarán determinadas acorde con las necesidades y capacidad del servicio.	Puede ser compartida en el servicio de Diálisis, independientemente si se ofrecen procedimientos de hemodiálisis y procedimientos de diálisis peritoneal, separados o en forma conjunta, debe estar ubicada en el mismo nivel o piso donde se oferte el servicio. Cuenta con: 1.Un Puesto de trabajo 2.Unidad sanitaria mixta, para personal.
SALA DE ESPERA	De dimensiones de acuerdo con la oferta Independiente del área de circulación.	Puede ser compartida en el servicio de Diálisis, independientemente si se ofrecen procedimientos de hemodiálisis y procedimientos de diálisis peritoneal, separados o en forma conjunta, debe estar ubicada en el mismo nivel o piso donde se oferte el servicio. Cuenta con: Dos (2) unidades sanitarias discriminadas por

		sexo, para personas en condición de movilidad reducida (PMR)
SALA DE PROCEDIMIENTOS	10.00 m2	La sala de procedimientos permite la instalación y movilización de equipos y personal necesario para la atención del paciente en condiciones de rutina o de emergencia
		Cuenta con: 1. Mesón de trabajo. 2. Poceta. 3. Lavamanos.
CONSULTORIO	10.00 m2	Aplica lo requerido para el servicio de consulta externa general.
ÁREA O AMBIENTE PARA EL ALMACENAMIENTO DE DISPOSITIVOS, INSUMOS Y MATERIALES	Las dimensiones estarán determinadas acorde con las necesidades y capacidad del servicio	Área o ambiente exclusivo para el almacenamiento de dispositivos e insumos.
ÁREA PARA LAVADO DE FÍSTULAS	4.00 m2	Cuenta con: 1. Mesón de trabajo. 2. Poceta. 3. Lavamanos.
AMBIENTE PARA MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS	Dimensiones variables de acuerdo con el equipo y tecnología	
ÁREA PARA CASILLEROS	Las dimensiones están determinadas de acuerdo con la oferta	

ÁREA PARA ESTACIONAMIENTO DE CAMILLAS Y SILLAS DE RUEDAS	3.00 m2	El área debe ser independiente de la circulación, su superficie debe incrementarse de acuerdo con la necesidad del servicio.
AMBIENTE CON LA TECNOLOGÍA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA, CUANDO SE REALICE HEMODIÁLISIS.	Dimensiones variables de acuerdo con el equipo y tecnología y que permita el mantenimiento y/o inspección constante de los equipos.	Ubicado inmediatamente contiguo. -Planta de tratamiento en ambiente independiente y restringido. -Incluye sistema de reúso del agua generada en el proceso.
AMBIENTE TRABAJO SUCIO	3.00 m2	Cuenta con: a. Mesón de trabajo. 2. Poceta. 3. Lavamanos.
OFICINA DEL COORDINADOR O JEFE DEL SERVICIO	6.00 m2	Debe estar ubicada en el mismo nivel o piso donde se oferte el servicio. Cuenta con: 1. Puesto de trabajo.
AMBIENTE DE ASEO	3.00 m2	Si el servicio se presta en varios pisos o niveles, se debe contar con un ambiente de aseo por cada piso o nivel. Cuenta con: -Área para almacenamiento y colocación de insumos e implementos de aseo -Área para lava traperos de fácil limpieza y desinfección -Área para estacionamiento de carro de aseo.

Condiciones del Servicio de Diálisis con procedimientos de hemodiálisis. Pg 99		
Las edificaciones destinadas a la prestación de servicios de salud, que oferten el servicio de diálisis con procedimientos de hemodiálisis, para este servicio, adicional a las generalidades del servicio, deberán diseñarse de acuerdo con los procesos y procedimientos del mismo y, teniendo en cuenta las siguientes áreas y ambientes:		
AMBIENTE O ÁREA	ÁREA MÍNIMA (m2)	CARACTERÍSTICAS
SALA DE HEMODIÁLISIS	4.00 m2 (Por silla de Hemodiálisis) + ambientes con los que cuenta.	La distribución de las máquinas de hemodiálisis dentro de la sala, debe permitir movilización del talento humano, pacientes, usuarios y equipos biomédicos. Fácil acceso y desplazamiento para el uso de personas en condición de movilidad reducida. Separación entre sillas de hemodiálisis mínimo 90 cm. Si existe pasillo central separando estaciones de hemodiálisis debe tener ancho mínimo de 1.40 m Cuenta con: 1. Puesto de enfermería. 2. Ambiente o área de trabajo limpio. 3. Lavamanos. 4. Demarcación y barrera física para pacientes seropositivos con hepatitis B y para pacientes con VIH. 5. Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas individuales para cada máquina, de acuerdo con

		las indicaciones del fabricante.
Condiciones del Servicio de Diálisis con procedimientos de diálisis peritoneal. Pg 100		
Las edificaciones destinadas a la prestación de servicios de salud, que oferten el servicio de Diálisis con procedimientos de diálisis peritoneal, para este servicio, adicional a las generalidades del servicio, deberán diseñarse de acuerdo con los procesos y procedimientos del mismo y, teniendo en cuenta las siguientes áreas y ambientes:		
AMBIENTE O ÁREA	ÁREA MÍNIMA (m2)	CARACTERÍSTICAS
DIÁLISIS PERITONEAL	Las dimensiones estarán determinadas acorde con las necesidades y capacidad del servicio	Fácil acceso y desplazamiento para el uso de personas con movilidad reducida.
		Adicional a lo anterior cuenta con:
		1. Sala de espera. Cuenta con: Dos (2) unidades sanitarias discriminadas por sexo, para personas en condición de movilidad reducida (PMR)
		2. Sala de procedimientos, no se exige adicional si cuenta con hemodiálisis en la oferta de la misma estructura.
		3. Consultorio, Aplica lo requerido para el Servicio de consulta externa general.
		4. Área o ambiente para el almacenamiento de dispositivos, insumos y materiales. Las dimensiones estarán determinadas acorde con las necesidades y capacidad del servicio
		5. Área para casilleros. Las dimensiones

		estarán determinadas de acuerdo con la oferta
		6. Área para estacionamiento de camillas y sillas de ruedas.
		7. Ambiente de trabajo sucio.
		8. Ambiente de entrenamiento de diálisis peritoneal con dos lavamanos.
		9. Ambiente para recambio con área para inactivación de líquidos, cuenta con: 1. Mesón de trabajo 2. Poceta 3. Área para inactivación de líquidos.
Condiciones generales del Servicio de Diálisis- otras áreas o ambientes.		
Las edificaciones destinadas a la prestación de servicios de salud, que oferten el servicio de Diálisis, independientemente de, si ofertan los procedimientos de hemodiálisis y procedimientos de diálisis peritoneal separados o en forma conjunta, en caso de requerirse un área o ambiente adicional, el mismo debe ser consecuente con los procesos y procedimientos del servicio. A su vez, las siguientes áreas y ambientes: (i) podrán estar localizados en relación indirecta con las áreas y ambientes definidos para el servicio y, (ii) deben ser consecuentes con los procesos y procedimientos del mismo, así:		
AMBIENTE O ÁREA	ÁREA MÍNIMA (m2)	CARACTERÍSTICAS
VESTIDOR PARA EL TALENTO HUMANO	Las dimensiones estarán determinadas acorde con las necesidades y capacidad del servicio.	Funciona como filtro para las salas de hemodiálisis y diálisis peritoneal, si las salas son separadas, se contará con dos vestidores que funcionan como filtro al acceso de cada una de las salas.
		Cuenta con: 1. Área de casilleros 2. Una (1) unidad sanitaria mixta.

UNIDADES SANITARIAS PARA EL PERSONAL DEL SERVICIO	Que garantice la accesibilidad al medio, de acuerdo con lo establecido en las normas que la regulen, la modifiquen y/o la sustituyan	Dos (2) unidades sanitarias discriminadas por sexo
UNIDAD DE ALMACENAMIENTO INTERMEDIO	3.00 m2	Si el servicio se presta en varios pisos o niveles, se debe contar con una unidad de almacenamiento intermedio por cada piso o nivel
		Cuenta con: Área para almacenamiento y colocación de canecas

Nota. Información tomada de Anexo 1: Estándares aplicables para el diseño de edificaciones destinadas a la prestación de servicios de salud (Ministerio de Salud y Protección Social, 2025),

https://consultorsalud.com/wp-content/uploads/2025/08/VF-Anexo1-Estandares-EDIFICACION-ES-SALUD-AJUSTADO_250812_164956.pdf.

Marco conceptual

1. Modular

Buenadicha Sánchez & César Moisés (2013) lo definen como la capacidad deseable de un proyecto para expandirse utilizando unidades que se puedan repetir, permitiendo una escalabilidad. Al propio tiempo, Gómez Jáuregui (2009) complementa esta visión diciendo que permite la construcción de espacios mediante componentes prefabricados; por consiguiente, se logra que estos elementos se ensamblen de forma rápida y eficiente en el lugar.

2. Flexibilidad espacial

Consiste en la capacidad de un espacio arquitectónico de cambiar su uso a partir de los requerimientos de los usuarios, sin verse necesario el cambio estructural ni de su habitabilidad, según Gonzales Valenzuela (2024). En un orden de ideas similar, esta propiedad expresa de forma directa la posibilidad de atender a evoluciones culturales y funcionales del hábitat, de acuerdo con lo planteado por Baldiris Ardila (2023).

3. Resiliencia arquitectónica

Mouhcine (2025) plantea la resiliencia arquitectónica como esa capacidad de los objetos arquitectónicos contruidos para absorber las perturbaciones, adaptarse a condiciones cambiantes y mantener activa su funcionalidad en momentos de incertidumbre. Por otra parte, Breton Coll (2023) afirma que esta resiliencia está basada en la planificación de aspectos indeterminados y en la evolución constante de los sistemas dinámicos.

4. Escalabilidad arquitectónica

Salazar et al. (2024) definen la escalabilidad arquitectónica como la capacidad de un sistema espacial para expandirse y aplicar su diseño metodológico en distintos lugares. A su vez, este concepto se complementa con lo expuesto por Blanc (2013), quien señala que bajo esta condición el proyecto no pierde su lógica estructural ni su eficiencia operativa al crecer.

5. Polivalente

La polivalencia arquitectónica se establece como la capacidad que posee un espacio para asumir múltiples usos sin perder la coherencia formal ni su eficiencia operativa por el cambio de actividad, según Cavazos-Arroyo & Giuliani (2017). Por añadidura, se considera que la arquitectura polivalente permite que distintas tareas se puedan desarrollar en un mismo lugar; de ahí que, de acuerdo con Neme Martínez & Solanilla López (2020), funcione como una herramienta que promueve la cohesión comunitaria.

Marco teórico

1. Modulación y la Prefabricación

Autor. Peter Cook, Archigram (1963) the Plug-in-City

La Plug-In City es una propuesta de Archigram que imagina una megaestructura urbana flexible, compuesta por módulos intercambiables que responden a las necesidades cambiantes de la sociedad y la tecnología. Al propio tiempo, concebida en los años 60, esta ciudad promueve la adaptabilidad y la participación del usuario en la configuración de su entorno construido (Cook, P., 1963). Por consiguiente, esta visión de Cook pone en duda la permanencia de las edificaciones como elementos implantados sólidos e inertes en un lugar, introduciendo elementos intercambiables que aportan a la construcción. Bajo esta perspectiva, el modelo se anticipa a conceptos contemporáneos como resiliencia urbana o arquitectura efímera, dando al usuario un rol como agente activo de transformación de la construcción conforme a su necesidad.

La construcción de los edificios a partir de módulos estándares, que se fabrican en entornos controlados y se llevan al lugar destinado, demuestra cómo la industrialización ha jugado un papel clave en la construcción, permitiendo desarrollar modelos más eficientes y aplicables en múltiples lugares. En un orden de ideas similar, Delgado Marcet (2021) destaca que este modelo favorece no solo la sostenibilidad económica, sino que ayuda al fácil acceso y, por lo tanto, a la equidad social. Por lo tanto, este enfoque busca establecer dimensiones repetitivas y proporcionales que faciliten la fabricación en serie, el transporte y el montaje. A causa de esto, CivilGeeks Algeco (2024) señala que “Podemos definir al módulo como una

pieza o conjunto unitario de piezas que se repiten en cualquier diseño” (pág. 4); de modo que la estandarización de piezas y privados permite reducir errores y optimizar la logística de obra.

La modulación no sólo se traduce en mayor rapidez en la construcción, sino también en un mejor control de calidad, porque los elementos se fabrican en condiciones industriales, lo que minimiza el error y el desperdicio. No obstante lo cual, Pan & Zhang (2022) resaltan que la modulación reduce costos y tiempos de producción en comparación con métodos tradicionales, lo que sugiere una mayor competitividad al tratarse en términos de eficiencia. Por otra parte, Marian Delgado (2021) afirma que el sistema no limita la creatividad en el diseño arquitectónico, ya que permite una reconfiguración de espacios según sea la necesidad, sin dejar a un lado la funcionalidad. A su vez, esto nos abre las posibilidades de adaptar un mismo módulo a distintos usos dentro de la construcción, conservando una coherencia estructural.

Otro aspecto relevante de esta teoría es que la estandarización no frena la imaginación del diseñador. Del mismo modo, Delgado Marcet (2021) enfatiza que “un sistema modular bien diseñado permite la reconfiguración de espacios según las necesidades, sin comprometer la funcionalidad” (pág. 4). Así pues, esto abre la posibilidad de adaptar un mismo módulo a diferentes usos, manteniendo la coherencia estructural y la eficiencia del conjunto. En resumidas cuentas, la Teoría de la Modulación se vincula fuertemente con principios de sostenibilidad, ya que optimiza el uso de materiales, reduce residuos y permite la reutilización de componentes. De ahí que CivilGeeks Algeco (2024) subraye que la producción en serie y el ensamblaje en seco disminuyen el impacto ambiental y facilitan la economía circular en la construcción.

2. Arquitectura Biofílica

Autor principal: Wilson, E. O. (1984)

Este planteamiento parte de la premisa establecida por Wilson (1984); según la cual los seres humanos poseemos un lazo biológico de nacimiento con el entorno vivo y sus ciclos. Bajo esta perspectiva, se determina que la labor del diseño consiste en incluir componentes de la tierra: el fin es edificar zonas que sanen el cuerpo y den calma a la gente. Al propio tiempo, dentro de las pautas básicas se halla el uso de aire limpio, claridad del sol, plantas, ventanas que dejen ver el exterior y materias puras. En un orden de ideas similar, Gareca Apaza (2022) expone que unir el día a día del hombre con la tierra baja la tensión corporal y acelera la cura médica; de ahí que esta práctica no sea un adorno, sino un cambio real en la mente y el cuerpo de los usuarios.

Los datos del mundo de la ciencia apoyan esta idea de forma clara: existe un nexo directo entre los paisajes vivos y el humor de la gente debido a que estar en zonas verdes frena el dolor y el agobio (Wilson, 1984). A causa de esto, dicho camino se une con el cuidado del planeta; por lo tanto, ayuda a usar elementos limpios, gastar menos luz y armar casas más sanas. Por añadidura, Gareca Apaza (2022) explica que este saber sirve como un plan de uso natural: su meta es nivelar el calor y la luz sin usar aparatos. Finalmente, la teoría dicta que el lazo con lo vivo debe tocar todos los sentidos del cuerpo y no solo los ojos: esto pide crear cuartos que dejen oler la vegetación, tocar texturas de madera y oír el agua; así pues, se logra un puente fuerte entre el hombre y su espacio.

3. Neuroarquitectura

Autor principal: Fred H. Gage & Peter Eriksson (1998)

La neuroarquitectura une los planos, el estudio del cerebro y la mente: la meta es ver cómo las casas y calles cambian las emociones y el obrar del ser humano. Por consiguiente, Gage y Eriksson (2021) aclaran que el dibujo de un lugar puede alterar lo que sienten los sentidos; lo que influye en la alegría y en el poder del pensamiento diario. No obstante lo cual, el plan que ellos muestran se apoya en medir puntos fijos como la luz, el color, el ruido y el calor: todos estos factores tocan la mente de la gente; con el objeto de cuidar la mente, se debe buscar que el usuario logre pensar mejor, sufra menos presiones y viva con gran confort dentro del edificio.

Por otra parte, Rabadán Garrido (2021) suma ideas al decir que las pautas clave piden armar sitios que nivelen el reloj del cuerpo por medio de focos y ventanas correctas: esto baja los ruidos que causan miedo y da caminos claros para caminar sin perderse; en consecuencia, un sitio bien pensado ayuda a la memoria, eleva el cuidado y sube las ganas de trabajar. Del mismo modo, se sabe que vivir un lugar es una tarea de todos los sentidos: se debe buscar un balance que active el cuerpo sin llenarlo de datos raros que causen caos. A su vez, las formas de las paredes, los olores del aire y el calor cambian el cuerpo de la gente. Para finalizar, se acepta que el espacio físico mueve al ser humano por medio de lo que siente; de resultados de ello, esta ciencia es un camino pensado para mejorar la vida entre el hombre y su hogar.

Marco histórico

Figura 15.

Infografía de antecedentes históricos del problema.



Nota. Elaboración propia.

Durante los siglos XX y XXI, los centros de salud por piezas han funcionado como un plan de valor ante las crisis de la salud y el dolor humano. Al propio tiempo, en los días de las guerras mundiales (1914-1918 y 1939-1945), la gran falta de ayuda médica en las zonas de combate obligó a levantar hospitales de campaña: estos eran cuartos de paso que daban cura

rápida a los soldados heridos en la batalla. Por consiguiente, dichos hechos marcaron el origen de los planos médicos móviles; lo que dejó ver que un edificio es capaz de amoldarse a zonas difíciles y de pasos cerrados.

En los años siguientes, ante golpes como el virus del Ébola en África (2014–2016), los bloques médicos probaron su fuerza para frenar los contagios por medio de cuartos aislados hechos en talleres (Hospital Universitario La Paz, 2025). En un orden de ideas similar, su uso ayudó a trancar el paso de la enfermedad en pueblos y ciudades que tenían pocos centros de ayuda; de ahí que este método se volviera un arma clave para mandar en los momentos de peligro por virus. No obstante lo cual, esta base del pasado hizo más fuerte la idea de armar redes de salud que se puedan mover, agrandar y parar en el suelo de forma veloz.

La crisis mundial del COVID-19 (2020) dejó en claro ante la tierra que las clínicas de siempre no daban abasto para atender a tanta gente enferma a la vez. A causa de esto, se idearon bloques de salud basados en la prefabricación, el cambio de los cuartos y el buen uso del trabajo; lo que sirvió para amoldarse a los pasos de la cura médica. Por lo tanto, este viaje en el tiempo prueba que los bloques de salud no son solo salidas rápidas para el momento; sino que forman parte de un plan fuerte para cuidar la tierra y ordenar la salud en días de peligro (ESAN, 2022).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Investigación correlacional: Se tiene como variable dependiente la **arquitectura hospitalaria modular**, estableciendo la relación de cómo y en qué medida la existencia/implementación de infraestructura modular se asocia con la variable independiente **cobertura, eficacia y eficiencia**.

Variable 1: Arquitectura hospitalaria modular.

Variable 2: Cobertura, eficacia y eficiencia ante emergencias sanitarias.

Se analiza si mayor flexibilidad y adaptabilidad arquitectónica está correlacionada con mejores indicadores de respuesta ante emergencias.

Aspectos metodológicos

La metodología que se aplicará en esta investigación para establecer las herramientas que nos ayudaran para la recolección de información técnica cualitativa será por medio de las entrevistas semiestructuradas. Esta elección se debe a la necesidad de comprender en profundidad cómo la rigidez arquitectónica hospitalaria afecta la capacidad de respuesta ante emergencias sanitarias, no solo desde una perspectiva técnica, sino también desde lo vivido, saberes de especialistas y gestionan estos espacios. De esta manera se recolecta información contextualizada y directamente vinculada a la experiencia de los actores hospitalarios durante la pandemia.

Las entrevistas semiestructuradas se aplicarán a profesionales clave del sector salud y arquitectura hospitalaria, administrativos, jefes de infraestructura, personal de enfermería y arquitectos especializados: este grupo de expertos ayudará a entender mejor la situación actual desde sus áreas de trabajo. Por lo tanto, estas entrevistas permitirán explorar las limitaciones espaciales enfrentadas, las estrategias de adaptación implementadas y las propuestas de mejora desde la experiencia directa; por esta razón, escuchar a quienes trabajan en los hospitales es una tarea urgente. De igual forma, se utilizará una guía de preguntas abiertas que facilite la conversación y permita profundizar en aspectos técnicos, emocionales y organizacionales. Además, las entrevistas se realizaron en un centro de salud de Bogotá, entre octubre y diciembre de 2025, previa con consentimiento informado de los entrevistados, asegurando el respeto y la privacidad de cada participante.

Tabla 4.

Plantilla para las entrevistas

Formato de Entrevista Semiestructurada	
Investigación: La rigidez de la arquitectura hospitalaria como obstáculo en la atención de emergencias sanitarias. Universidad La Gran Colombia	
Datos	Respuesta

Nombre del entrevistado	
Cargo	
Especialidad	
Fecha de la entrevista	día/ mes/ año
Lugar de la entrevista	
Modalidad	(presencial / virtual)
Número de entrevista	#
Pregunta	
¿Cuál fue su rol durante la atención hospitalaria en la pandemia?	
¿Qué limitaciones arquitectónicas enfrentó su área durante la emergencia?	
¿Existieron espacios que debieron ser improvisados o reconvertidos?	
¿Cómo afectó la infraestructura a la atención médica y al bienestar del paciente?	
¿Qué elementos considera indispensables para mejorar la flexibilidad hospitalaria?	
¿Se implementaron soluciones temporales o modulares? ¿Cómo funcionaron?	
¿Qué aprendizajes dejó la experiencia en términos de diseño hospitalario?	
¿Qué recomendaciones haría para futuras emergencias sanitarias?	
Consentimiento Informado	
La siguiente entrevista se realiza con fines académicos para el proyecto de investigación de la Universidad La Gran Colombia. El entrevistado autoriza voluntariamente la utilización de la información proporcionada, la cual será tratada de forma confidencial, respetando su identidad y privacidad. Los datos recolectados serán utilizados exclusivamente para fines investigativos y no serán divulgados sin consentimiento previo.	

Nota. Elaboración propia.

Enfoque de investigación

El enfoque de investigación es **mixto**, con predominio cuantitativo, dado que el propósito central consiste en establecer la relación entre la arquitectura modular hospitalaria y la cobertura, eficacia y eficiencia ante emergencias sanitarias mediante indicadores medibles como tiempos de construcción, costos y continuidad en la atención de pacientes; sin embargo, se integra un componente cualitativo que permite profundizar en la comprensión de la adaptabilidad espacial, funcional y social de estos modelos, considerando casos y experiencias específicas en el contexto colombiano, lo que en conjunto brinda un análisis integral que combina evidencia estadística con perspectivas contextuales y arquitectónicas.

Análisis de datos: cualitativos y cuantitativos (aplicación de los instrumentos)**Tabla 5.***Entrevista: Área de calidad de centro renal*

Formato de Entrevista Semiestructurada	
Investigación: La rigidez de la arquitectura hospitalaria como obstáculo en la atención de emergencias sanitarias. Universidad La Gran Colombia	
Datos	Respuesta
Nombre del entrevistado	Margie Lozano
Cargo	Administración
Especialidad	Especialista de Calidad
Fecha de la entrevista	15 de octubre de 2025
Lugar de la entrevista	Oficina de Dávita
Modalidad (presencial / virtual)	Presencial
Número de entrevista	1
Pregunta	

¿Cuál fue su rol durante la atención hospitalaria en la pandemia?	Mi rol consistió en supervisar y garantizar el cumplimiento de todos los requerimientos establecidos desde el área de Calidad, tanto en el ámbito normativo como en el sanitario, asegurando que las operaciones se desarrollarán conforme a los estándares exigidos.
¿Qué limitaciones arquitectónicas enfrentó su área durante la emergencia?	Las principales limitaciones estuvieron relacionadas con la capacidad instalada para la atención de pacientes, ya que los espacios estaban diseñados para un número determinado de usuarios y no resultaban suficientes ante el incremento de la demanda durante la emergencia sanitaria.
¿Existieron espacios que debieron ser improvisados o reconvertidos?	Sí. En algunas sedes fue necesario adecuar ciertos cuartos de aislamiento para la atención de pacientes con COVID-19, aunque esta medida se implementó únicamente en un número reducido de instalaciones.
¿Cómo afectó la infraestructura a la atención médica y al bienestar del paciente?	La infraestructura tuvo un impacto significativo, ya que varias sedes presentaban deterioros previos, como problemas de humedad, iluminación, ventilación o calefacción. Durante la pandemia, estos daños no pudieron ser atendidos oportunamente, lo que afectó las condiciones de atención y el confort de los pacientes.

¿Qué elementos considera indispensables para mejorar la flexibilidad hospitalaria?	Es fundamental contar con elementos arquitectónicos que permitan una rápida adaptación de los espacios, como barreras físicas móviles o sistemas modulares que faciliten el aislamiento y la reorganización de las áreas según las necesidades asistenciales.
¿Se implementaron soluciones temporales o modulares? ¿Cómo funcionaron?	No se implementaron soluciones modulares ni temporales durante la emergencia. La atención se manejó dentro de la infraestructura existente.
¿Qué aprendizajes dejó la experiencia en términos de diseño hospitalario?	La principal enseñanza fue la necesidad de que cada módulo de atención a pacientes renales cuente con un área de circulación más amplia, que permita una mejor movilidad y seguridad tanto para los pacientes como para el personal asistencial.
¿Qué recomendaciones haría para futuras emergencias sanitarias?	Es importante que todas las normativas surgidas a partir de la pandemia —especialmente las relacionadas con aislamiento, ventilación y control sanitario— sean incorporadas en el diseño y adecuación de nuevas sedes renales para garantizar entornos más seguros y resilientes.
Consentimiento Informado	
La siguiente entrevista se realiza con fines académicos para el proyecto de investigación de la Universidad La Gran Colombia. El entrevistado autoriza voluntariamente la utilización de la información proporcionada, la cual será tratada de forma confidencial, respetando su identidad y privacidad. Los datos recolectados serán utilizados exclusivamente para fines investigativos y no serán divulgados sin consentimiento previo.	

Tabla 6.*Entrevista: Área de enfermería de centro renal*

Formato de Entrevista Semiestructurada	
Investigación: La rigidez de la arquitectura hospitalaria como obstáculo en la atención de emergencias sanitarias. Universidad La Gran Colombia	
Datos	Respuesta
Nombre del entrevistado	Yamile Rosso
Cargo	Administración
Especialidad	Enfermera y Administradora de sede renal
Fecha de la entrevista	15 de octubre de 2025
Lugar de la entrevista	Institución: Dávita
Modalidad (presencial / virtual)	Virtual: Vía llamada
Número de entrevista	2
Pregunta	

¿Cuál fue su rol durante la atención hospitalaria en la pandemia?	Mi rol consistió en dirigir y supervisar los cambios implementados dentro de las sedes, garantizando que se cumplieran las normas establecidas durante la emergencia sanitaria. Asimismo, tuve a mi cargo la coordinación del personal de enfermería para asegurar el cumplimiento de los protocolos de aislamiento y bioseguridad.
¿Qué limitaciones arquitectónicas enfrentó su área durante la emergencia?	Las principales limitaciones se relacionaron con la atención a los pacientes, ya que la capacidad de respuesta se vio comprometida ante el aumento de contagios. Se presentaron quejas recurrentes debido a las dificultades para controlar la propagación del virus, lo cual afectó tanto la calidad del servicio como la seguridad de los pacientes.
¿Existieron espacios que debieron ser improvisados o reconvertidos?	En las sedes a mi cargo no fue necesario improvisar ni reconvertir espacios; la atención se mantuvo dentro de las áreas ya establecidas.
¿Cómo afectó la infraestructura a la atención médica y al bienestar del paciente?	La infraestructura afectó de manera significativa la atención, principalmente porque no se contaba con áreas adecuadas para realizar los aislamientos de forma efectiva. Esto contribuyó a un aumento de los contagios entre los pacientes, especialmente en adultos mayores, quienes representan la mayoría de nuestra población atendida.

¿Qué elementos considera indispensables para mejorar la flexibilidad hospitalaria?	Considero esenciales las barreras físicas móviles y la delimitación de áreas mediante señalización en el suelo, de modo que se pueda optimizar la distribución y el aislamiento en cada punto de diálisis según las necesidades sanitarias.
¿Se implementaron soluciones temporales o modulares? ¿Cómo funcionaron?	No se implementaron soluciones temporales ni modulares durante la emergencia. La operación se mantuvo dentro de la infraestructura existente.
¿Qué aprendizajes dejó la experiencia en términos de diseño hospitalario?	La experiencia dejó como enseñanza la importancia de prever escenarios de emergencia, como pandemias o epidemias, desde la etapa de planificación y diseño, con el fin de estar preparados para una rápida adaptación operativa.
¿Qué recomendaciones haría para futuras emergencias sanitarias?	Recomiendo que cada sede cuenta con un área libre o de expansión que pueda ser habilitada en caso de contingencia, permitiendo aumentar la distancia entre los puntos de diálisis y mejorar las condiciones de seguridad sanitaria.
Consentimiento Informado	
La siguiente entrevista se realiza con fines académicos para el proyecto de investigación de la Universidad La Gran Colombia. El entrevistado autoriza voluntariamente la utilización de la información proporcionada, la cual será tratada de forma confidencial, respetando su identidad y privacidad. Los datos recolectados serán utilizados exclusivamente para fines investigativos y no serán divulgados sin consentimiento previo.	

Tabla 7.*Entrevista: Área de infraestructura de centro renal*

Formato de Entrevista Semiestructurada	
Investigación: La rigidez de la arquitectura hospitalaria como obstáculo en la atención de emergencias sanitarias. Universidad La Gran Colombia	
Datos	Respuesta
Nombre del entrevistado	Sergio Baracaldo
Cargo	Arquitecto
Especialidad	Especialista de Infraestructura
Fecha de la entrevista	3 de octubre de 2025
Lugar de la entrevista	Oficinas de Dávita
Modalidad (presencial / virtual)	Presencial
Número de entrevista	3
Pregunta	

¿Cuál fue su rol durante la atención hospitalaria en la pandemia?	Mi rol consistió en brindar apoyo técnico y soluciones a los requerimientos de infraestructura planteados por los administradores de las sedes a nivel nacional, con el fin de garantizar la continuidad de los servicios bajo las condiciones sanitarias exigidas.
¿Qué limitaciones arquitectónicas enfrentó su área durante la emergencia?	Se presentaron diversas limitaciones, entre ellas la falta de espacio para organizar adecuadamente a los pacientes y cumplir con los protocolos de aislamiento. Además, varios mantenimientos o adecuaciones necesarias no pudieron realizarse debido a la alta ocupación de las sedes y a la falta de personal operativo, lo que agravó problemas existentes de humedad, ventilación o calefacción que afectan el confort y bienestar de los pacientes.
¿Existieron espacios que debieron ser improvisados o reconvertidos?	Sí. En algunas sedes fue necesario improvisar ciertos espacios; por ejemplo, algunos cuartos destinados al almacenamiento de bidones se adecuaron temporalmente para el aislamiento de pacientes con diagnóstico de COVID-19.

¿Cómo afectó la infraestructura a la atención médica y al bienestar del paciente?	La infraestructura tuvo un impacto considerable, ya que la falta de áreas separadas generó incomodidad y riesgos adicionales al tener que compartir espacios con pacientes contagiados, lo cual afectó tanto la seguridad como el bienestar general de los usuarios.
¿Qué elementos considera indispensables para mejorar la flexibilidad hospitalaria?	Es esencial incorporar estrategias de diseño innovadoras, como el uso de módulos o contenedores adaptables que funcionen como salas de diálisis móviles. Estas soluciones permitirían ampliar, reorganizar y reestructurar los espacios según las necesidades de atención.
¿Se implementaron soluciones temporales o modulares? ¿Cómo funcionaron?	No se implementaron soluciones temporales ni modulares durante la emergencia; la operación se mantuvo dentro de la infraestructura existente.
¿Qué aprendizajes dejó la experiencia en términos de diseño hospitalario?	La experiencia dejó como aprendizaje la importancia de anticipar escenarios de crisis y desarrollar estrategias de diseño arquitectónico y estructural que permitan ampliar y reorganizar los espacios de atención. Es fundamental que las salas de diálisis cuenten con mayores áreas de circulación y flexibilidad para adaptarse ante emergencias sanitarias.

¿Qué recomendaciones haría para futuras emergencias sanitarias?	Recomiendo elaborar un plan estratégico desde las áreas administrativas e institucionales que contemple los puntos críticos vividos durante la pandemia. Este plan debería servir como guía de actuación ante futuras emergencias, promoviendo una respuesta más organizada, eficiente y segura.
Consentimiento Informado	
La siguiente entrevista se realiza con fines académicos para el proyecto de investigación de la Universidad La Gran Colombia. El entrevistado autoriza voluntariamente la utilización de la información proporcionada, la cual será tratada de forma confidencial, respetando su identidad y privacidad. Los datos recolectados serán utilizados exclusivamente para fines investigativos y no serán divulgados sin consentimiento previo.	

Las entrevistas al personal del Hospital Dávita revelan que, pese a la alta demanda durante la pandemia, no se implementaron soluciones modulares ni temporales, lo que limitó la capacidad de adaptación de las sedes. La infraestructura existente presentó deficiencias críticas como humedad, ventilación insuficiente y falta de áreas de aislamiento, afectando directamente el bienestar de los pacientes. Los profesionales coinciden en que la flexibilidad hospitalaria debe mejorar mediante el uso de módulos móviles, barreras físicas y áreas de expansión que permitan reorganizar los espacios ante emergencias.

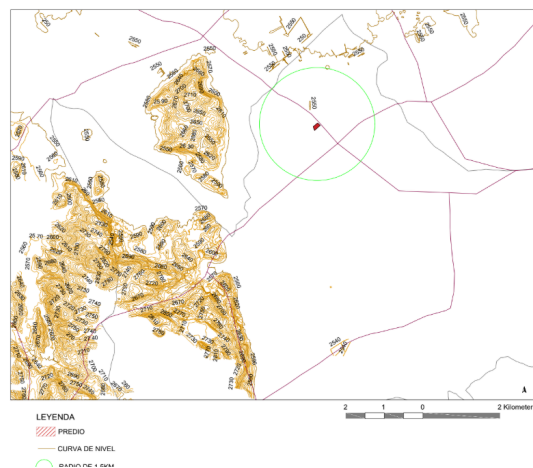
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DEL LUGAR Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO Y URBANO

Topografía

El terreno ubicado en Mosquera Cundinamarca Marcado en el círculo verde se halla en un espacio que es casi todo plano; a diferencia de las zonas de alrededor que se muestran con las líneas de altura de la tierra, ver **Figura 16**. Bajo esta perspectiva, dicha forma del suelo ayuda al éxito del plan arquitectónico: la meta es hacer más fáciles las tareas de obra en el lugar. Por consiguiente, este punto baja los pagos por arreglar el suelo; lo que asegura una unión más rápida y limpia con los caminos de entrada y el barrio vecino.

Figura 16.

Plano topográfico del lugar.



Nota.
de la Alcaldía
Mosquera,

Información adaptada
Municipal de
Cundinamarca.(2013)

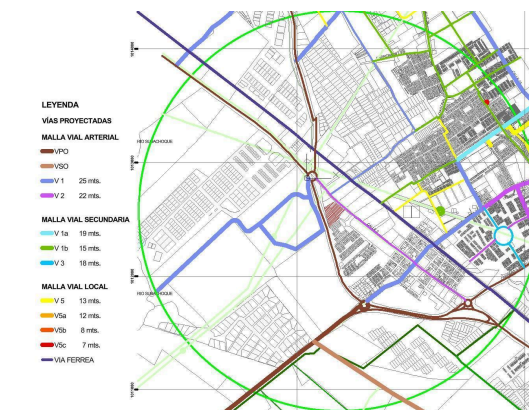
[PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.](#)

Movilidad

Conclusión: Las vías colindantes con el predio están catalogadas en el costado norte oriental en la Calle 3 como V2 (vía secundaria), **Figura 17** y en el costado sur occidental está la Troncal de occidente catalogada como VPO (Vía de Primer Orden) siendo la principal conexión entre Bogotá D.C con la Sabana occidente.

Figura 17.

Plano de movilidad del lugar.



Nota. Información adaptada de la Alcaldía Municipal de Mosquera, Cundinamarca.(2013) [PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.](#)

Análisis de movilidad vehicular

VÍAS REGIONALES

1. Carretera Panamericana

- Predominio: Tractomulas y camiones de carga pesada + carros particulares.
- Secundarios: Buses intermunicipales frecuentes (Bogotá ↔ Girardot ↔ Cali).
- Baja presencia: Bicicletas (flujo peligroso por tráfico pesado).

Es la vía con mayor volumen y diversidad modal de la zona.

- Flujo estimado: 2.000 – 2.500 vehículos/hora

2. Vía Mosquera – La Mesa

- Predominio: Carros particulares y motos (uso interurbano corto-medio).
- Moderado: Camiones y buses intermunicipales.

Bajo: Bicicletas (más visibles en tramos internos cercanos a poblaciones).

Flujo mixto, pero con énfasis en tránsito regional y logístico medio.

- Flujo estimado: 900 – 1.200 vehículos/hora

3. Vía Funza – Bogotá

- Predominio: Carros particulares y motos (desplazamientos diarios hacia Bogotá).
- Moderado: Buses urbanos e intermunicipales (alta rotación en hora pico).
- Presencia constante: Camiones medianos (logística industrial de Funza y Mosquera).

Corredor de alta demanda pendular con Bogotá.

- Flujo estimado: 1.500 – 1.800 vehículos/hora

4. Avenida Carrera 5 Este (Mosquera)

- Predominio: Carros particulares y motos.
- Moderado: Buses urbanos e intermunicipales.
- Bajo: Camiones, salvo tránsito de abastecimiento local.

Vía arterial interna, funciona como distribuidora urbana hacia regionales.

- Flujo estimado: 600 – 800 vehículos/hora

Síntesis comparativa

- Regionales (Panamericana, La Mesa, Funza–Bogotá, Av. 5 Este):
 - Carros + motos = ~65–75% del flujo.
 - Transporte pesado (camiones/tractomulas) = más alto en Panamericana y Vía La Mesa.
 - Transporte público (buses) = más alto en Vía Funza–Bogotá y Av. 5 Este.

VÍAS SECUNDARIAS COLINDANTES

1. Calle 7 (Mosquera)

- Predominio: Motos y carros particulares.
- Moderado: Peatones y bicicletas (uso barrial, conexión con comercio y vivienda).

- Ocasional: Buses pequeños o busetas (rutas locales).

Flujo medio-bajo, enfocado en movilidad interna.

- Flujo estimado: 300 – 500 vehículos/hora

2. Calle 3 (Mosquera)

- Predominio: Motos (altísima proporción frente a carros).
- Moderado: Carros particulares.
- Notorio: Peatones y bicicletas (vía barrial y de proximidad).
- Muy bajo: Transporte público formal o carga.

Flujo bajo, principalmente residencial y de tránsito local.

- Flujo estimado: 200 – 350 vehículos/hora

Síntesis comparativa

- Secundarias (Calle 7, Calle 3):
 - Predominan motos + carros particulares (~70–80%).
 - Alto tránsito peatonal y de bicicleta en la vida cotidiana.
 - Mínimo transporte pesado.

Figura 18.*Información de vías.*

Tipo de vía	Vía	Vehículos/hora (aprox.)	Predominio de vehículos
Regional	Carretera Panamericana	2.000 – 2.500	Tractomulas, camiones, buses, automóviles
Regional	Vía Mosquera – La Mesa	900 – 1.200	Buses intermunicipales, motos, carros particulares
Regional	Vía Funza – Bogotá	1.500 – 1.800	Carros particulares, motos, buses intermunicipales
Regional	Av. Carrera 5 Este	600 – 800	Motos, automóviles locales
Secundaria	Calle 7 Mosquera	300 – 500	Motos, automóviles residenciales/comerciales
Secundaria	Calle 3 Mosquera	200 – 350	Automóviles locales, motos, tránsito interno

Nota. Elaboración propia.

Conclusión: Las vías regionales (Panamericana y Funza-Bogotá) concentran los mayores flujos, siendo ejes logísticos y de conexión directa con Bogotá. Las vías colindantes (Calle 7 y Calle 3) presentan un flujo vehicular menor y de carácter principalmente residencial y comercial local.

Análisis de movilidad peatonal

Vías regionales

1. Carretera Panamericana

- Flujo peatonal: bajo. Predominio de pasos esporádicos (trabajadores de logística, conductores).
- Género: mayor presencia masculina (~70%), relacionado con transporte de carga y actividades laborales.
- Flujo peatonal: 80 – 120 personas/hora

2. Vía Mosquera – La Mesa

- Flujo peatonal: bajo a medio en sectores cercanos a paraderos.
- Género: equilibrado (~55% hombres, 45% mujeres).
- Flujo peatonal: 60 – 90 personas/hora

3. Vía Funza – Bogotá

- Flujo peatonal: alto, por su conexión con transporte intermunicipal.
- Género: mixto y balanceado (~50% hombres, 50% mujeres), ya que conecta residentes, estudiantes y trabajadores.
- Flujo peatonal: 120 – 180 personas/hora

4. Avenida Carrera 5 Este

- Flujo peatonal: medio, sobre todo en horarios pico.
- Género: ligeramente más mujeres (~55%), por acceso a comercio local y colegios.

- Flujo peatonal: 150 – 200 personas/hora

Vías secundarias colindantes

1. Calle 7 Mosquera

- Flujo peatonal: alto (zona residencial + comercio).
- Género: equilibrado (~50%-50%).
- Flujo peatonal: 200 – 300 personas/hora

2. Calle 3 Mosquera

- Flujo peatonal: medio, con predominio de residentes.
- Género: mayor porcentaje femenino (~60%), asociado a movilidad barrial (mercados, colegios).
- Flujo peatonal: 100 – 150 personas/hora

Figura 19.*Información de movilidad peatonal.*

Tipo de vía	Vía	Peatones/hora (aprox.)	Distribución por género
Regional	Carretera Panamericana	80 – 120	55% masculino / 45% femenino
Regional	Vía Mosquera – La Mesa	60 – 90	52% masculino / 48% femenino
Regional	Vía Funza – Bogotá	120 – 180	50% masculino / 50% femenino
Regional	Av. Carrera 5 Este	150 – 200	48% masculino / 52% femenino
Secundaria	Calle 7 Mosquera	200 – 300	45% masculino / 55% femenino
Secundaria	Calle 3 Mosquera	100 – 150	47% masculino / 53% femenino

Nota. Elaboración propia.

Conclusión general:

La zona de las vías regionales deja ver que el paso de la gente a pie es más bien escaso; lo que se une casi siempre con los viajes hacia el empleo, donde se nota una mayor presencia de hombres. Por otra parte, en los caminos menores de al lado, el movimiento de las personas es más diario: este paso tiene un aire de barrio y de tiendas. Por consiguiente, en estos puntos se halla un balance de peso entre los usuarios; de ahí que se note incluso una mayor cantidad de mujeres por la cercanía con los locales de venta y las casas de la zona.

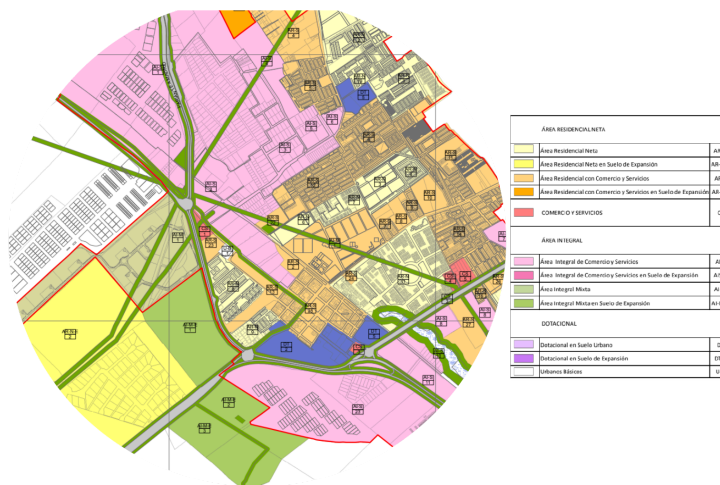
La Calle 7 se alza como el lugar con la mayor cantidad de gente a pie en todo el sector; por lo tanto, este punto es una pieza clave para la unión de los barrios y la entrada a los servicios del lugar.

Uso del suelo

Conclusión: El área de actividad del suelo se cataloga CS1 lo que determina una actividad de comercio y servicios.

Figura 20.

Plano usos del suelo.



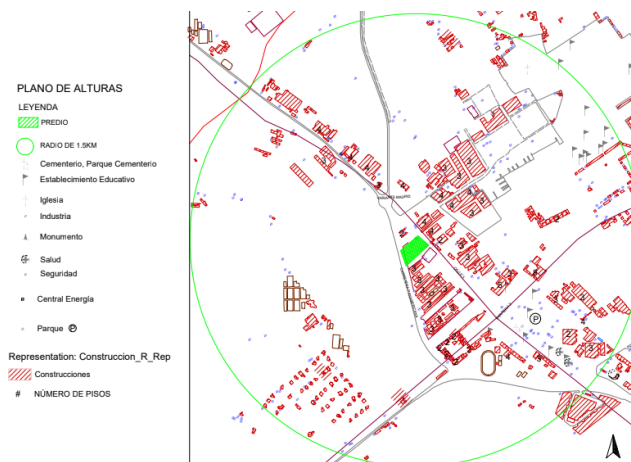
Nota. Información adaptada de la Alcaldía Municipal de Mosquera, Cundinamarca.(2013) [PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL](#).

PLANO DE ALTURAS

El análisis de los planos de altura deja ver que el lote marcado con color verde se halla dentro de un espacio de paso urbano de 1.5 km, **Figura 21**. Al propio tiempo, la zona cuenta en sus esquinas con servicios de tipo escolar, de fe, de fábricas y de salud; lo que se suma a varios barrios de casas ya fijos en el suelo. Por consiguiente, este punto de ubicación da al plan de obra un lazo correcto con las redes de la ciudad; de ahí que se asegure la entrada rápida a las ayudas del sector.

Figura 21.

Plano de alturas.

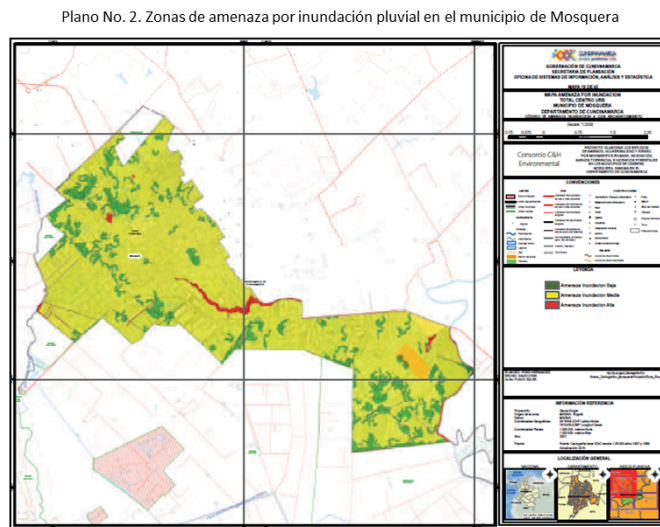


Nota. Información adaptada de la Alcaldía Municipal de Mosquera, Cundinamarca.(2013) [PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL](#).

En un orden de ideas similar, la presencia mayor de casas y edificios de pocos pisos en el barrio ayuda a cuidar el lugar. Por lo tanto, el predio mantiene un tamaño que va a la par con el paisaje de al lado; así pues, se logra una unión más limpia del nuevo plan dentro de la red de la ciudad.

Inundación pluvial.

La amenaza por pérdida de suelo ante las lluvias toca con fuerza a los lotes de la zona centro de Mosquera; lugar donde las redes del suelo muestran puntos graves por llenado de agua. Al propio tiempo, en el sector del oriente, sobre todo en la vereda San Francisco (Barrios Diamante Oriental, Occidental, Villa Cetty y El Lucero), el daño sube de nivel. Por consiguiente, esto pasa por la falta de plantas de limpieza para las aguas de desecho y de zonas aptas para el paso y salida de las lluvias; de ahí que tanto el agua de los nubarrones como los desechos de las casas caigan de forma directa en los canales de tierra de al lado. No obstante, esta acción causa el tapado de las vías por barro; lo que eleva el peligro de que el agua tape el lugar.

Figura 22.*Plano de inundación pluvial.*

Nota. Tomado de SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO AGROPECUARIO MOSQUERA. (2013). PERFIL Y AGENDA AMBIENTAL MUNICIPIO DE MOSQUERA CUNDINAMARCA. PAG 17.

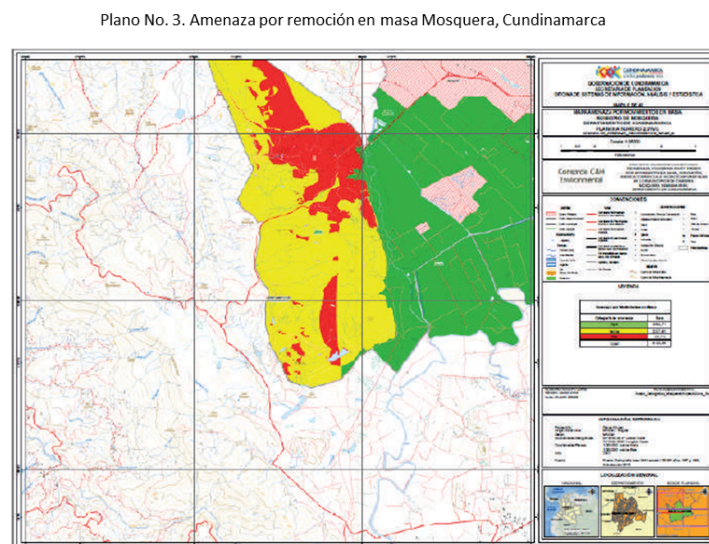
Movimiento en masa.

Las zonas de alta amenaza por movimientos en masa en el municipio están en las veredas Balsillas, principalmente en las áreas montañosas de Cerro Gordo y la formación Mondoñedo, donde hay explotación minera, **Figura 23**, así como en el centro poblado de Los Puentes. De

las 8.128,36 hectáreas en riesgo, 767,73 hectáreas se clasifican como de alta amenaza, concentradas en estas áreas.

Figura 23.

Plano de movimiento en masa.



Fuente: (Estudios de AVR, Consorcio C&H Ambiental, 2019)

Nota. Tomado de SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO AGROPECUARIO MOSQUERA. (2013). PERFIL Y AGENDA AMBIENTAL MUNICIPIO DE MOSQUERA CUNDINAMARCA. PAG 10.

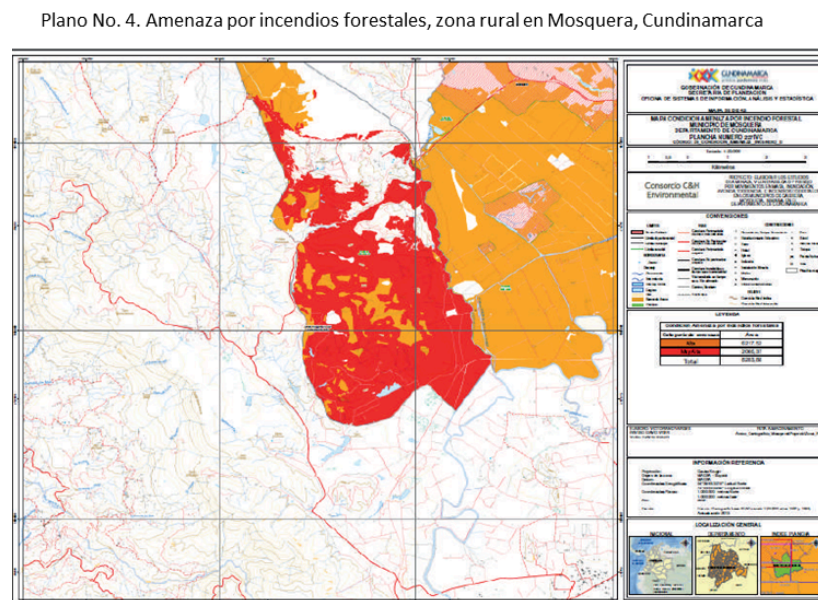
Incendios forestales

Las zonas con mayor prioridad por riesgo de incendios forestales en el municipio incluyen el sector Balsillas, específicamente en Cerro Gordo; la Vereda San José, cerca del Río

Balsillas; así como áreas dentro de la vereda Balsillas en los sectores de Laguna de la Herrera y Mondoñedo.

Figura 24.

Plano de Incendios forestales



Fuente: (Estudios de AVR, Consorcio C&H Enviromental, 2019)

Plano de movimiento en masa.

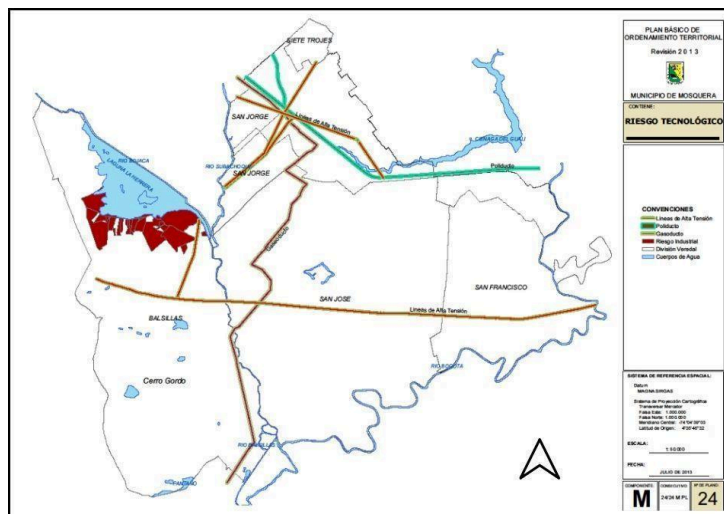
Nota. Tomado de SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO AGROPECUARIO MOSQUERA. (2013). PERFIL Y AGENDA AMBIENTAL MUNICIPIO DE MOSQUERA CUNDINAMARCA. PAG 20.

Riesgo Tecnológico

El riesgo tecnológico en el predio de implementación está principalmente presente debido a las líneas de gasoducto y las líneas de alta tensión que lo rodean, **Figura 25**, mientras que el riesgo industrial se presenta en menor proporción en el costado occidental.

Figura 25.

Plano de Riesgos tecnológicos.



Nota. Tomado de SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO AGROPECUARIO MOSQUERA. (2013). PERFIL Y AGENDA AMBIENTAL MUNICIPIO DE MOSQUERA CUNDINAMARCA. PAG 33.

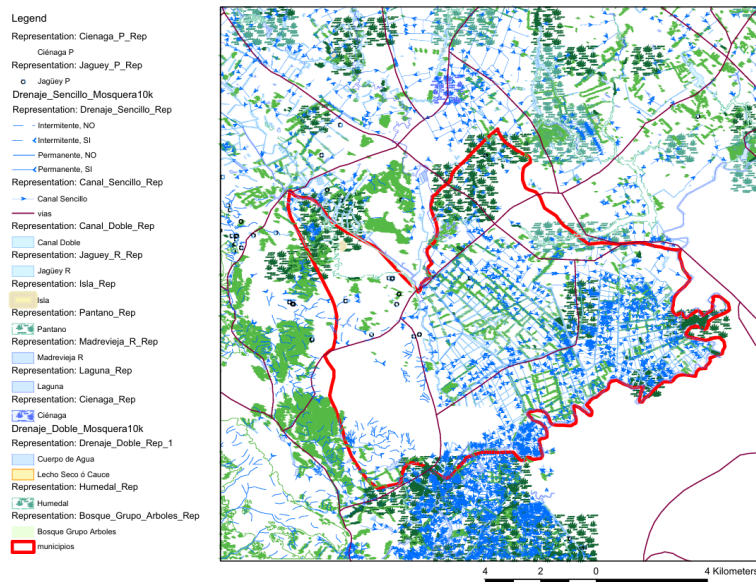
Ecológico

Ríos y cuerpos hídricos cercanos

El río Bogotá pasa por el norte del pueblo, siendo un eje de agua de gran peso, aunque sufre por la suciedad de la zona. Al mismo tiempo, existen canales de riego y de salida que se unen con las tierras de siembra y las lagunas del sector, **Figura 26**. Por consiguiente, este punto obliga a tener cuidado en el control de los desechos y de las aguas de lluvia que salgan del nuevo plan de obra.

Figura 26.

Plano de Ríos y cuerpos hídricos cercanos.



Nota. adaptado de SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO AGROPECUARIO MOSQUERA. (2013). PERFIL Y AGENDA AMBIENTAL MUNICIPIO DE MOSQUERA CUNDINAMARCA. PAG 42.

Humedales y zonas de protección

Mosquera y sus tierras forman parte de la red de lagunas de la Sabana, las cuales sirven para nivelar el paso del agua y dar hogar a los seres vivos del lugar. En un orden de ideas similar, estos espacios piden cuidar una línea de tierra para la defensa de la naturaleza; de ahí que se debían armar planes para el paso de las lluvias por el suelo con el fin de evitar daños graves en el entorno.

Vegetación y suelos

El lote cuenta con plantas de borde urbano y de campo, tales como pastos, siembras y algunos grupos de árboles nativos que aún quedan en pie. Por otra parte, los suelos son en su mayoría de uso para la agricultura por su alta fuerza para dar vida. No obstante lo cual, la llegada de las casas obliga a tomar medidas para pagar el daño a la tierra por medio de la siembra de nuevos árboles.

Condiciones de riesgo ambiental

El lote se halla en un espacio de peligro bajo, lo que resulta muy bueno para el plan de construcción. A su vez, la zona pide un control sobre las subidas de agua locales en los días de

tormenta por la cercanía de los hilos de agua vecinos. Por lo tanto, la forma del predio da puntos viables para armar la obra, siempre que se sume un cuidado que busque:

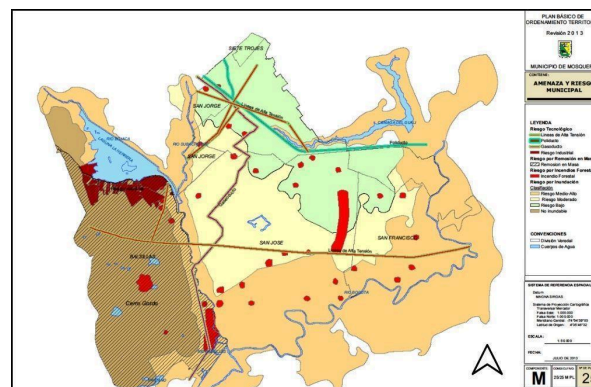
- El paso correcto de las lluvias y desechos para no dañar los ríos y lagunas.
- El uso de muros verdes o caminos de plantas que cuiden la vida del lugar.
- Planes para devolver la vegetación y cuidar el suelo de siembra.
- El respeto a la red de agua de la Sabana dentro del plano de las casas.

AMENAZAS Y RIESGOS DEL MUNICIPIO

El espacio de ubicación del plan de obra se halla en una zona de peligro bajo; lo que ayuda a su éxito y cuidado frente a los daños de la tierra o del hombre. Bajo esta perspectiva, dicha forma del suelo deja hacer las tareas de construcción con menos cambios en el terreno. No obstante lo cual, se pide poner redes de salida y control para el agua de los nubarrones; el fin es hacer más fuerte el cuidado y la vida del edificio a lo largo del tiempo, ver **Figura 27**.

Figura 27.

Plano de amenazas y riesgos cercanos.



Nota. Tomado de SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO AGROPECUARIO MOSQUERA. (2013). PERFIL Y AGENDA AMBIENTAL MUNICIPIO DE MOSQUERA CUNDINAMARCA. PAG 51.

En Mosquera, el peligro por subida de los ríos se junta en los campos vecinos al Río Subachoque, lugar donde el agua se queda un tiempo antes de caer en la Laguna de la Herrera; por consiguiente, esto causa pozos y desbordes en la tierra. Por otra parte, el daño por las lluvias toca a la zona de las casas, sobre todo en la vereda San Francisco y sus barrios, debido al llenado de las redes del suelo y la falta de plantas de limpieza. A causa de esto, se sufre el tapado de las vías por barro y la entrada del agua en los cuartos.

En un orden de ideas, las veredas Balsillas, Cerro Gordo, Mondoñedo y el pueblo de Los Puentes muestran un alto peligro por la caída de piedras y tierra de los cerros; hecho que se une de forma directa a las montañas del sector y al trabajo de las minas. Finalmente, el riesgo de fuegos en los árboles se vigila en las zonas de Balsillas, Cerro Gordo, Vereda San José y los campos de la Laguna de la Herrera y Mondoñedo; de ahí que se note un cruce de peligros que pide un control total para ordenar y cuidar las tierras del municipio.

Figura 28.*Vulnerabilidad territorial.*

Vulnerabilidad Territorial – Mosquera, Cundinamarca		
Dimensión	Descripción específica	Sectores críticos identificados
Física	Infraestructura expuesta en zonas de amenaza alta, sin sistemas adecuados de drenaje o protección estructural.	Barrios del casco urbano, vereda San Francisco, sectores cercanos al Río Subachoque.
Social	Alta proporción de población en estratos 1 y 2, con limitada capacidad de respuesta ante emergencias. Alta prevalencia de hogares con jefatura femenina, hacinamiento y bajo nivel educativo.	Barrios Diamante Oriental, Occidental, Villa Cetty, El Lucero; población vulnerable en zonas periurbanas.
Clinica	Presencia significativa de comorbilidades como hipertensión, diabetes y enfermedades respiratorias en población diagnosticada con COVID-19. Esto incrementa la vulnerabilidad ante eventos sanitarios y ambientales.	Adultos mayores y personas con enfermedades crónicas en zonas de alta densidad poblacional.
Ambiental	Presión sobre ecosistemas estratégicos por urbanización y vertimientos sin tratamiento.	Humedal Laguna de la Herrera, sectores de Mondoñedo y Cerro Gordo.
Institucional	Débil cobertura de PTAR y limitada gestión local para mitigación y adaptación al riesgo.	Sector oriental del municipio, zonas sin infraestructura de tratamiento y evacuación de aguas.

Nota. Adaptada en *Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2016)*

La debilidad de las tierras en Mosquera se deja ver en varios puntos de peso: el lado físico muestra redes expuestas en zonas de peligro sin el cuidado correcto; al propio tiempo, el lado de la gente deja ver una gran cantidad de personas en estratos bajos y en cuartos con

poco espacio para vivir. Por consiguiente, el punto médico es un factor grave debido a que reinan males del cuerpo que elevan el daño ante crisis de la salud como el COVID-19. Por otra parte, la cara de la naturaleza sufre por la fuerza del hombre sobre los ecosistemas clave del sector; lo que daña el balance de la vida local.

En un orden de ideas similar, la parte de las oficinas del pueblo deja ver fallas en el control y la limpieza de las aguas de desecho de las casas. A causa de esto, todos estos puntos juntos piden un plan total para ordenar las tierras y vigilar los peligros en el municipio; de ahí que se deba trabajar con cuidado para blindar el suelo de Mosquera.

Planteamiento y propuesta de diseño

Se planea una entrada para carros por medio de la Carretera Panamericana; vía que se une hacia el sur con la ciudad de Bogotá y hacia el norte con los pueblos de Madrid, Facatativá y demás zonas de la Sabana Occidente. Por el lado del oriente, se diseña un paso de ayuda desde la Calle 03. Por consiguiente, este camino permite un lazo directo con el centro viejo de Mosquera; de ahí que se logre una mejor unión entre el nuevo edificio y las calles principales del sector.

Figura 29.

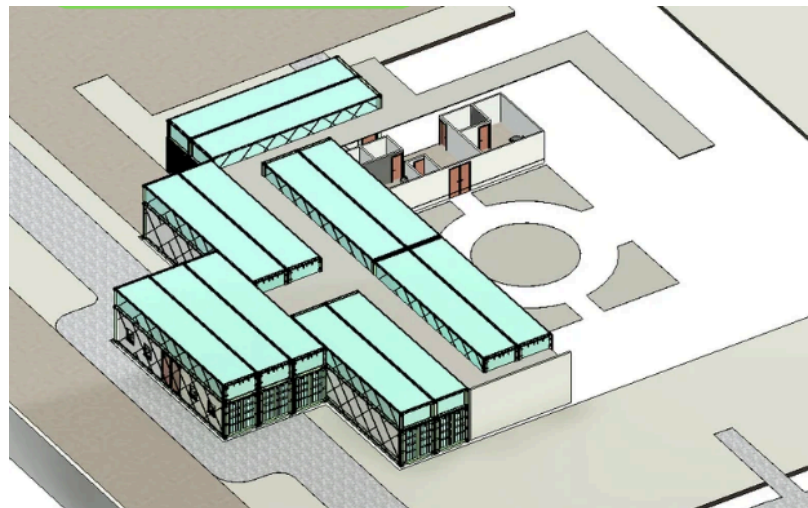
Plano de implantación del proyecto.



Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

Figura 30.

3D modelo arquitectónico Hospital SAMAR.

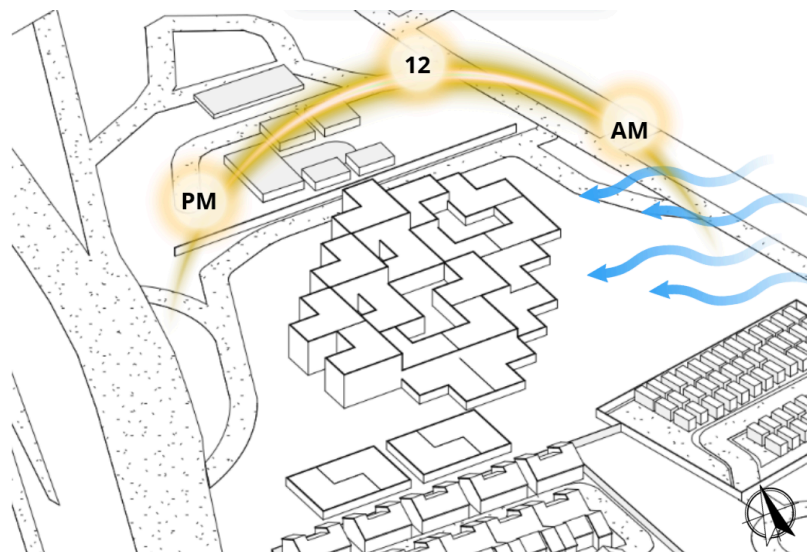


Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

El diseño se amolda al lote por medio de una forma por gradas; la cual se ubica de lado en el suelo y crece desde el sur hacia el norte. Bajo esta perspectiva, el fin de esta decisión consiste en ganar la mayor cantidad de luz del sol en las horas de la tarde desde el lado del occidente, ver **Figura 31** . Al mismo tiempo, se busca asegurar un paso correcto de aire limpio a través de las paredes del oriente; zona que se abre y se parte en niveles por medio de un plan pensado.

Figura 31.

Bioclimática del proyecto.



Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

En el lado del sur se planea la puesta de bloques armados en taller; cuartos que se dejan listos para recibir los males de la salud en los días de peligro del mañana. Por

consiguiente, estos sitios se idean con pautas de cambio; lo que deja unir y mover las piezas según las tareas del día. No obstante lo cual, esta acción se toma con la meta de asegurar una cura más veloz y oportuna ante los momentos de crisis en el pueblo.

Sustentabilidad ambiental, social y económica

Este concepto se entiende como la fuerza de un orden para durar en los años cubriendo los deseos del hoy sin dañar el mañana de los hijos. Bajo esta perspectiva, la noción se divide en tres partes de gran peso; al propio tiempo, se sabe que “el desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland, 1987, p. 41). Por consiguiente, la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2015) explica que la meta pide unir las caras del entorno, la gente y el dinero en el crecimiento del mundo; de modo que se fijan los siguientes puntos:

- Ambiental: el cuidado de los bienes de la tierra, bajando el daño y la suciedad en el suelo.
- Social: asegurar una buena vida, justicia y entrada libre a los servicios de base de la gente.
- Económica: bases firmes de dinero en el tiempo largo, mejorando los bienes y pagos de obra.

Aplicación al Hospital SAMAR

En un orden de ideas similar, el centro de salud por piezas baja los desechos al usar partes hechas en talleres y redes que sirven muchas veces: este plan suma el lazo con lo vivo y el aire del día; de ahí que caiga el golpe malo sobre el suelo del pueblo. A causa de esto, mejora el servicio médico para la gente con fallas en los riñones en Mosquera y zonas vecinas; lo que asegura un trato justo en tierras que tienen pocos centros de ayuda. No obstante lo cual, el modelo por bloques recorta los tiempos y los costos de construcción: este hecho ayuda a un crecimiento por pasos; así pues, se logra dar un uso más limpio a los fondos públicos y privados del sector.

Este plan se hace de tal modo porque una clínica por piezas debe durar activa en los años y no solo servir como una salida rápida ante el peligro del momento. Por lo tanto, se busca alzar una red fuerte que cuide los bienes de la tierra, dé auxilio a los pueblos con carencias y resulte viable en el plano del dinero.

Eficiencia energética

Este camino consiste en bajar el gasto de luz y calor cuidando o mejorando el confort y la marcha de un edificio por medio de nuevas redes, planos naturales y fuerzas limpias. Por otra parte, se afirma que “la eficiencia energética significa usar menos energía para brindar el mismo servicio, reduciendo el consumo sin sacrificar confort o productividad” (International Energy Agency [IEA], 2014, p. 7). Del mismo modo, el Programa de las Naciones Unidas para

el Medio Ambiente [UNEP] (2017) ve en este punto un pilar base para bajar los gases malos y dar más vida a las redes de las ciudades.

Aplicación al Hospital SAMAR

Uso de planos naturales por medio de corrientes de aire, luz solar y materias que tapan el frío para dar confort a los enfermos.

Puesta de fuerza solar por paneles con el fin de sostener las líneas eléctricas críticas: esto cuida los equipos médicos, bombas de agua y luces de emergencia.

Suma de redes de control inteligente que vigilen el gasto de luz en el aire, las lámparas y el agua del predio.

En resumidas cuentas, esta idea se aplica debido a que en una clínica el gasto de energía es alto y no para por el uso de las máquinas de diálisis y los equipos que salvan vidas. Por añadidura, usar bien la fuerza de la luz permite bajar los costos de la obra, asegurar el trabajo en días malos con una menor sumisión a las redes de la calle y disminuir el daño al aire.

Sostenibilidad ambiental, social y económica

Este punto es más grande que el anterior, ya que busca crear un balance que dure en los años entre el entorno, la gente y el dinero, uniendo estas caras en el plano y marcha del proyecto. A su vez, se piensa que “la sostenibilidad implica la integración de lo ambiental, lo social y lo económico, no como dimensiones separadas, sino como un sistema interdependiente” (Sachs, 1999, p. 25). De resultas de ello, la Comisión Mundial sobre Medio

Ambiente y Desarrollo [WCED] (1987) dice que la meta busca cuidar la vida de las redes de la tierra y de los hombres a largo plazo; dividiéndose en tres lados:

Ambiental: respeto a los topes de la naturaleza y el uso circular de las materias de construcción.

Social: unión de todos, entrada sin barreras y mejora de la salud y la alegría del cuerpo.

Económica: fondos puestos con cabeza que aseguren ganancias de peso en los años del mañana.

Aplicación al Hospital SAMAR

Para finalizar, la modularidad deja cambiar de sitio y dar un nuevo uso a las piezas del edificio; lo que causa un menor golpe en el suelo y en los bienes del entorno. En consecuencia, la entrada libre en Mosquera y la Sabana Occidente frena la diferencia en la ayuda médica de la región; de ahí que se tenga un modelo que se puede copiar en otros estados para mejorar los fondos sin pagos de más. En resumidas cuentas, no se busca solo levantar rápido una clínica, sino asegurar que esta red sea fuerte, útil y justa en el tiempo; por consiguiente, se hace más robusto el sistema de salud y se ayuda al cumplimiento de los ODS (3, 9, 11 y 1).

Tabla 8.

Afectaciones climáticas potenciales en Mosquera, Cundinamarca.

Tipo de amenaza	Datos / Proyecciones	Probabilidades / Porcentajes estimados (cuando hay)
Variación de temperatura (aumento de temperatura promedio)	Según IDEAM, Colombia proyecta un aumento de entre 1 y 4 °C hacia finales de siglo (2070-2090) respecto al período 1961-1990. (IDEAM, s. f.).	No hay dato específico sólo para Mosquera; podría estar cerca de la media nacional (por ejemplo aumentó ~1,5-2 °C para mitad de siglo bajo escenarios moderados)
Variaciones en precipitación (más lluvias, más intensas, temporadas más marcadas, lluvias extremas)	La Gobernación de Cundinamarca (2023) informó que se proyecta una “variación significativa (entre el 15-30 %) en la precipitación para el período 2070-2090” respecto al mismo período base. Entre marzo-mayo recientes, IDEAM advierte incrementos de lluvias del 40-60 % en algunos municipios de Cundinamarca.	Alta probabilidad de lluvias más intensas en temporadas de invierno, mayor frecuencia de tormentas.

Reducción de oferta hídrica	Estudio sobre la cuenca del río Bogotá: para finales de siglo, se prevé una disminución aproximada de 13.8 % en la oferta hídrica para 46 municipios incluyendo Mosquera, el Dorado Radio (2023)	Moderadamente probable: sequías más frecuentes y periodos secos más pronunciados pueden reducir la disponibilidad de agua para uso hospitalario.
Fenómenos extremos como inundaciones, deslizamientos, crecientes súbitas	Cundinamarca ha registrado, en los últimos 30 años (1985-2015): ~700 eventos de inundaciones, ~472 de deslizamientos. (Gobernación de Cundinamarca) Además, temporada de lluvias reciente con posibilidad de inundaciones significativas, el Dorado Radio (2023)	Muy alta probabilidad de inundaciones locales o acumulaciones de agua, especialmente si drenaje o infraestructura pluvial no está bien dimensionada. Deslizamientos sí predio cercano a laderas o suelo degradado.
Incendios, proliferación de vectores	La Gobernación de Cundinamarca (2019) señala incremento de vectores por variabilidad climática; incendios forestales, sequías en algunas zonas	Probable en temporadas secas, zonas vegetadas cercanas; riesgo para salud, pero moderado si se planifica bien el entorno verde.

	de Mosquera. (Gobernación de Cundinamarca)	
--	--	--

Nota. Elaboración propia.

Cómo afectan estas amenazas al Hospital SAMAR (posibles consecuencias)

- Disponibilidad de agua: Esta variable mide el peligro si la oferta de agua se reduce en el predio; de acuerdo con los datos, se estima una caída del -13.8 % hacia el fin de siglo. Bajo esta perspectiva, bajo este escenario podría haber gran dificultad para garantizar agua suficiente para las tareas de diálisis, limpieza, esterilización, servicios sanitarios y consumo. Por consiguiente, se necesita planificar con tiempo la creación de reservas, redes de captación, tanques de almacenamiento y planes de eficiencia en el uso del agua; de ahí que la obra deba cuidar este recurso desde su base.
- Infraestructura de drenaje: Las lluvias intensas y las temporadas de nubarrones más marcadas pueden causar inundaciones si el terreno no cuenta con un buen drenaje. Al propio tiempo, se requiere el uso de sistemas de evacuación de aguas de lluvia adecuados, pendientes marcadas en el suelo y un alcantarillado pluvial robusto. En un orden de ideas similar, el nuevo hospital debe estar elevado sobre el nivel de la calle, tener un buen drenaje externo e interno; así pues, se va a evitar la entrada de agua en los sótanos, vías de accesos y zonas de servicios críticos.
- Temperatura elevada: El aumento de la temperatura media de la región genera una fuerte presión sobre los sistemas de aire de las salas. No obstante lo cual, este cambio

físico causa un mayor consumo de energía eléctrica, incomodidad térmica para los enfermos y posibles riesgos en el uso de equipos biomédicos sensibles al calor. A causa de esto, se necesitará la puesta de aislamiento térmico en las paredes, canales de ventilación natural, zonas de sombras y materiales de construcción que no absorban mucho calor del sol.

- Fenómenos extremos y seguridad: Las tormentas fuertes, crecidas de canales o inundaciones súbitas del suelo pueden afectar de forma grave las vías de acceso al hospital. Por otra parte, estos hechos ponen obstáculos para el paso de las ambulancias, el traslado del personal médico y el suministro diario de insumos de salud. A su vez, se deben prever los daños estructurales en los techos por la fuerza del viento, las lluvias intensas y las subidas del nivel del agua en el sector.
- Salud pública asociada a vectores: Con la subida del calor y la humedad en el aire del pueblo, pueden aumentar los mosquitos u otros seres que llevan virus; por lo tanto, el peligro crece para los pacientes renales debido a que tienen defensas más bajas y sufren un mayor riesgo de infecciones. De resultas de ello, el diseño de los planos debe considerar el control de plagas, vigilar las buenas condiciones sanitarias de los cuartos; en consecuencia, se tiene que evitar la acumulación de agua estancada en los patios del edificio.

Aplicaciones concretas al proyecto y mitigaciones

Para que el Hospital SAMAR esté preparado ante estas amenazas, es importante incorporar medidas como:

- Redes de captación pluvial: Puesta en marcha de sistemas para recoger y guardar el agua de los nubarrones en tanques; el fin es cubrir los usos menos críticos o dar apoyo en los días de emergencia en el predio.
- Depósitos de agua potable: Creación de grandes reservas con el objeto de cubrir momentos de falta del recurso en el pueblo; por consiguiente, se asegura la marcha de la clínica si se corta el servicio de la calle.
- Drenaje pluvial robusto: Apertura de canales, zanjas de paso y pendientes adecuadas en el suelo, sumando capas para impermeabilizar; de ahí que el uso de suelos permeables alrededor baje el riesgo de inundación.
- Diseño pasivo térmico: Uso de un buen aislamiento en las paredes, fachadas ventiladas y techos que no guarden el calor del sol; al propio tiempo, se requiere la siembra de árboles para dar sombra y refrescar el aire.
- Fuerza de luz de respaldo: Puesta de motores de luz, baterías grandes y paneles de energía solar; lo que sirve para cuidar los servicios críticos si la red de la calle sufre daños por tormentas o vientos fuertes.
- Ubicación segura del edificio: Elección de un lote con altura suficiente sobre el nivel de la calle; en un orden de ideas similar, se tiene que evitar parar la obra en lechos de quebradas o lomas con pendientes problemáticas.

- Planes de contingencia activos: Armado de protocolos para las épocas de lluvias intensas por medio de un personal capacitado; así pues, se asegura el acceso libre de las ambulancias y la salida rápida de la gente.

Figura 32.

Indicadores de sustentabilidad del Hospital SAMAR

INDICADORES PARA LA VALORACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD				
Categoría	Indicador	Aplicación en el proyecto	% de incidencia	
Lugar	Condición climática: vientos, asoleación y temperatura	La orientación diagonal sur-norte y fachada este escalonada optimizan la captación solar y ventilación cruzada.	90%	
	Proximidad a servicios públicos	El predio cuenta con acceso a acueducto, energía y vías, facilitando la operación sanitaria.	85%	
	Proximidad a transporte público	Conexión por Calle 03 y Panamericana garantiza accesibilidad para usuarios y personal médico.	80%	
Forma y diseño	Orientación del edificio en referencia a la asoleación	La orientación favorece eficiencia energética pasiva en áreas de consulta y espera.	88%	
	Orientación del edificio en referencia a la ventilación	La apertura hacia el oriente permite ventilación natural, mejorando confort térmico.	85%	
	Incorporación de aleros y sistemas de proyección	Posible integración de aleros modulares para control solar y protección climática.	70%	
Vegetación	Incorpora especies de bajo mantenimiento y consumo	Ideal para perímetros y zonas de transición, reduciendo consumo hídrico y como barrera natural para la reducción de la velocidad del viento.	65%	
	Vegetación para sombras	Árboles estratégicos en zonas de espera y circulación mejoran confort térmico y implementación del diseño biofílico.	60%	
Materiales y recursos	Utilización de materiales de manufactura local	Favorece economía regional y reduce huella de carbono por transporte.	75%	
	Utilización de materiales de máxima durabilidad	Clave para módulos sanitarios que requieren resistencia y bajo mantenimiento.	80%	
Agua	Estrategias para captación de aguas lluvia	Posible integración en módulos externos para riego o limpieza.	60%	
Energía	Aprovechamiento de luz natural	Diseño escalonado y orientación permiten iluminación natural en áreas clave.	70%	
Transporte	Sistemas de movilidad sustentable	Espacios para bicicletas y señalización peatonal segura.	55%	
Entorno	Acceso universal	Fundamental para atención inclusiva, especialmente en emergencias sanitarias para todo tipo de usuario.	90%	
	Asegura reducción de contaminantes atmosféricos	Uso de ventilación cruzada, vegetación estratégica y materiales no tóxicos contribuyen a mejorar la calidad del aire.	92%	

Nota. Adaptado de Indicadores tomados de *Romano Pamies Carla; Alías Herminia*

María; Jacobo Guillermo José (2018) INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN EL

ESPACIO PÚBLICO. DE HESEP – CORFO – UNIVERSIDAD BIO BIO - CHILE

DIPLOMADO BIM

MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD

1.1 EJE TEMÁTICO 1: Introducción al BIM

La metodología Building Information Modeling (BIM) representa la evolución tecnológica y operativa desde los sistemas tradicionales y el diseño en planos hacia un esquema de trabajo integral. Según se observa en la figura , el objetivo central del BIM es la creación y gestión de un modelo digital único que permita centralizar la información de un proyecto. Este enfoque colaborativo integra a todos los agentes involucrados en el ciclo de vida de la edificación, superando la fragmentación de los métodos convencionales para establecer una metodología de trabajo basada en la creación compartida de valor (Azhar et al., 2017).

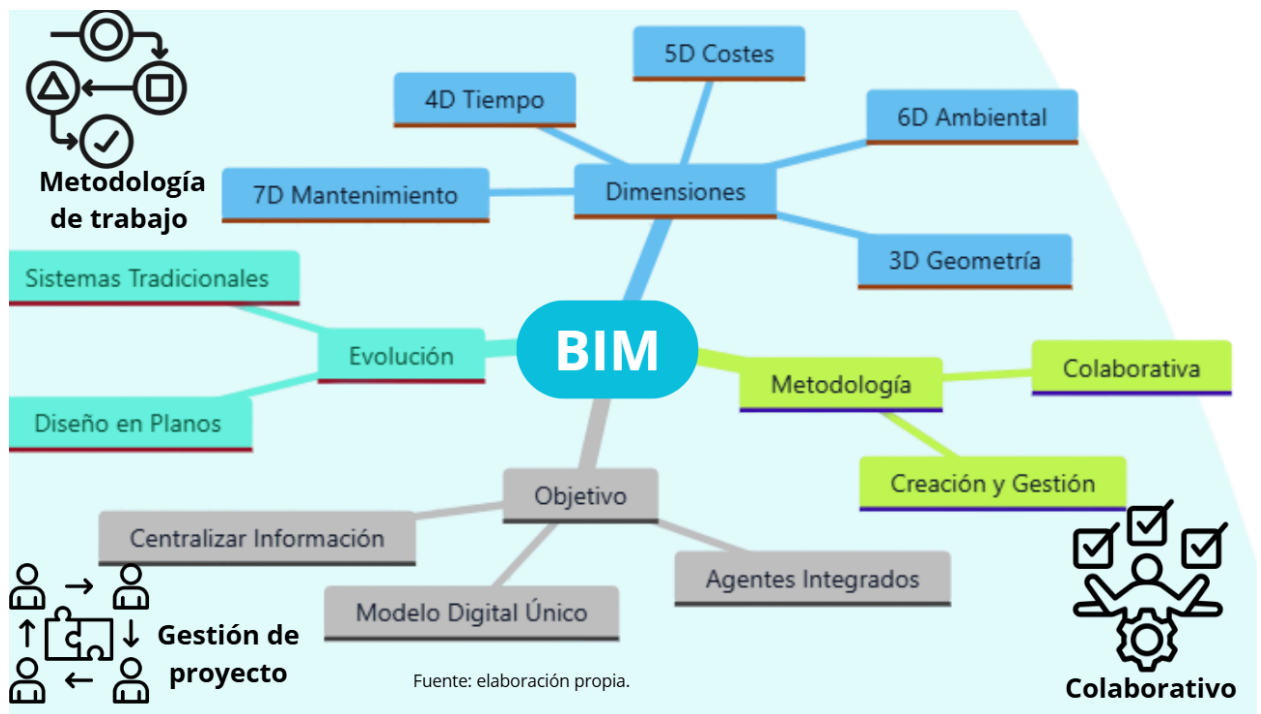
Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo basado en la gestión de proyectos en modelos digitales en tres dimensiones, permitiendo hacer los procesos constructivos de una forma virtual antes de llevarlos a cabo.

El sistema Building Information Modeling (BIM) muestra el cambio técnico y operativo desde los planos antiguos hacia una forma de trabajo completa. Al propio tiempo, tal como indica la **figura 33**; el fin principal de esta idea es hacer y controlar una sola base digital: esto ayuda a reunir los datos de la obra. Por consiguiente, este plan de unión junta a las personas

que participan en la vida del edificio; no obstante lo cual, deja atrás la separación del pasado con el objeto de lograr un beneficio mutuo (Azhar et al., 2017). Por añadidura, la estrategia se basa en guiar el plan mediante figuras electrónicas en tres dimensiones; de ahí que resulte posible realizar las tareas de construcción de manera interactiva antes de su ejecución real en el sitio.

Figura 33.

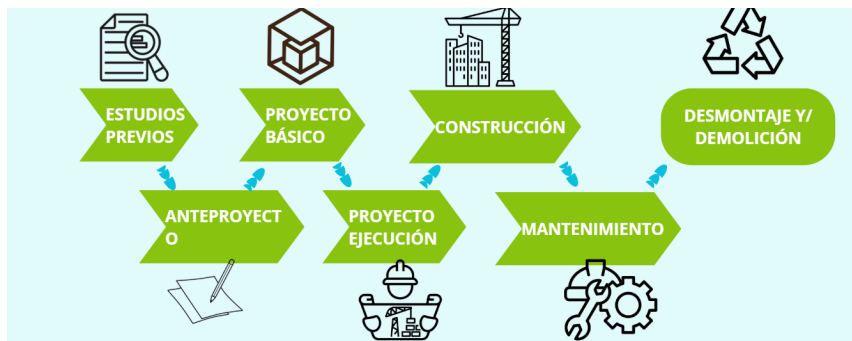
Infografía metodología BIM.



Nota. Elaboración propia.

Figura 34.

Ciclos de vida de un proyecto.



Nota. Elaboración propia.

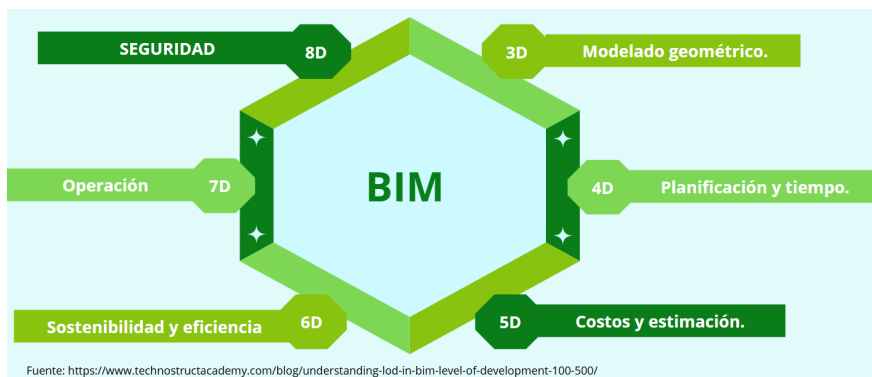
Dimensiones del BIM

Las etapas del sistema BIM muestran los diferentes niveles de datos que se suman poco a poco a un dibujo electrónico: esto permite un manejo profundo de la obra. En un orden de ideas similar, según se expone en la Ilustración 3; este camino de cambio inicia con el nivel 3D, el cual fija la forma física de los elementos. Por lo tanto, a esta base se unen el nivel 4D, usado para ver el tiempo de las tareas, y el nivel 5D; en consecuencia, se logra hacer un control del dinero y de las cantidades (Eastman et al., 2018; Smith, 2020). Aparte de esto, más allá de la construcción, el plan incluye niveles que buscan cuidar el bien: la Ilustración 3 enseña que el

nivel 6D mira la energía. Del mismo modo, el nivel 7D ayuda a realizar el mantenimiento continuo de la estructura; en resumidas cuentas, el sistema llega a su punto más alto con el nivel 8D. Esta última parte une el cuidado laboral desde el inicio del diseño; así pues, esto sirve para tener un espacio de trabajo seguro (Vikas & Quadir, 2021).

Figura 35.

Las dimensiones BIM.

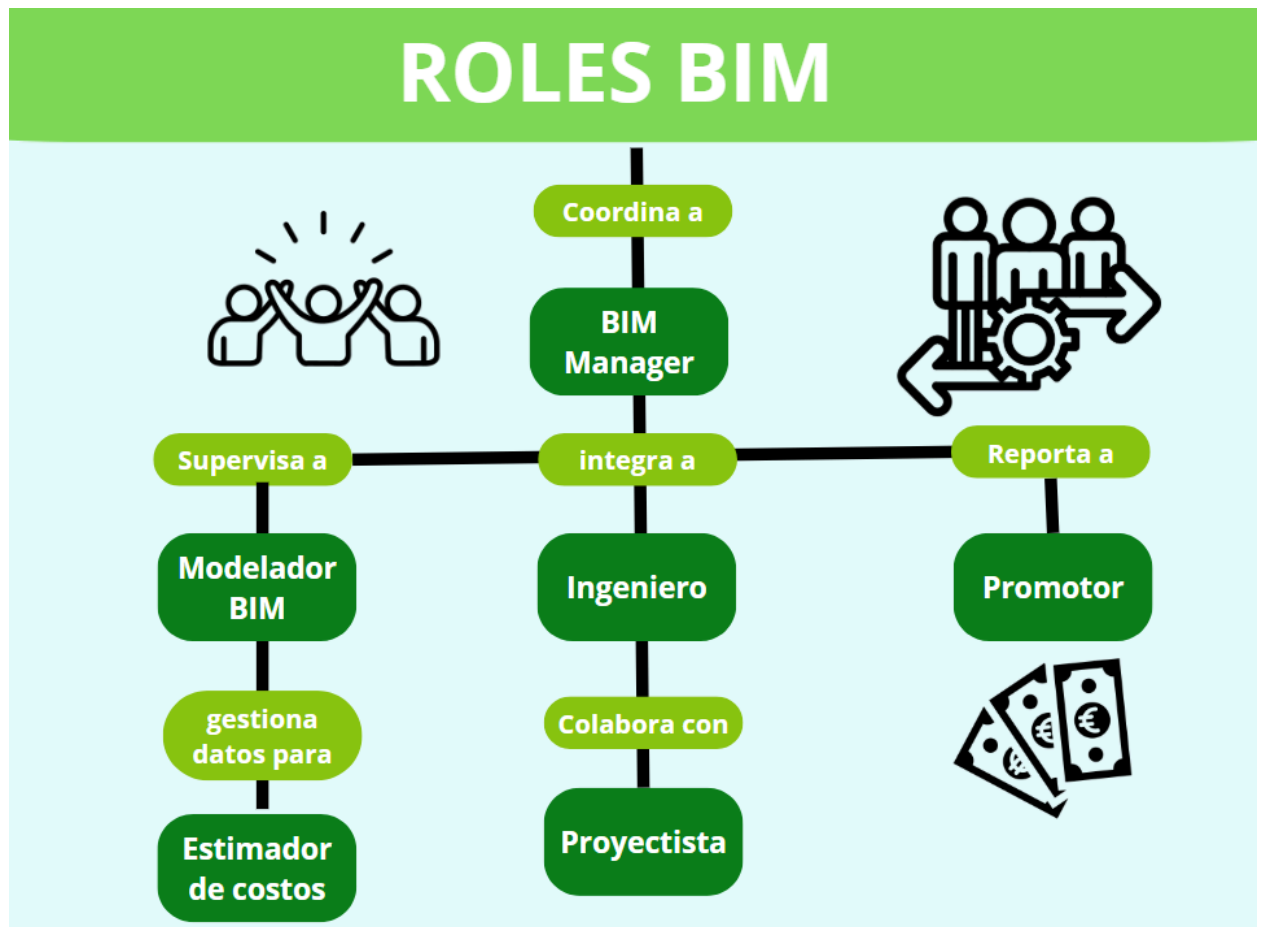


Nota. Adaptado de TechnoStruct Academy. (2025). Understanding LOD in BIM: Level of development 100-500.

<https://www.technostructacademy.com/blog/understanding-lod-in-bim-level-of-development-100-500/>

Roles BIM

El uso de este plan exige cambiar las tareas de siempre: se deben crear puestos fijos para cuidar los datos. A causa de esto, tal como indica la Ilustración 4; el Gestor BIM pasa a ser el centro del grupo. Él debe unir a los técnicos; al mismo tiempo, tiene la obligación de dar cuentas al cliente. Su labor es hacer cumplir las reglas del proyecto; con el fin de lograr esto, él debe observar que todos trabajen bien en conjunto (ISO, 2018; Succar, 2019). Por otra parte, en este espacio común, los datos se mueven en varias direcciones: la Ilustración 4 muestra este orden interno ver Figura 36. El encargado principal observa al dibujante digital; el cual, de modo complementario, organiza la información para el encargado del dinero, dando datos exactos de los materiales. Aun así, el camino incluye al ingeniero, quien trabaja junto al diseñador; con todo, ambos cambian las ideas en opciones reales. Esta organización hace que la figura electrónica no sea solo una imagen simple; de ahí que constituya un apoyo seguro para tomar decisiones (Eastman et al., 2018).

Figura 36.*Roles BIM.*

Nota. Elaboración propia basado en Eduardo Sebastian Alvarez Ormachea, 2022

Tabla 9.*Roles BIM.***3.1 ROLES**

Profesión	Rol BIM	Definición del Rol BIM
Arquitectura	Modelador arquitectura	Responsable de modelar la volumetría, distribución de áreas de atención renal y cumplimiento de la normativa de salud, asegurando la modularidad del sistema.
Ingeniería Civil / Estructural	Coordinador Estructural BIM	Encargado de coordinar el diseño de la estructura modular con el modelo arquitectónico, validando la estabilidad y los soportes para los módulos.
Ingeniería (Hidrosanitario) MEP	Especialista BIM de Redes	Responsable del modelado detallado de las redes de agua tratada para diálisis y gases

Nota. Elaboración propia.**LOD**

La idea del LOD es clave para lograr un diálogo claro en el equipo: fija el nivel de detalle de las partes del diseño. Tal como enseña la Ilustración 5; este sistema sirve como una regla de avance que ayuda a saber si los datos son seguros antes de comprar los materiales. Bajo esta perspectiva, este avance permite que el proyecto cambie de forma correcta; por consiguiente, el dibujo se adapta según el tiempo de la obra (BIM Forum, 2020). A su vez, los pasos mostrados en la Ilustración 5 exponen un camino fijo: este inicia con el nivel 100 y va hacia formas más completas. Los niveles 200 y 300 miran el diseño inicial; en contraste con esto, el nivel 400 llega al punto de creación real, dando datos exactos para construir ver Figura 37. Por

último, el nivel 500 muestra la realidad terminada; de resultados de ello, reúne información real que sirve para cuidar el edificio en el futuro (Eastman et al., 2018; Latiffi et al., 2015).

Figura 37.

Infografía de LOD (niveles de detalle)



Nota: Tomado de TechnoStruct Academy. (2024, December 4). Understanding LOD in BIM | Level of development 100–500.

<https://www.technostructacademy.com/blog/understanding-lod-in-bim-level-of-development-100-500/>

LOI

El Level of Information (LOI) es la parte no visible de los elementos en el dibujo: representa el fondo de los datos técnicos de cada pieza. Según se ve en la Ilustración 6; este nivel muestra rasgos que no cambian por la imagen, por ejemplo, la energía o los materiales del proyecto. En programas de diseño; del mismo modo, estos datos se organizan en las opciones de tipo. Esto permite que el modelo funcione como una gran base de datos ordenada (Sacks et al., 2018). De igual manera, el valor de este nivel se encuentra en su fuerza para ayudar a las etapas más altas; en efecto, ayuda de forma directa al control del dinero y al cuidado de la obra. Con el propósito de organizar el trabajo de forma automática, la **Figura 38** enseña que poner datos técnicos ayuda a saber el rendimiento. Tal como indica la regla ISO 19650 (2018); el buen manejo de estos datos es vital para cumplir los acuerdos, logrando que cada persona reciba lo que necesita sin llenar el espacio con datos vacíos.

Figura 38.

Cuadro de parámetros de tipo Autodesk Revit (LOI)

Parámetros de tipo		
Parámetro	Valor	
Eléctrico - Cargas		
VoltageMax	240.00 V	
Voltage	220.00 V	
Total Load	31.00 W	
Lamp Wattage	28.00 W	
FrequencyMax	60.00 Hz	
Frequency	50.00 Hz	
Potencia aparente	0.00 VA	
Cotas		
Width	0.1000	
Suspension Length	3.5000	
LumWidth	0.0670	
LumLength	1.0600	
Length	1.2000	
Height	0.0800	
Distance Between Suspensions	1.0000	

Nota. Tomado de Autodesk. (2025). Revit 2025 [Software].

Niveles BIM

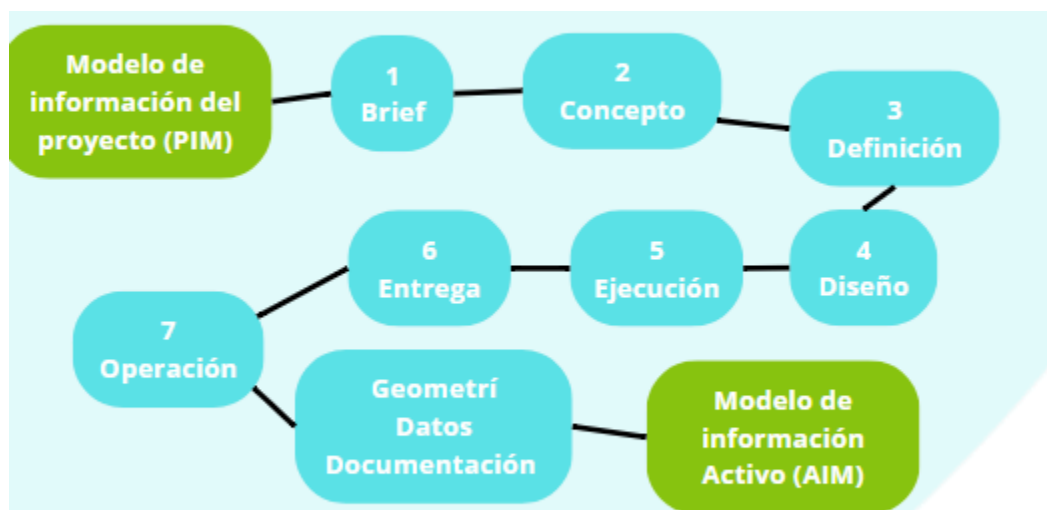
El control de datos en el plan BIM se organiza en dos grandes depósitos; estos cambian según avanza el tiempo de vida del edificio. Al propio tiempo, tal como enseña la Ilustración 8: el camino arranca con el Modelo de Información del Proyecto (PIM). Por consiguiente, este se hace en seis pasos principales: desde el resumen inicial y la idea, pasando por el diseño, hasta la construcción y el envío final. No obstante lo cual, según indica la regla ISO 19650 (2018); el PIM es el sitio móvil donde se crea el material técnico y los datos para hacer la obra.

Al terminar la edificación, el dibujo vive un cambio importante hacia la etapa de uso. En un orden de ideas similar, según la Ilustración 8; en este momento el PIM pasa a ser el Modelo

de Información del Activo (AIM) ver **Figura 39**. Por lo tanto, este nuevo depósito une las formas reales, los datos técnicos nuevos y los papeles terminados: sirve como la base principal para el cuidado a largo plazo. De resultados de ello, tal como exponen Sacks et al. (2018); este paso garantiza que el valor de los datos no se pierda. Con el objeto de mejorar el dinero gastado, los datos se usan en su tiempo de provecho.

Figura 39.

Infografía de niveles BIM.



Nota. Adaptado de TechnoStruct Academy. (2025, abril 6). LOD, LOI, LOA, LOIN & LOG: Essential BIM concepts explained.

<https://www.qebimservices.co.uk/blog/understanding-lod-loi-loa-loin-log-key-bim-concepts-explained/>

Tabla 10.

Niveles de información requeridos.

Entidad o elemento a modelar	Nivel de información ²	Descripción	Formato de intercambio
Elementos civiles	LOD (200) LOI (A,B,C,D y K)	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos civiles que conforman el diseño.	RVT y IFC
Estructuras Especiales	LOD (200) LOI (A,B,C,D y K)	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos especiales que conforman el diseño.	RVT y IFC
Distribución y Tuberías MEP	LOD (300) LOI (A,B,C,D y K)	Información detallada de la geometría, dimensiones, trazado, ubicación espacial, niveles, conexiones y orientación de los sistemas MEP (mecánicos, eléctricos y de plomería), incluyendo interferencias básicas, especificaciones técnicas y datos necesarios para su correcta coordinación, montaje e instalación en obra.	RVT, IFC y NWC

Nota. Elaboración propia.

Usos BIM Fases del Proyecto BIM

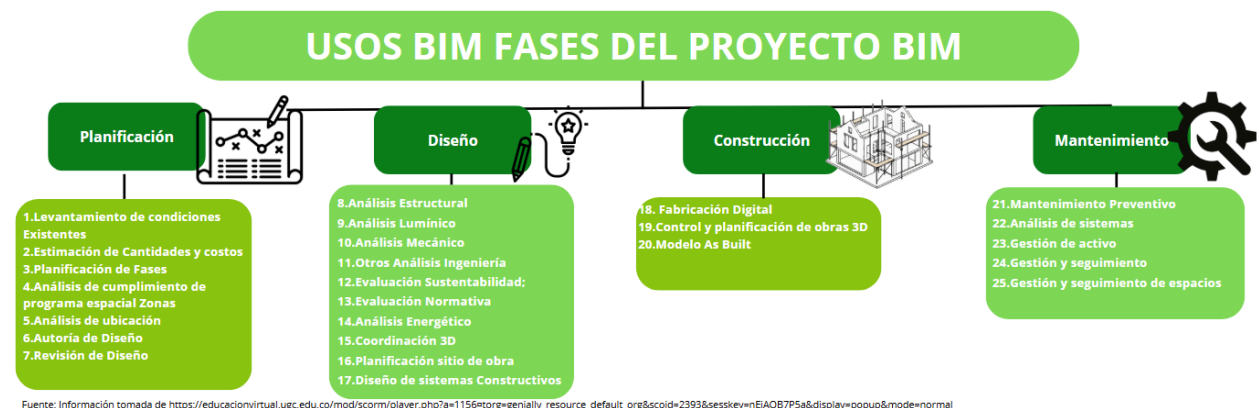
Las aplicaciones BIM se entienden como las formas de usar el sistema para lograr metas fijadas en un plan. Por añadidura, tal como muestra la **Figura 40**: estas tareas se reparten con cuidado en las cuatro etapas de la vida del bien: plan, diseño, obra y cuidado. A causa de esto, según indica la Universidad Estatal de Pensilvania (Kreider & Messner, 2013);

fijar estas aplicaciones desde el arranque es algo vital. Con el fin de que el grupo sepa qué datos dibujar y quién lo hará; se evita de este modo procesar información de más.

Según el avance que se ve en la **Figura 41**; las tareas pasan de ideas de estudio a controles reales de la obra. Bajo esta perspectiva, el plan y el diseño ganan las labores de ver el estado real, medir costos y hacer estudios técnicos: las luces y la energía. Por consiguiente, la unión 3D junto al examen del plano son bases para asegurar que la obra se pueda hacer. A su vez, en la construcción, las labores miran la creación digital; lo que lleva al envío del dibujo final (uso 20). En contraste con esto, al final, el modelo ayuda al cuidado preventivo y al manejo de los sitios. Así pues, esto da la ganancia del edificio a largo plazo (Eastman et al., 2018; Succar, 2019).

Figura 40.

Usos BIM Fases del Proyecto BIM.



Nota. Adaptada de Universidad La Gran Colombia. (s. f.). [Recurso en plataforma virtual]. https://educacionvirtual.ugc.edu.co/mod/scorm/player.php?a=1156&torg=genially_resource_default_org&scoid=2393&sesskey=nEiAOB7P5a&display=popup&mode=normal

Figura 41.

Usos BIM del proyecto.

USOS BIM										
		ESPECIALIDADES								
		ARQ	EST	SAN	TUB	ELE	SIC	HVAC	BAS	VOD
1	Levantamiento de condiciones existentes (Modelamiento 'As-Built')	X								
2	Estimación de cantidades y costos	X	X							
6	Diseño de especialidades	X	X	X		X	X	X		X
7	Revisión del diseño ('Design review')	X	X	X		X	X	X		X
8	Análisis estructural	X								
15	Coordinación 3D (Detección de interferencias)	X	X	X		X	X	X		
17	Diseño de sistemas constructivos	X	X							

Nota. Elaboración propia.

1.2 EJE TEMÁTICO 2: Normas y estándares

La norma ISO 19650 es una regla de nivel mundial. Esta norma da los pasos y puntos fijos para cuidar los datos en el tiempo de vida de las obras hechas con este plan. Al propio tiempo, su meta principal es mejorar el trabajo en grupo, fijar la calidad de la información y ganar fuerza en todo el proceso ver **Figura 42**. Por consiguiente, el documento aclara los pasos, el empleo, la creación y el envío de los datos cuando se elige usar este sistema.

Partes de la norma ISO 19650:

Figura 42.

Infografía normas y estándares ISO 19650.

Se divide en 5 partes, la parte 3 y 4 aún no se han implementado (en desarrollo)



Nota. Elaboración propia.

Resolución 0441 del 2020

Con la resolución se habilita la implementación de la metodología BIM con su guía de digitalización de licencias de construcción en la modalidad de obra nueva.

Figura 43.

Licencias de construcción con BIM.

LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN CON BIM



Nota. Elaboración propia.

Requisitos de información

Definidos inicialmente por adjudicador pudiendo ser ampliados por los propios requisitos de los diferentes adjudicatarios. Se clasifican como: OIR, PIR, AIR y EIR. 19650-1 Cap 5.

OIR: Requisitos de Información de la Organización relativos a sus objetos

PIR: Requisitos de Información del Proyecto relativos a su desarrollo

AIR: Requisitos de Información del Activo relativos a su operación

EIR: Requisitos de Intercambio de Información entre dos partes relativos a una adjudicación.

Figura 44.

Infografía Requisitos de información.



Nota. Información adaptada de Universidad La Gran Colombia. (s. f.). [Recurso en plataforma virtual]. https://educacionvirtual.ugc.edu.co/mod/scorm/player.php?a=1156&torg=genially_resource_default_org&scoid=2393&sesskey=nEiAOB7P5a&display=popup&mode=normal

1.3 EJE TEMÁTICO 3: Documento EIR y BEP

EIR (Employer's Information Requirements)

El Plan de Ejecución BIM es un papel guía que detalla la manera en que se va a hacer el uso de este sistema dentro de una obra. Con el objeto de lograr un trabajo ordenado en cada momento del plan, su meta es asegurar que todo funcione bien ver **Tabla 11**. Por lo tanto, este papel es hecho por el grupo líder; ellos fijan las reglas, los niveles y las formas de trabajo para el uso real del sistema.

Tabla 11.

EIR (employer's information requirements)

PARÁMETRO	TIPO	ARQUITECTURA											
INFORMACIÓN GENERAL		MURO	MURO CORTINA	SUELO	TECHOS	BARANDAS	CUBERTAS	ESCALERA	RAMPA	PUERTAS	VENTANAS	MOBILIARIO	ESPACIO
Nombre del proyecto	Texto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Código del Proyecto	Texto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ubicación	Texto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Dirección	Texto												
Tipo de Edificio	Texto												
Requerimientos espaciales	Texto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Latitud	Texto												
Longitud	Texto												
Sistema de coordenadas	Texto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Responsable	Texto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Contacto responsable	Texto												
Versión	Texto												
Uso	Texto											X	
Disciplina	Texto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Fecha de creación	Texto											X	
Fecha de entrega versión	Texto												
Nivel	Texto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Estado	Texto											X	

Nota.

Información tomada de la Universidad La Gran Colombia. (s. f.). [Recurso en plataforma virtual].https://educacionvirtual.ugc.edu.co/mod/scorm/player.php?a=1156&org=genially_resource_default_org&scoId=2393&sesskey=nEiAOB7P5a&display=popup&mode=normal

BEP (BIM Execution Plan)

Este documento explica el camino para activar el sistema dentro de un proyecto de construcción. Por añadidura, busca garantizar que la aplicación del método sea limpia y unida en cada etapa de la obra. A causa de esto, el grupo a cargo del proyecto se encarga de escribirlo; de este modo, se fijan las reglas de comunicación, las normas básicas y las formas de trabajar con la tecnología.

Figura 45.**BEP (Plan de Ejecución BIM)***Nota.*

Información adaptada

Gran Colombia. (s. f.).

de la Universidad La

[Recurso en plataforma

virtual].https://educacionvirtual.ugc.edu.co/mod/scorm/player.php?a=1156&torg=genially_resource_default_org&scoid=2393&sesskey=nEiAOB7P5a&display=popup&mode=normal

1.4 EJE TEMÁTICO 4: CDE Y BRICSYS 24/74**CDE (Common Data Environment)**

Funciona como un sitio único de información para el avance de las obras, hecho como una plataforma en la red. Bajo esta perspectiva, su tarea es reunir, manejar y pasar todos los papeles y figuras electrónicas entre los grupos de varios campos que entran en el plan. No

obstante, este espacio permite a los sujetos trabajar de forma unida bajo un camino claro que ayuda a revisar y cuidar la información de manera segura ver **Figura 46**. De ahí que se use para hacer exámenes y dar notas sobre los archivos, lo que asegura el camino y el paso a datos nuevos. En resumidas cuentas, su meta es buscar un trabajo compartido.

Figura 46.

CDE (common data environment)

ESTADOS EN UN CDE - ISO 19650 - 1



Nota. Adaptada de ACCA software. (2025). Construction management software.

https://www.accasoftware.com/es/construction-management-software?utm_source=google&utm_medium=cpc&gad_source=1&gad_campaignid=19979786525&gbraid=0AAAAAD_VF2D2_Co

PLbSj1PwCDUHikvvGL&gclid=Cj0KCQjwILDQBhDjARIsAPIIefFyRWRT24UV3afqs4ckHAbKVC
QdgmPpPBAYAJkyn1YiREBlcsz4NPwaAsPVEALw_wcB

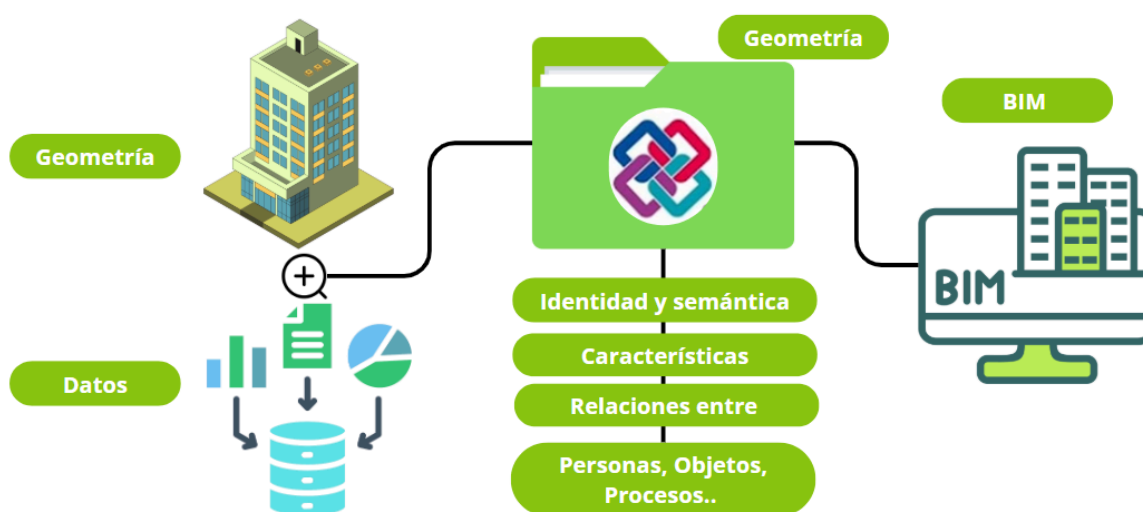
1.5 EJE TEMÁTICO 5: IFC Y BCF

IFC (Industry Foundation Classes)

El IFC destaca como un tipo de archivo libre y mundial. En un orden de ideas similar, sirve para pasar las figuras en tres dimensiones y los datos técnicos entre diferentes programas de computadora. Por otra parte, este cambio de datos se realiza durante el diseño, la obra física, el control y el cuidado continuo del edificio ver **Figura 47**.

Figura 47.

IFC (industry foundation classes)



Nota. Información adaptada de la Universidad La Gran Colombia. (s. f.). [Recurso en plataforma virtual].

https://educacionvirtual.ugc.edu.co/mod/scorm/player.php?a=1156&torg=genially_resource_default_org&scoid=2393&sesskey=nEiAOB7P5a&display=popup&mode=normal

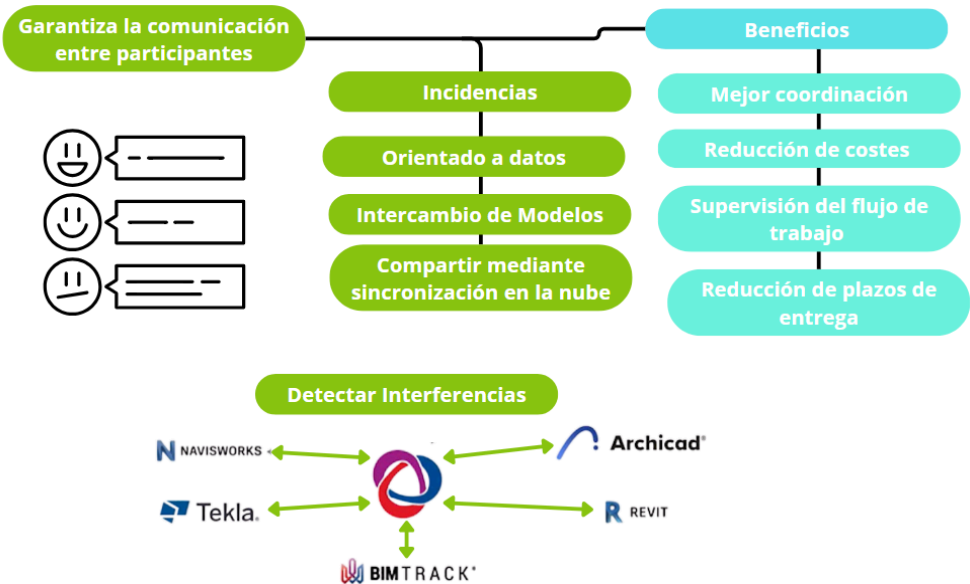
BCF (BIM Collaboration Format)

El formato BCF destaca como una regla libre y de nivel mundial, la cual fue creada y es cuidada por la organización BuildingSMART. Este sistema sirve para cambiar el modo en que los técnicos se comunican al notar problemas dentro del diseño digital. Por consiguiente, su tarea principal es permitir que las personas envíen notas, dudas o errores directo sobre el modelo; no obstante lo cual, esto se logra sin la necesidad de compartir todo el archivo pesado del edificio en tres dimensiones.

En un orden de ideas similar, este tipo de archivo guarda la posición exacta de la cámara y una captura visual de la falla en el dibujo. Por lo tanto, cualquier miembro del equipo puede abrir su propio programa de computadora y ver el problema en el mismo sitio para corregirlo de inmediato ver **Figura 48**. En resumidas cuentas, esta herramienta ayuda a que el trabajo compartido sea claro y directo; así pues, se evitan los malentendidos y se gana mucha velocidad durante la revisión de los proyectos de construcción.

Figura 48.

BCF (BIM Collaboration Format)



Nota. Información adaptada de la Universidad La Gran Colombia. (s. f.). [Recurso en plataforma virtual].
https://educacionvirtual.ugc.edu.co/mod/scorm/player.php?a=1156&torg=genially_resource_default_org&scoid=2393&sesskey=nEiAOB7P5a&display=popup&mode=normal

Tabla 12.

Infraestructura tecnológica y herramientas digitales.

USOS BIM	DISCIPLINA	PROGRAMA	VERSIÓN	FORMATO	EQUIPO
Modelado	Arquitectura	Revit	2026	Rvt/IFC	Computador con -Procesador (CPU): Intel Core i7, i9 o AMD Ryzen 7, 9 de última generación con alta frecuencia (3.0 GHz o superior) -Memoria RAM: Mínimo 32 GB -Tarjeta Gráfica (GPU): NVIDIA RTX (serie 3060 o superior) con al menos 6 GB de VRAM -Almacenamiento: Disco de estado sólido SSD (NVMe) de 512 GB o 1 TB. -Sistema Operativo: Windows 10 o 11 de 64 bits.
cantidades y costos	Arquitectura	Revit	2026	Rvt/Pdf/IFC	
Diseño de especialidades	Arquitectura / Ingeniería	Revit	2026	Rvt/ Dwg/ Pdf/IFC	
Revisión del diseño	Arquitectura	Revit	2026	Rvt/ Dwg/ Pdf/IFC	
Coordinación 3D	Arquitectura / Ingeniería	Revit	2026	Rvt /IFC	
Diseño de sistemas constructivos	Arquitectura / Ingeniería	Revit	2026	Rvt/Pdf/IFC	

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13.

Entornos de intercambio de información del proyecto.

Nombre	Característica
usbim.platform	Plataforma en la nube que cumplirá la función de gestión, almacenamiento, control de versiones y distribución de la información del proyecto BIM. Donde se identificarán los roles de los involucrados y será canal de comunicación para el trabajo de forma colaborativa.

Nota. Elaboración propia.

1.6 Conclusiones

Esta primera parte muestra las bases del sistema BIM como una forma de trabajo unida. Esta ayuda a juntar y controlar los datos de una obra por medio de figuras digitales en toda su vida. Del mismo modo, el texto aclara el valor de reglas como la norma ISO 19650, el uso de archivos libres como el IFC y de plataformas como el CDE para asegurar la unión de los grupos. En consecuencia, todos estos puntos ayudan a mejorar el orden de la información ver **Tabla 14**; así pues, se logra avanzar en la toma de opciones y ganar fuerza en el desarrollo de los planes dentro del campo de la construcción.

Tabla 14.

Objetivos BIM.

Requerimiento	Alcance
Usos BIM 1	A nivel Arquitectura, estructura, redes: HVAC y electricidad 1.Levantamiento de condiciones Existentes: Modelado digital del terreno 2.Estimación de Cantidades y costos: control presupuestal de la obra. 6.Autoría de Diseño: Creación de los modelos paramétricos de arquitectura y especialidades bajo el sistema modular renal. 7. Revisión de Diseño: Validación tridimensional del cumplimiento normativo y funcional de los espacios de atención hospitalaria.

	8.Análisis Estructural: Revisión de funcionamiento estructural. 15.Coordinación 3D: Detección de interferencias entre redes y estructura para evitar errores durante el ensamblaje en sitio. 17.Diseño de sistemas Constructivos: Planificación detallada del proceso de montaje y fabricación de los componentes modulares del hospital.
LOD para arquitectura	LOD 300: El modelo contiene la composición geométrica de los módulos, incluyendo muros técnicos, acabados de asepsia y acabados. LOD 100: Puertas y ventanas
LOD para estructura	LOD 300: Definición geométrica precisa de vigas, columnas y soportes modulares para análisis de cargas pesadas.
LOD para instalaciones	LOD 300: Modelado de sistemas hidrosanitarios y gases medicinales con rutas y diámetros definidos para coordinación.
LOI para arquitectura	A,B,E,H,I,J,
LOI para estructura	A,B,E,G,K

LOI para instalaciones	A,B,D,E,G,H,K,N
Formatos de entrega	Archivos nativos: rvt/dwg / pdf Archivos de coordinación: .nwc / .nwd Formato de intercambio abierto: IFC para asegurar la interoperabilidad.

Nota. Elaboración propia.

MÓDULO 3: MODELADO DE EDIFICACIÓN

3.1 EJE TEMÁTICO 1:Estructuras

El esqueleto planeado para la obra se divide en dos partes principales. Por un lado, están los cimientos, que se encargan de pasar el peso del edificio hacia el suelo para dar

firmeza al conjunto. Y por otro lado un sistema de bloques con contenedores de 40 pies; estos tienen una fuerza para cargar 26.850 kg cada uno por separado (Moldtrans, 2014) y sirven para armar los cuartos de la construcción.

Figura 49.

Imágenes del sistema estructural propuesto.

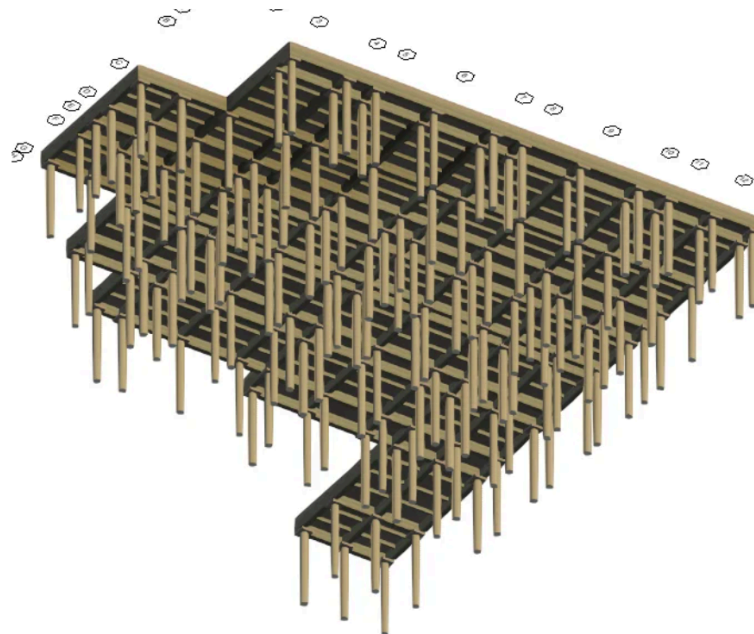


Nota. Imagen generada mediante el modelo de inteligencia artificial Gemini de Google y adaptado en illustrator,2025.

El sistema de cimentación propuesto es de losa combinada con pilotes, dado que las mismas dinámicas que va a tener la construcción —al tener la posibilidad de determinar su crecimiento— se van a traducir en una fluctuación de cargas en todo el proyecto al no estar definidas en puntos específicos; sumando las condiciones de suelo arcilloso del lugar (Alcaldía Municipal de Mosquera, 2013), se establece que la mejor solución es un sistema que permita la dispersión de las cargas mediante una mayor superficie y un mejor apoyo con una cimentación profunda.

Figura 50.

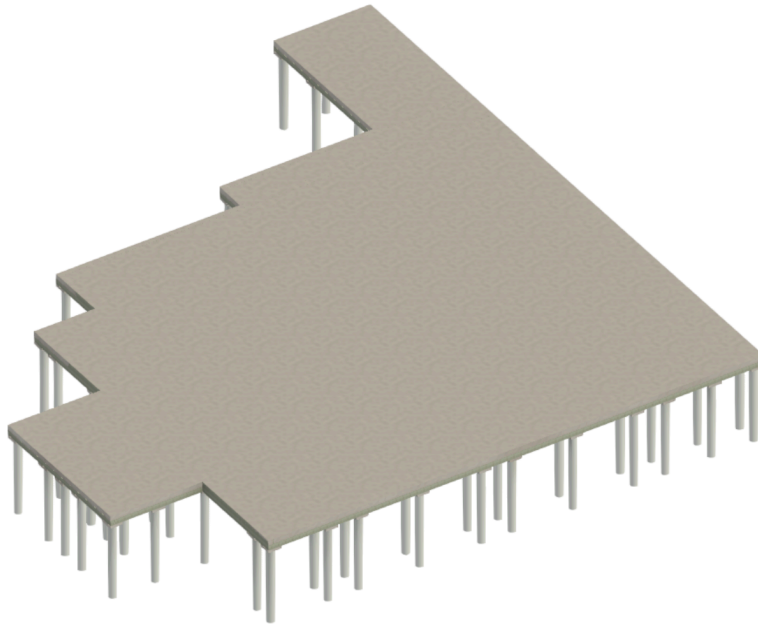
Modelo del sistema estructural Hospital SAMAR desde una vista inferior.



Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

Figura 51.

Modelo del sistema estructural Hospital SAMAR desde una vista superior.



Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

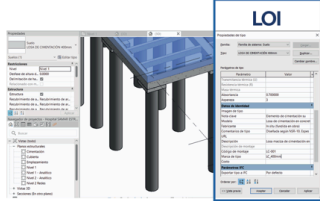
La base elegida fue un piso grueso de concreto con postes enterrados a gran profundidad. Esto se hace porque la construcción puede cambiar de tamaño en el futuro, lo que hará que el peso se mueva por diferentes lados. En un orden de ideas similar, al ver que el terreno es de arcilla blanda (Alcaldía Municipal de Mosquera, 2013), se decide que el mejor camino es un sistema ancho; por lo tanto, esto ayuda a repartir todo el peso en un área más grande y con un mejor soporte desde el fondo.

Figura 52.*Atributos LOI y LOD de estructura*

ATRIBUTOS LOI

- A** Información general del proyecto
- B** Propiedades físicas y geométricas
- E** Especificaciones técnicas
- K** Cumplimiento normativo

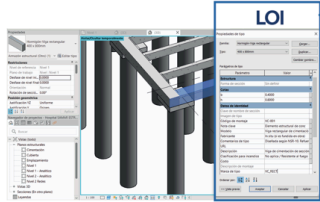
Asignar parámetros y niveles de información es esencial en la metodología BIM, ya que define la cantidad y el tipo de datos que debe contener cada elemento según su fase y propósito, permitiendo crear modelos inteligentes y paramétricos que se adapten a cambios de diseño, faciliten la coordinación entre disciplinas y optimicen el proceso de diseño y construcción.



LOI

LOSA DE CIMENTACIÓN

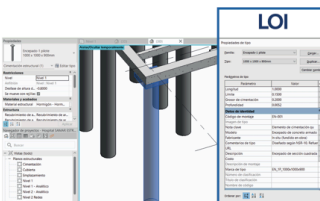
LOD 200



LOI

VIGA RECTANGULAR

LOD 200



LOI

ENCEPADO Y PILOTE

LOD 200

ATRIBUTOS LOD

El LOD (Nivel de Desarrollo) en BIM define el grado de detalle geométrico de un elemento. En la cimentación estructural, indica qué tan precisa es su representación (placa, pilotes, etc.). Su función dentro de BIM es garantizar que el modelo evolucione de manera confiable, permitiendo una mejor coordinación, análisis y ejecución del proyecto.

Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

3.2 EJE TEMÁTICO 2: Arquitectura

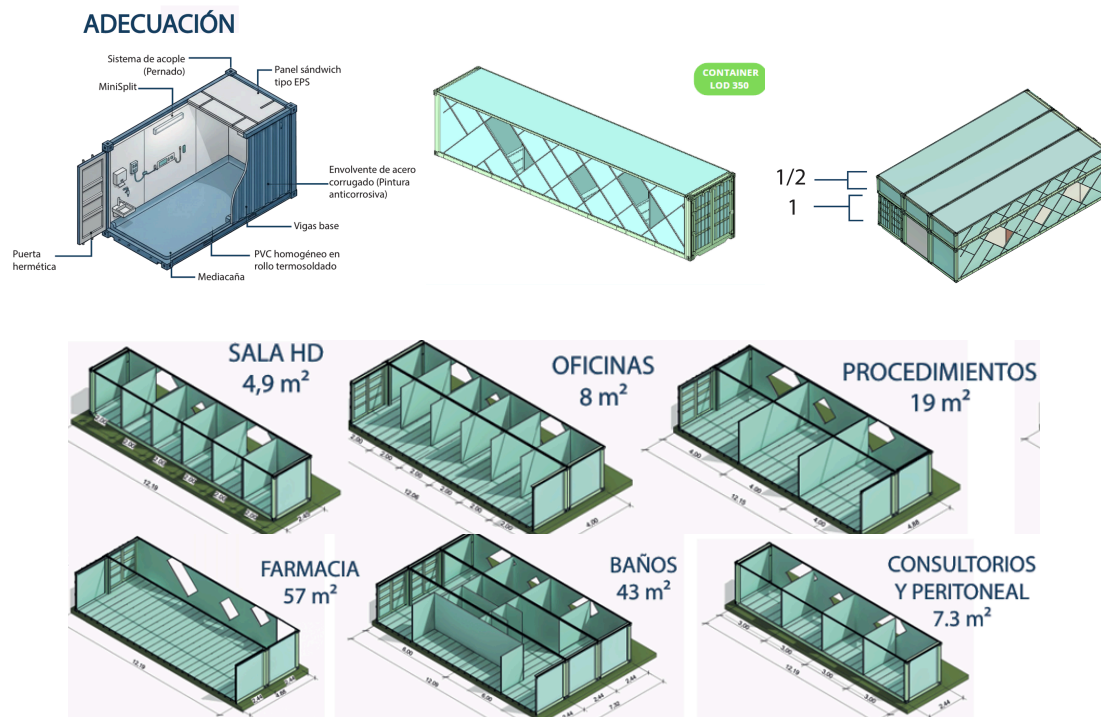
En el modelado arquitectónico del proyecto BIM, se partió del uso de un container como módulo base para la distribución de los espacios. Dado que este tiene dimensiones predefinidas, para cumplir con las áreas requeridas se optó por modificar la “familia” del container mediante la unión de dos o tres containers, según la necesidad de cada espacio, permitiendo así alcanzar los metros cuadrados necesarios y garantizar una adecuada configuración funcional.

Se modificó la familia del contenedor base mediante la incorporación de medio contenedor adicional en altura. Pues la altura estándar de 2,5 m no cumple con la altura libre exigida por la normativa para uso clínico, ni permite disponer el espacio necesario entre cielo raso y cubierta para la instalación de redes MEP

Los containers fueron intervenidos y acondicionados para su uso arquitectónico ver **Figura 53**. Se realizaron adecuaciones internas y aperturas para puertas y ventanas, además de incorporar aislamiento y acabados según el diseño. Sus muros fueron ejecutados con un sistema de paneles tipo sándwich, y se garantiza la salubridad mediante la implementación de acabados con pintura de alta asepsia e implementación de mediacañas.

Figura 53.

Familia revit de contenedor de 40 pies adaptado para proyecto.



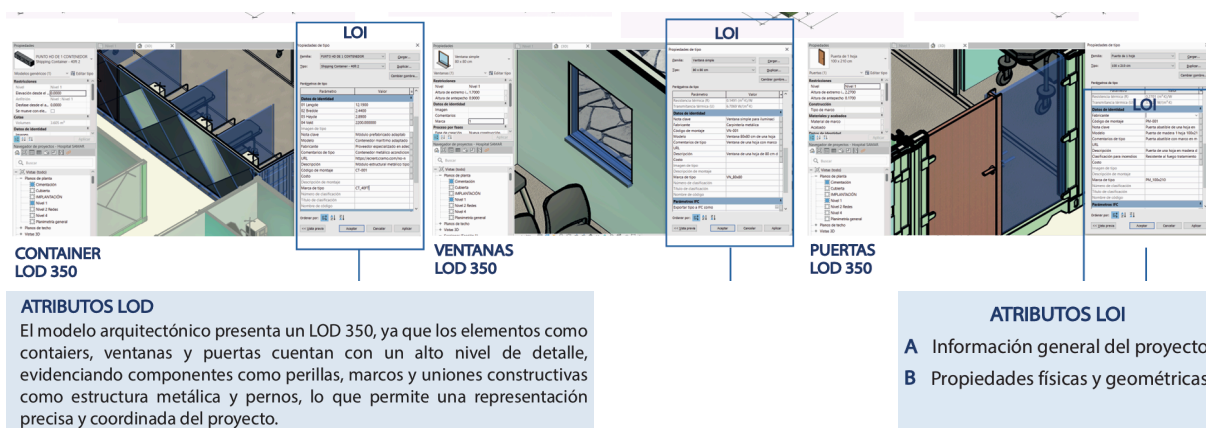
Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

Durante la creación de los espacios interiores y exteriores se fueron llenando los datos de identidad de los elementos arquitectónicos del proyecto (puertas, muros, ventanas y pisos) Por añadidura, esto ayudó a completar el nivel de detalle exigido; de ahí que se logre una

imagen clara y ordenada que demuestra por qué el modelo en tres dimensiones es ideal para enseñar cómo se unen todas las partes en un solo sitio digital.

Figura 54.

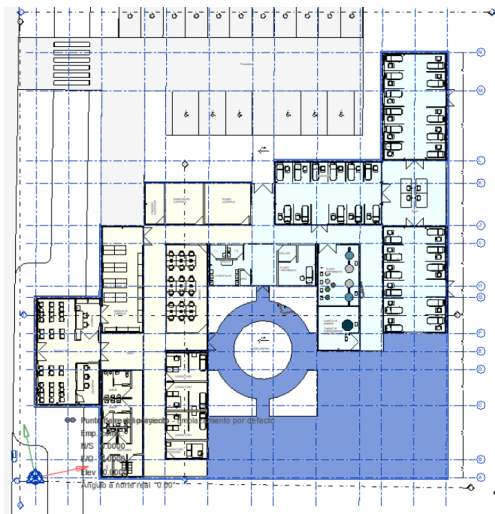
Atributos LOI y LOD de arquitectura



Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

Figura 55.

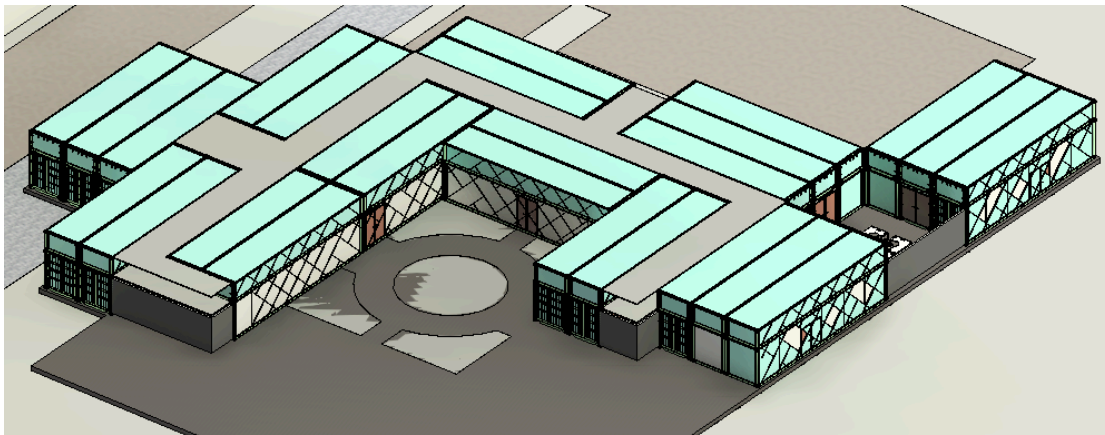
Planta arquitectónica del Hospital SAMAR



Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

Figura 56.

Axonometría arquitectónica del Hospital SAMAR.



Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

3.3 EJE TEMÁTICO 3: Instalaciones MEP.

El diseño del sistema mecánico, eléctrico y de plomería (MEP) es uno de los puntos fuertes que da este método de trabajo. Nos permite juntar en un solo archivo los diferentes campos técnicos para ver el lugar exacto que va a ocupar cada uno. Bajo esta perspectiva, se puede lograr una revisión más rápida de los choques entre los sistemas o disciplinas; a causa

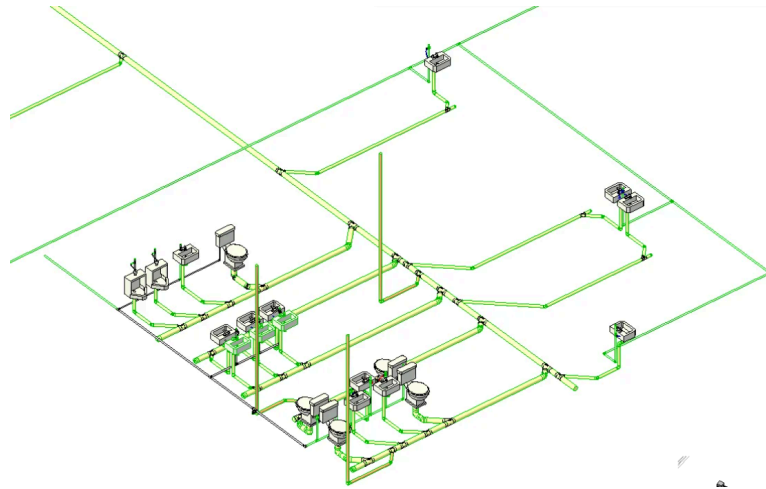
de esto, el trabajo se organiza con mayor facilidad tanto en los planos como al momento de construir.

3.3.1 Red hidrosanitaria

La red hidrosanitaria dentro del modelo forma los sistemas de entrada de agua limpia y salida de desagües. No obstante, a diferencia de los planos antiguos que solo usaban líneas simples de interpretar, con el uso de BIM estos elementos vienen con datos técnicos sobre la cantidad de agua, la fuerza que aguantan, sus materiales y tamaños. Del mismo modo, aseguran que las bajadas e inclinaciones de los tubos estén bien hechas, evitando choques con otras disciplinas para que el agua circule sin problemas ver **Figura 57**. Hacer el diseño de redes hidráulicas en metodología BIM nos permite dejar en la mejor ubicación tubería y aparatos especiales propuesto; por ende, se planean mejor sus recorridos. Así qué, al momento de juntar las distintas disciplinas da un buen uso y cuidado; bajando las fallas en la ejecución.

Figura 57.

Axonometría de la red hidráulica.



Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

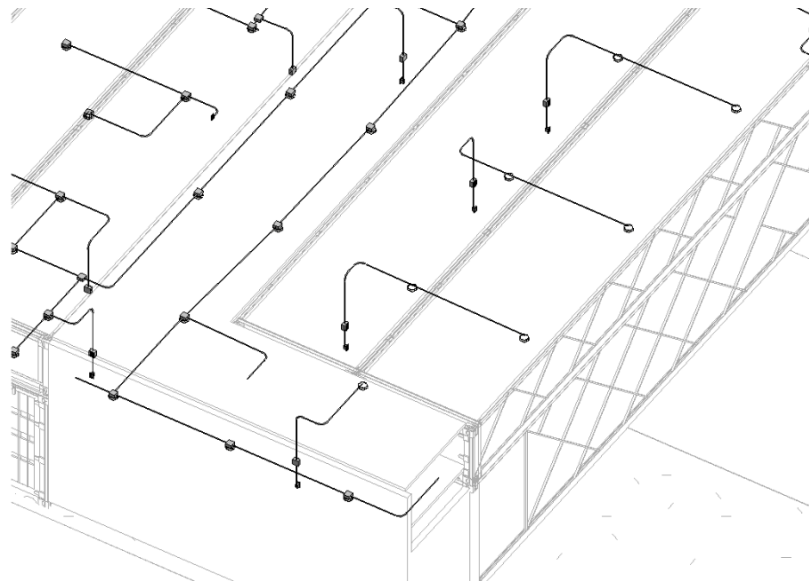
3.3.2 Red eléctrica

El diseño de la red eléctrica en un entorno de tres dimensiones va más allá de marcar el camino de la corriente. A su vez, este sistema llena de datos cada pieza, detallando su voltaje y su consumo de luz; por consiguiente, esto ayuda a colocar de forma inteligente las cajas de control y los tubos por toda la obra, logrando una entrega de energía ordenada que facilita los arreglos en el futuro.

El uso de BIM aseguró una distribución eficiente de circuitos, luminarias y tableros ver **Figura 58**. La metodología permitió visualizar cargas, optimizar recorridos y prevenir conflictos con otras disciplinas, mejorando la planificación y ejecución del sistema.

Figura 58.

Axonometría de la red eléctrica.



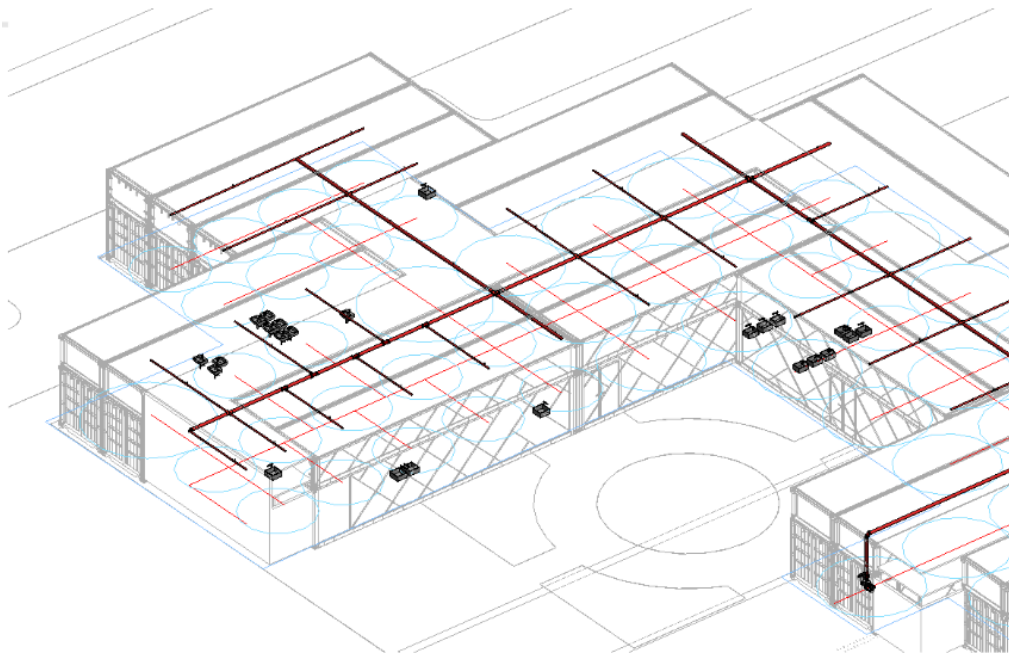
Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

3.3.3 Red contra incendios

Se establece el trazado de la tubería de suministro para la red contra incendios y la ubicación de los rociadores que, al estar inmersos en un entorno tridimensional con la arquitectura y demás redes ver **Figura 59**, permiten establecer los mejores puntos de operación. Esto garantiza que, en caso de incendio, la red funcione de la manera más efectiva posible. Asimismo, el modelado RCI asegura el cumplimiento normativo y resuelve interferencias antes de la construcción.

Figura 59.

Axonometría de la red contra incendio (RCI).



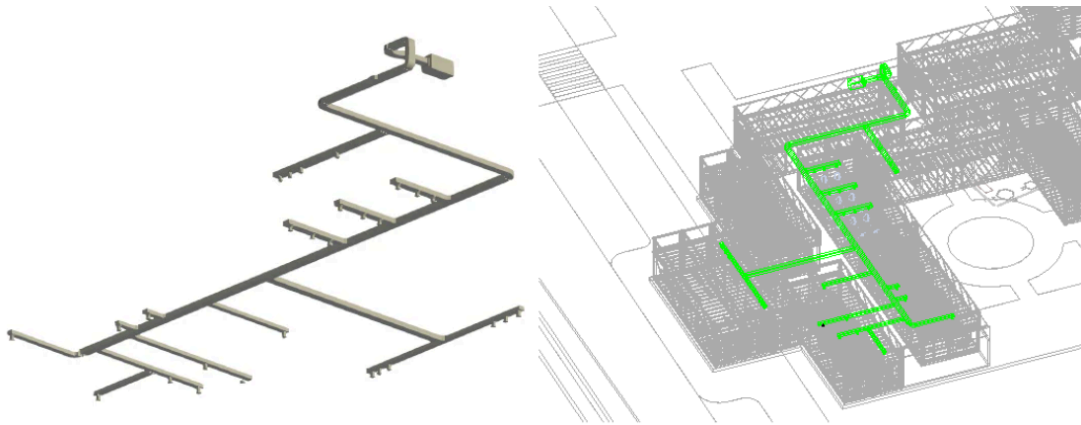
Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

3.3.4 Red HVAC

El modelado de equipos especiales, ductos y flujos de aire caliente se diseñó en Revit ver **Figura 60** para dejar la mayor cantidad posible de información sobre los sistemas de aire acondicionado y calefacción. También se realizó con el fin de medir su desempeño y eficiencia. Al utilizar la metodología se garantiza una mayor calidad en el trazado de la red y una menor posibilidad de encontrar interferencias durante la ejecución de la obra; además, se aseguró el confort térmico dentro de los espacios diseñados.

Figura 60.

Axonometría de la red HVAC.



Nota. Elaboración propia. Modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

3.4 Conclusiones

El dibujo de todas las ramas que forman el hospital modular SAMAR (bases, cuartos y tuberías) crea un punto de inicio exacto en tres dimensiones para revisar errores y cuidar el dinero. En un orden de ideas similar, al trabajar unidos, este lazo entre campos le da al Hospital Samar una forma fácil de cambiar; así pues, permite que los bloques y los sistemas técnicos crezcan juntos para responder bien a las necesidades médicas.

MÓDULO 4: CDE (COMMON DATA ENVIRONMENT)

4.1 INTRODUCCIÓN

La coordinación de interferencias en Autodesk Revit y Autodesk Navisworks es el proceso de identificar solapamientos entre las disciplinas de un proyecto (arquitectura,

estructura, redes etc) permite identificar conflictos y mejorar la planificación constructiva antes de la ejecución en obra, logrando mayor eficiencia y control del proyecto (BIMP SAS, 2025)

Asimismo, la implementación de un entorno común de datos (CDE) facilita la gestión centralizada de la información del proyecto, lo que permite un trabajo coordinado entre las disciplinas. De este modo se disminuyen errores, se agilizan los procesos de entrega, mejora la comunicación entre los equipos de trabajo y aumenta la eficiencia en la ejecución del proyecto (Allen, 2026)

En el proyecto SAMAR (Sistema Arquitectónico Modular para Atención Renal), la aplicación de estas herramientas BIM permite coordinar de manera eficiente las disciplinas, garantizando una adecuada adaptación del sistema modular frente a situaciones de emergencia sanitaria, epidemias y desastres naturales.

4.2 EJE TEMÁTICO 1: Análisis de interferencias e inconsistencias

Dentro de esta coordinación se identifican interferencias presentes en el modelo BIM del proyecto SAMAR. Las interferencias encontradas son “choques” físicos causados por elementos de distintas disciplinas. También se identifican inconsistencias que corresponden a errores de información o configuración dentro del modelo, aunque no exista un choque físico entre elementos.

La coordinación de especialidades se realizó mediante los softwares Autodesk Revit y Autodesk Navisworks. En el caso del proyecto SAMAR, este proceso fue fundamental debido a

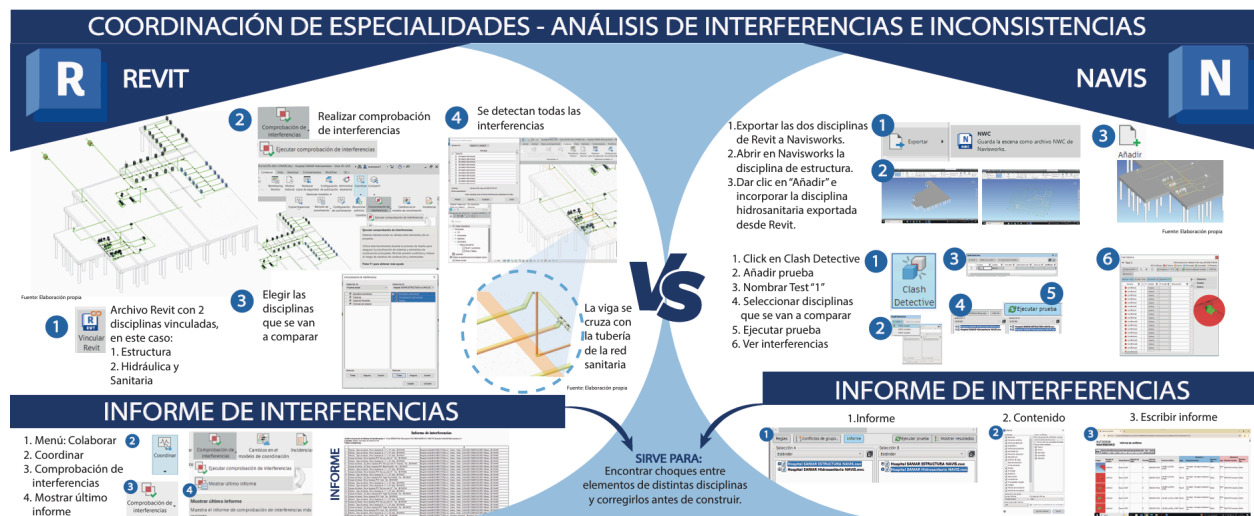
la integración de sistemas médicos, redes hidrosanitarias, ventilación y estructura modular en espacios reducidos propios de los contenedores adaptados para atención renal.

4.3 EJE TEMÁTICO 2: Creación de informes de coordinación

Al finalizar el proceso de coordinación de interferencias se obtuvieron informes de interferencias, los cuales son documentos que identifican los conflictos hallados entre disciplinas, especificando su ubicación, elementos involucrados y el tipo de interferencia encontrada. Estos informes son fundamentales dentro de la metodología BIM ver **Figura 61**, ya que permiten realizar correcciones antes de iniciar la obra, mejorar la toma de decisiones y mejorar la coordinación entre los diferentes roles involucrados en el proyecto (Autodesk, 2022)

Figura 61.

Coordinación de especialidades - Análisis de interferencias e inconsistencias.



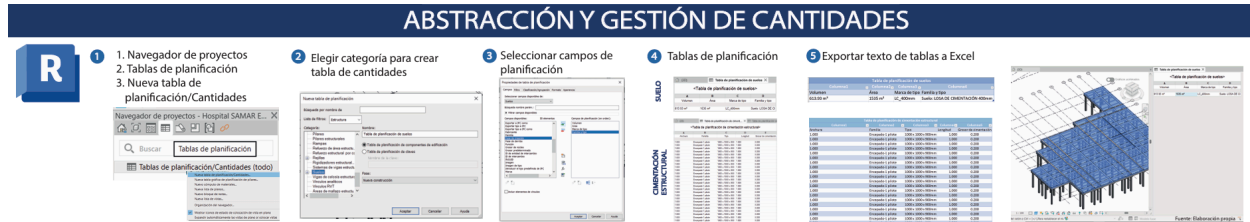
Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator, 2025.

La importancia de realizar coordinación de especialidades e informes de interferencias consiste en la posibilidad de reducir reprocesos, costos por modificaciones en obra y tiempos de ejecución, garantizando que la obra sea más eficiente y organizada, especialmente en proyectos de respuesta rápida como SAMAR (BIMP SAS, 2025)

4.4 EJE TEMÁTICO 3: Abstracción y gestión de cantidades

La gestión de cantidades es el proceso de obtención de información cuantitativa del modelo BIM, identificando elementos constructivos como muros, pisos, cimentaciones, cubiertas y demás componentes del proyecto. Las tablas de cantidades son herramientas fundamentales, ya que permiten extraer información precisa del modelo BIM para realizar presupuestos, control de materiales, programación de actividades y seguimiento de costos. Además, facilitan la planificación del proyecto y reducen errores por cálculos manuales (Zuleta, s.f)

En Autodesk Revit, las tablas de planificación permiten seleccionar categorías específicas del proyecto, como suelos, cimientos o muros ver **Figura 62**, y luego definir los campos de planificación requeridos, tales como volumen, área, familia y tipo, marca de tipo, longitud, entre otros. Esta información se organiza automáticamente dentro de Revit y después puede exportarse en formato de texto a Microsoft Excel.

Figura 62.*Abstracción y gestión de cantidades.*

Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator y modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

Dentro del proyecto SAMAR, la gestión de cantidades permitió llevar un control detallado de los elementos modulares, materiales de adecuación interior y componentes técnicos necesarios para el funcionamiento de la clínica renal.

4.5 EJE TEMÁTICO 4: Configuración de planimetría y documentación

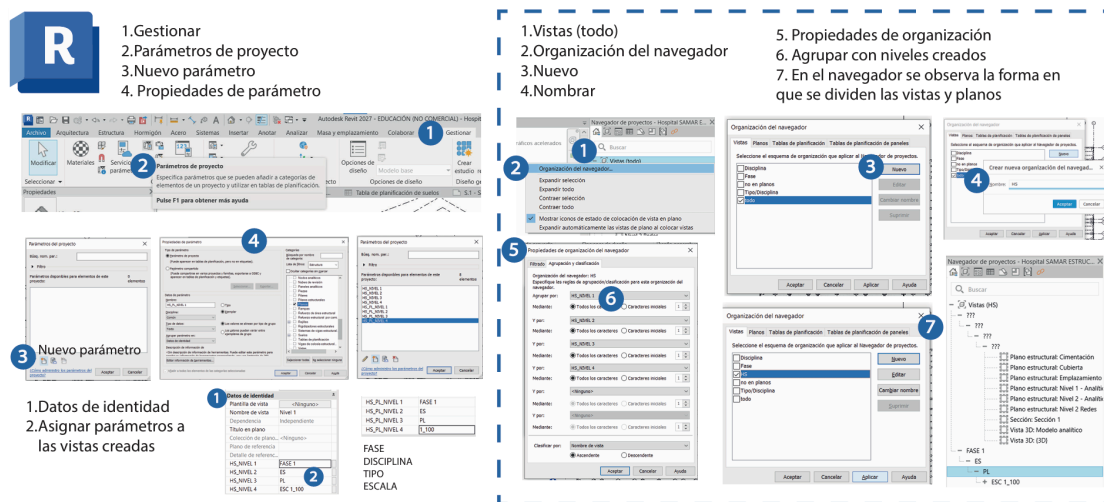
La configuración de planimetría y documentación es un proceso fundamental dentro de la metodología BIM, ya que permite organizar de manera técnica las plantas y vistas del proyecto, su correcta estructuración facilita la lectura, interpretación y control documental, brindando mayor claridad y orden durante las etapas de diseño y construcción.

Para el desarrollo de este proceso, inicialmente se crean los parámetros del proyecto, los cuales permiten incorporar información específica relacionada con cada plano o vista. Luego, se llena la información de fase, disciplina, tipo y escala en las propiedades de

parámetros dentro de los datos de identidad. Asimismo, se configuran las propiedades de organización del navegador de proyectos, ordenando las vistas de manera estructurada según las necesidades del proyecto ver **Figura 63**. Finalmente, se carga una familia de rótulo dentro del modelo y se incorporan las vistas correspondientes en cada lámina de presentación (Autodesk, 2024)

Figura 63.

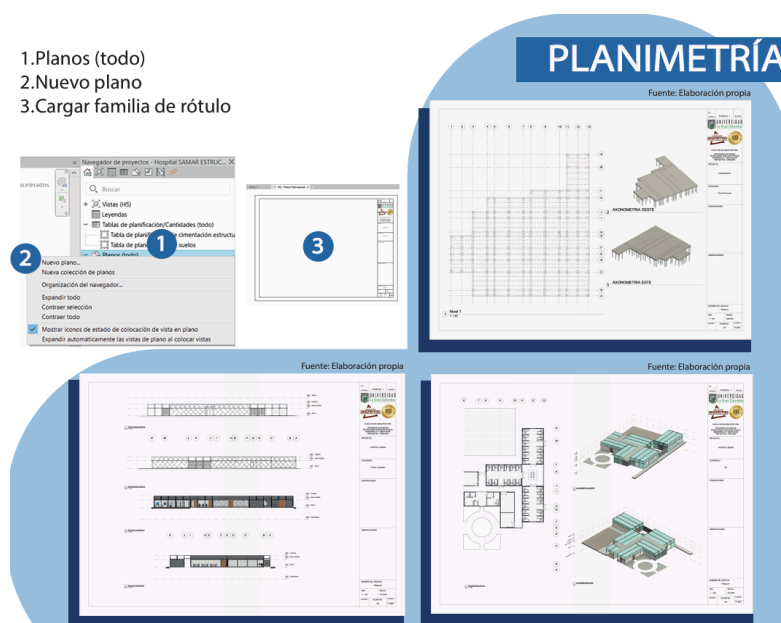
Configuración de planimetría



Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator y modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

Figura 64.

Configuración de rótulo



Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator y modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

4.6 EJE TEMÁTICO 5: Simulación de actividades constructivas

La simulación de actividades constructivas es la representación digital del proceso de construcción de un proyecto en un tiempo asignado para la realización de la obra. Este proceso presenta de manera secuencial las etapas constructivas hasta llegar a la culminación total del proyecto, todo esto antes de la ejecución de obra. Es importante realizar simulaciones constructivas ya que permiten identificar conflictos en la coordinación, programación, reducir tiempos y costos y facilitar la comprensión del proceso constructivo a todos los profesionales involucrados (Autodesk, 2026)

En este caso, la simulación de actividades constructivas se realizó en Autodesk Navisworks mediante la herramienta Timeliner. El proceso inició con la vinculación del modelo BIM al software y la incorporación de la programación de actividades constructivas. Posteriormente, se relacionaron los elementos del modelo con cada tarea programada, permitiendo asociar los componentes constructivos a las diferentes etapas de ejecución ver **Figura 65**. Una vez vinculadas las actividades, se configuraron los tiempos, secuencias y tipos de simulación para visualizar el avance progresivo del proyecto. Finalmente, se ajustaron las configuraciones de reproducción y se exportó el video de simulación constructiva como apoyo para la presentación y análisis del proyecto (Autodesk, 2015)

Figura 65.

Simulación de actividades constructivas.



Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator y modelo desarrollado en Autodesk Navisworks, 2025.

En el proyecto SAMAR, la simulación constructiva permitió visualizar el proceso de ensamblaje e instalación de los módulos tipo contenedor, facilitando el análisis de tiempos de ejecución y demostrando la viabilidad de implementar una clínica renal modular de rápida respuesta ante emergencias.

4.7 Conclusiones

El módulo 4 permitió comprender la importancia del CDE y la coordinación de información dentro de la metodología BIM, usando herramientas como Revit y Navisworks para integrar disciplinas, detectar interferencias y mejorar procesos técnicos y constructivos. Además, la gestión de cantidades, la planimetría y la simulación de actividades constructivas fortalecieron el control, la planificación y la visualización del montaje progresivo de los módulos de contenedores, evidenciando cómo la metodología BIM mejora la creación de proyectos arquitectónicos.

MÓDULO 5: REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA

5.1 INTRODUCCIÓN

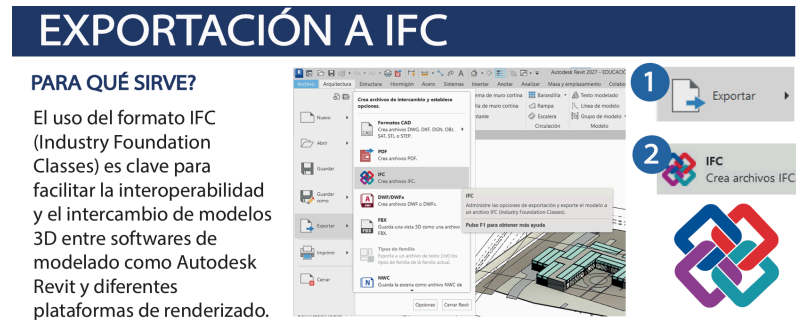
La realidad virtual consiste en una tecnología que permite recorrer espacios imaginarios que existen únicamente gracias a un software que proyecta imágenes tridimensionales en el entorno, permitiendo la interacción en tiempo real. La realidad virtual y la renderización han evolucionado significativamente la manera en que se presentan y crean los proyectos de arquitectura en la actualidad. Estas herramientas digitales brindan una experiencia inmersiva en la que se puede visualizar espacios y edificaciones de forma realista antes de que sean

construidos, facilitando la comprensión del diseño para el equipo de trabajo y para clientes y usuarios finales (O'Connell, 2021)

Por otro lado, la renderización es el proceso en que se obtienen imágenes, videos o animaciones realistas de un modelo 3D. Se implementa en arquitectura, videojuegos, televisión etc. corresponde a la última etapa de un proyecto donde se le da la apariencia final al modelo agregando efectos visuales como materiales, iluminación y texturas (Autodesk, 2026)

5.2 EJE TEMÁTICO 1: Exportación a IFC

La exportación a IFC (Industry Foundation Classes) es el medio para compartir modelos BIM entre diversos programas de modelado y visualización arquitectónica. Este formato sirve como estándar internacional: hace posible la interoperabilidad entre plataformas como Revit, Navisworks, ArchiCAD y softwares de renderización ver **Figura 66**. El formato IFC ayuda a guardar información del proyecto, como geometría, material, elementos constructivos y datos técnicos y así evitar perder datos durante el intercambio de archivos (BIM Associates, 2025).

Figura 66.*Exportación a IFC.*

Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator y modelo desarrollado en Autodesk Revit, 2025.

La exportación IFC es importante porque mejora la colaboración entre disciplinas, facilita la coordinación de proyectos y permite trabajar de manera más eficiente entre diferentes programas. Gracias a esto el equipo involucrado en el proyecto puede compartir modelos 3D sin depender de un único software, optimizando el flujo de trabajo y reduciendo incompatibilidades.

5.3 EJE TEMÁTICO 2: Renderización en tiempo real

Twinmotion es un software de visualización y renderización en tiempo real; por esta razón, este programa junta modelos BIM creados en Autodesk Revit con entornos virtuales de gran realismo. Por lo tanto, esta herramienta ayuda a hacer renders, videos, animaciones y recorridos virtuales de manera rápida y directa. Así mismo, en Twinmotion se utiliza un plugging

llamado Datasmith para actualizar los cambios hechos en el proyecto de Revit en tiempo real: de esta forma se puede cambiar el trabajo automáticamente sin tener que exportar de nuevo el modelo completo (Twinmotion, 2026)

Para usar Twinmotion con Revit es necesario bajar el complemento Datasmith Exporter; por esta razón, el camino consiste en entrar a la página de Epic Games y buscar la sección de Twinmotion para Revit. Después de esto, se instala el plugin Datasmith, el cual logra la sincronización entre ambos programas: debido a ello, la importancia de este complemento se encuentra en que ayuda a unir el modelado BIM con herramientas de visualización avanzada. Por lo tanto, este recurso sirve para mejorar los tiempos de trabajo y la calidad gráfica del proyecto (Twinmotion, 2026)

Twinmotion sincroniza los modelos de Revit mediante Datasmith Exporter; por esta razón, esto permite que cualquier modificación realizada en el modelo BIM se actualice automáticamente en el entorno de visualización. Así mismo, esta herramienta ayuda a la creación de renders, panorámicas, videos y recorridos virtuales en tiempo real ver **Figura 67**. Por lo tanto, su funcionamiento permite trabajar de manera dinámica: debido a ello, el usuario puede modificar materiales, iluminación, vegetación y mobiliario mientras ve al instante los cambios aplicados (Twinmotion, 2026)

Figura 67.

Exportación a Twinmotion - Renderización en tiempo real.

EXPORTACIÓN A TWINMOTION-RENDERIZACIÓN EN TIEMPO REAL

¿Qué es Twinmotion para Revit?

Permite conectar modelos BIM de Revit con herramientas de visualización en tiempo real los cambios realizados en el modelo de Revit, facilitando la creación de renders, animaciones y presentaciones de alta calidad.

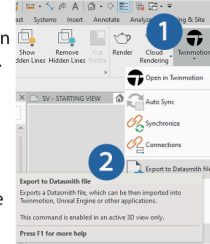


¿Cómo obtener Twinmotion para Revit?

Se descarga el **plugging DATASMITH** iniciando sesión y accediendo al apartado de Twinmotion para Revit.

¿Cómo funciona Twinmotion con Revit?

Twinmotion **sincroniza** los modelos de Revit en tiempo real mediante Datasmith Exporter, permitiendo actualizar automáticamente renders, panorámicas, videos y recorridos virtuales conforme se realizan cambios en el diseño.



Proceso de exportación:

1. En Revit, pestaña Datasmith.
2. Seleccionar la opción Exportar Datasmith file.
3. Guardar el archivo, importar a Twinmotion

Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator, 2025.

5.4 EJE TEMÁTICO 3: Fotomontaje y retoques fotográficos 3D

El fotomontaje es una técnica de edición que se basa en usar modelos arquitectónicos renderizados dentro de fotografías reales; por este motivo, esta acción ayuda a dar una imagen más cercana al entorno donde se construirá el proyecto. De igual forma, los retoques fotográficos permiten mejorar aspectos como iluminación, contraste, color, sombras y calidad visual de las imágenes renderizadas. Por lo tanto, estas herramientas ayudan a lograr presentaciones más profesionales y realistas. Con respecto a esto, el fotomontaje es importante porque permite ver cómo se integrará el proyecto con el contexto urbano o natural existente: debido a ello, este recurso sirve para entender la obra en su sitio real (Mimetry, 2026)

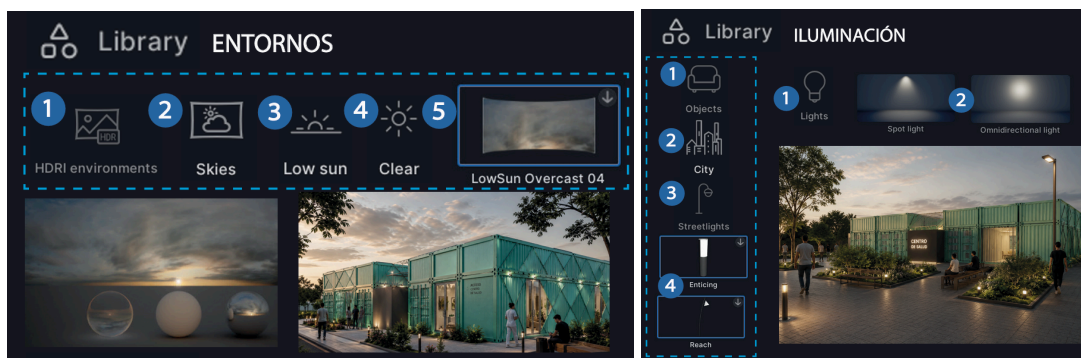
5.5 EJE TEMÁTICO 4: Fondos climáticos. Manejo de luces, sombras y reflejos.

Los entornos e iluminación en Twinmotion permiten recrear condiciones ambientales realistas para mejorar la calidad visual de las escenas arquitectónicas; por esta razón, estas opciones

ayudan a dar una mejor imagen a los espacios. De igual forma, se pueden configurar diferentes entornos climáticos y ambientales ajustando elementos como cielo, lluvia, niebla y vegetación ver **Figura 68**. Por lo tanto, es posible controlar la iluminación natural y artificial mediante la posición del sol, la hora del día y la incorporación de luces: debido a ello, el usuario puede cambiar la intensidad, color y sombras para mejorar la apariencia visual del proyecto (Twinmotion, 2025)

Figura 68.

Entornos e iluminación.



Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator y Renders en Twinmotion, 2025.

5.6 EJE TEMÁTICO 5: Visualización de modelos 3D

La visualización de modelos 3D permite generar imágenes, recorridos virtuales y videos renderizados de un proyecto arquitectónico mediante Twinmotion; por esta razón, este sistema ayuda a mostrar las obras de una forma muy real. De igual forma, en Twinmotion es posible

generar imágenes y videos renderizados configurando cámaras, iluminación, materiales y entorno. Por lo tanto, para las imágenes se ajusta la calidad y resolución antes de exportarlas, mientras que para los videos se crean recorridos con movimientos y cambios de escena: debido a ello, se usan efectos visuales y ambientales para obtener una presentación más activa del proyecto ver **Figura 69**. Con respecto a esto, todo este proceso es importante porque permite presentar proyectos de manera más clara, dinámica e inmersiva; por consiguiente, este recurso sirve para lograr la comprensión espacial y mejorar la comunicación con los clientes (Twinmotion, 2026)

Figura 69.

Visualización de modelos 3D.



Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator y Renders en Twinmotion, 2025.

5.7 EJE TEMÁTICO 6: Realidad virtual inmersiva

La realidad virtual inmersiva es una opción; mediante esta el usuario ve espacios digitales: se logra con gafas VR y controles de movimiento. Asimismo, en arquitectura, esta vía permite mirar proyectos antes de su construcción; de este modo se muestran dimensiones, iluminación y distribución espacial. Por lo tanto, la experiencia inmersiva mejora la relación: sirve para notar errores de diseño, optimizar espacios y comprender características arquitectónicas; por consiguiente, destaca la presentación de proyectos porque ofrece recorridos virtuales (IMMUNE, 2023)

Augin es un medio de realidad aumentada y entornos inmersivos: esta opción permite llevar los modelos BIM de la oficina al terreno de trabajo. Por lo tanto, ayuda a la visualización de proyectos a escala real para mejorar la comunicación, la coordinación de equipos y el análisis técnico; todo esto se logra mediante formatos como IFC y complementos de Revit o SketchUp (Augin, 2021). Además, la herramienta se usó en el proyecto Samar para ver todo en 3D de forma dinámica; de esta manera, se pudo entender mejor el diseño arquitectónico y estructural antes de su construcción ver **Figura 70**. La relevancia de la realidad virtual en arquitectura está en que: cambia cómo visualizar y comunicar proyectos; por tanto, ayuda a los procesos de diseño, evaluación y toma de decisiones.

Figura 70.*Realidad virtual e inmersiva.*

Nota. Elaboración propia. Diagrama desarrollado en Illustrator y Vistas en Augin, 2025.

5.8 Conclusiones

Se comprendió el flujo de trabajo desde la exportación del proyecto en Revit hasta su renderización en el software Twinmotion. A través de estas herramientas se desarrollaron procesos de ambientación, materialidad, iluminación y generación de imágenes y videos, fortaleciendo la representación visual e inmersiva del proyecto arquitectónico mediante tecnologías de realidad aumentada y visualización 3D en Augin.

CONCLUSIÓN FINAL.

El proyecto deja ver que la construcción por módulos del Hospital SAMAR es una salida real, buena y de fácil replicar para dar una mejor atención, y al mismo tiempo sirve principalmente en días de crisis de salud o frente a distintos acontecimiento que necesitan una rápida acción. De forma paralela, al sumar la biofilia, esa parte de conexión con la naturaleza y la paz mental del lugar, se hace un proyecto que puede cambiar y de gran ayuda al campo médico y de la salud nacional.

Usar la metodología BIM fue vital para hacer el planteamiento del proceso constructivo. Esta vía hizo mejores los pasos del proyecto, el orden y el paso de datos entre las áreas; al mismo tiempo: la buena unión entre los distintos sistemas, haciendo más fácil ver interferencias, la toma de decisiones y ser objetivos. Por último, tener un método dio paso a pensar todo de un modo más eficiente, en equipo y de fácil adaptabilidad: dando un firme inicio al proceso técnico y planeación al Hospital SAMAR.

Declaración de uso de IA

En la elaboración de este documento se hizo uso de inteligencia artificial como herramienta de apoyo para la generación de imágenes, recursos visuales, revisión y redacción. El empleo de la misma no cambia el criterio analítico con que se realizó la investigación, sino que se comprende como un recurso que complementa el proceso para mejorar la calidad del documento.

Referencias

Alcaldía Municipal de Mosquera. (2013). Clasificación del suelo municipal PBOT 2013.

<https://mosqueracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/planes/clasificacion-del-suelo-municipal-pbot-2013>

Allen. (2026). ¿Qué es un Entorno de Datos Común (CDE) y por qué es importante?

[Infografía]. Autodesk. <https://www.autodesk.com/blogs/construction/common-data-environment/>

ArchDaily. (2020, 13 de abril). Hospital Amistad Satkhira | Kashef Chowdhury - URBANA.

<https://www.archdaily.co/co/927353/hospital-friendship-satkhira-kashef-chowdhury-urbana>

Argola Arquitectos. (2025). Tendencias y retos de la arquitectura hospitalaria.

<https://argolaarchitects.com/tendencias-retos-arquitectura-hospitalaria/>

Armijo, L. (2012). Arquitectura modular, evolutiva y adaptable [Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional.

<https://apidspace.javeriana.edu.co/server/api/core/bitstreams/5f6be6cc-a8e3-4729-a45f-78b8700ed6b8/content>

Augin Softwares Ltda. (s. f.). Plataforma de realidad aumentada para arquitectura, ingeniería y construcción. <https://augin.app/es/>

Autodesk. (2015). Manual del usuario de Timeliner.

<https://help.autodesk.com/cloudhelp/2015/ESP/Navisworks/files/GUID-2E8B1536-D8F6-4301-B3BB-129BCA2CB35A.htm>

Autodesk. (2022). &MEP: coordinación estructural, parte tres.

<https://www.autodesk.com/es/support/technical/article/caas/tsarticles/tsarticles/ESP/ts/1yIZzgfQR1kmEM4bS8eruk.html>

Autodesk. (2024). Cómo añadir un nuevo plano a un proyecto de Revit.

<https://www.autodesk.com/es/support/technical/article/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/ESP/Revit-Add-a-Sheet.html>

Autodesk. (2025). Revit 2025 (Versión 2025) [Software]. <https://www.autodesk.com/>

Autodesk. (2026a). Software de secuencia de construcción.

<https://www.autodesk.com/mx/solutions/construction-sequencing-workflow>

Autodesk. (2026b). Software de renderización 3D.

<https://www.autodesk.com/latam/solutions/3d-rendering-software>

Agencia Internacional de la Energía. (2014). Eficiencia energética: informe de mercado.

OCDE/AIE.

Azhar, S. (2011). Modelado de información de edificios (BIM): Tendencias, beneficios, riesgos y desafíos para la industria AEC. *Liderazgo y gestión en ingeniería*, 11(3), 241–252.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)

- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2017). Modelado de la Información de Edificios (BIM): Ahora y más allá. *Revista Australasiana de Economía de la Construcción y Construcción*, 12(4), 15-28. <https://doi.org/10.5130/ajceb.v12i4.3032>
- Baldiris Ardila, A. (2023). La flexibilidad en la arquitectura por medio de la representación de escenarios utópicos [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional. <https://repository.upb.edu.co/server/api/core/bitstreams/f8c28a41-ea00-401c-b0c5-d1fd310c4957/content>
- Baldwin, E. (2020). China completa construcción de un hospital en 10 días para combatir el coronavirus en Wuhan. ArchDaily Colombia. <https://www.archdaily.co/co/933114/china-completa-construccion-de-hospital-en-10-dias-para-combatir-el-coronavirus-en-wuhan>
- BIM Associates. (2025). IFC en la construcción digital: Usos, importación, exportación y cumplimiento. <https://www.bimassociates.com/blog/ifc-revit-basic-concepts-usage/>
- BIMP SAS. (2025). Modelado BIM y detección de interferencias. <https://www.bimpsas.com/modelado-bim-y-deteccion-de-interferencias/>
- Breton Coll, F. (2023). Tesis arquitectura. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=320701>
- Brundtland, G. H. (1987). *Nuestro futuro común*. Oxford University Press.

- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). El proyecto beneficia del Modelado de la Información de Edificios (BIM). *Revista Internacional de Gestión de Proyectos*, 31(7), 971–980. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>
- Buenadicha Sánchez, C. M. (2013). Estudio e implementación de metodologías de trabajo colaborativas en la construcción. UNED. <https://e-spacio.uned.es/entities/publication/c0c35cd5-fd48-4dd6-918d-d398f0166ad7>
- Cavazos-Arroyo, J., & Giuliani, A. C. (2017). Escalabilidad: Concepto, características y retos desde el emprendimiento comercial y social. *Estudios Gerenciales*, 33(142), 10-22. <https://www.redalyc.org/pdf/462/46251257003.pdf>
- Chaos. (2020, 10 de diciembre). Software de diseño y visualización líder en la industria. <https://www.chaos.com/es>
- Chen, L. (2022). Escenario de progreso de la construcción de estructuras modulares: Un estudio de caso de un hospital de emergencia para abordar la pandemia de COVID-19. *Journal of Construction Engineering*, 44, 112-125.
- Chico, D. F., & Parra, A. F. (2020). El hospital adaptable sistema de progresión modular, centro hospitalario de emergencia municipio de Soacha [Trabajo de grado, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repository.ugc.edu.co/server/api/core/bitstreams/1230f080-027f-4159-842b-d79cb779626b/content>

CivilGeeks. (2024). Manual para la construcción modular.

<https://civilgeeks.com/wp-content/uploads/2024/02/Manual-para-la-Construccion-modular.pdf>

Consalud.es. (2025). La OMS reconoce por primera vez la enfermedad renal crónica como prioridad global de salud pública.

<https://www.consalud.es/pacientes/oms-primeravez-enfermedad-renal-cronica-prioridad-global-salud-publica.html>

Consultor Salud. (2024). Contexto y panorama actual de la infraestructura hospitalaria en

Colombia. <https://consultorsalud.com/infraestructura-hospi-colombia-reforma-a-la-sal/>

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (s. f.). Amenazas naturales en

Mosquera. SIGAM – Sistema de Información Geográfica Ambiental.

<http://sigam.car.gov.co/mod/page/view.php?id=8678>

Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo [WCED]. (1987). Nuestro futuro común.

Oxford University Press.

Cramo Service AB. (2021, 26 de octubre). UNITEAM - contenedor de almacenamiento de 20'

[Objeto BIM]. BIMObjeto.

<https://www.bimobject.com/es/cramo-service-ab/product/UNITEAM20STORAGECONTAINER>

Cubillos Cárdenas, J., López Zambrano, M., & Pachón Pachón, D. (2021). “BETHEL” Plan de negocio para la creación de un centro de diálisis en Mosquera Cundinamarca [Trabajo

de grado, Universidad del Rosario]. Repositorio Institucional.

<https://repository.urosario.edu.co/items/f748ee23-aaa8-44d5-88f5-8678e10a7b18>

Cuenta de Alto Costo [CAC]. (2025). Enfermedad renal crónica.

<https://cuentadealtocosto.org/enfermedades-de-alto-costo/erc/>

Delgado Marcet, M. (2021). Modulaci3n y prefabricaci3n: la modulaci3n de la edificaci3n como alternativa en la construcci3n y desarrollo urbano sostenible [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya]. UPCommons.

<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/343556>

El Dorado Radio. (2023, 10 de octubre). Reducci3n significativa en la oferta hídrica: estudio advierte sobre los impactos del cambio climático en la cuenca del río Bogotá.

Gobernaci3n de Cundinamarca.

<https://eldoradoradio.cundinamarca.gov.co/noticias/ambiental/reduccion-significativa-en-la-oferta-hidrica-estudio-advier-te-sobre-los-impactos-del-cambio-climatico-en-la-cuenca-del-rio-bogota>

El Espectador. (2025). Así serán los vagones del RegioTram de Occidente que puede visitar en Bogotá.

<https://www.elespectador.com/bogota/asi-seran-los-vagones-del-regiotram-de-occidente-puede-visitar-el-prototipo-en-bogota/>

Ecoosfera. (2022, 4 de diciembre). Ecotech: Khoo Teck Puat, el hospital jardín que brinda naturaleza a la salud.

<https://ecoosfera.com/wellness/ecotech-naturaleza-salud-beneficios-hospital-jardin-singapur/>

ESAN. (2022). Diseño y construcción de un hospital modular COVID 19. Repositorio ESAN.

<https://repositorio.esan.edu.pe/items/2afa824f-3218-459a-a8a0-54a0701d4032>

Espacio BIM. (2026, 13 de mayo). BEP o plan de ejecución BIM, ¿qué es un BEP?

<https://www.espaciobim.com/bep>

Editeca. (2024, 14 de marzo). Norma ISO 19650 BIM: claves de la ISO 19650 en sector AECO.

<https://editeca.com/norma-iso-19650-bim-arquitectura-construccion/>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). Manual BIM: Guía para modelado de información de edificios para propietarios, diseñadores, ingenieros, contratistas y gestores de instalaciones (3ª ed.). John Wiley & Sons.

FCC. (2016). Sanitarias. Ciudad FCC.

<https://www.ciudadfcc.com/construcciones/detalle-sanitaria>

Foro BIM. (2020). Especificación de Nivel de Desarrollo (LOD) Parte I y Guía.

<https://bimforum.org/lof/>

Fundación Nacional de Riñón [NKF]. (2022). COVID-19 y su impacto en pacientes renales que utilizan centros de diálisis en EE. UU.

<https://www.kidney.org/coronavirus/covid-19-impact-kidney-patients>

Franco, R. (2009). La adaptabilidad arquitectónica, una manera diferente de habitar y una constante a través de la historia. *Revista de Arquitectura*, 11(1), 32-41.

<https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/749>

Gamez, M. J. (2022, 24 de mayo). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. *Desarrollo Sostenible*.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Gareca Apaza, M. L. (2022). Biofilia: la naturaleza como factor de tendencia en el diseño de una vivienda. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 20(26), 137-150.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872022000200137

Génez, P. H., & Eriksson, P. (1998). La estructura cerebral y el entorno construido. *AD Magazine*.

<https://www.admagazine.com/arquitectura/que-es-la-neuroarquitectura-20210916-9033-articulo>

Gobernación de Cundinamarca. (2015). ASIS Cundinamarca 2015.

<https://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/07f0fd4e-9af4-4dc6-921a-28bed95a7c17/ASIS+Cundinamarca+2015+WEB.pdf>

Gobernación de Cundinamarca. (2019, 15 de agosto). Cambio climático: una apuesta por un ambiente sostenible.

<https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/CAMBIO%20CLIMATICO%20UNA%20APUESTA%20POR%20UN%20AMBIENTE%20SOSTENIBLE>

Gobernación de Cundinamarca. (2023, 23 de marzo). Cundinamarca en alerta ante la temporada de lluvias: más de 30 municipios han sido afectados.

<https://www.cundinamarca.gov.co/dependencias/gestiondelriesgo/noticias/cundinamarca-en-alerta-ante-la-temporada-de-lluvias-mas-de-30-municipios-han-sido-afectados>

Gómez, V. (2024). Análisis de sistemas prefabricados y modulares para soluciones de vivienda, atención de desastres y atención de salud en Colombia. MinVivienda.

Gómez Jáuregui, V. (2009). Estructuras residenciales de alta tecnología: El sistema Habidite. Universidad de Cantabria.

https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2216/mod_resource/content/1/Habidite.pdf

Gonzales Valenzuela, K. L. (2024). Influencia de la flexibilidad espacial en una vivienda comercio multifamiliar en San Antonio - Huancayo [Trabajo de grado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.continental.edu.pe/item/d5cf1f72-a0c8-406f-80dd-f86257c6a54d/full>

González, M., Rodríguez, L., & Ramírez, J. (2021). Condiciones de vulnerabilidad, sociodemográficas y clínicas de la población diagnosticada con COVID-19. Revista REPER, 26(1), 12-25.

Henríquez Cortez, C., Astorga, I., Dalaison, W., & Minoja, L. (2023). El diseño del hospital del futuro: cómo la pandemia nos puede orientar. Gente Saludable / Consultor Salud.

<https://consultorsalud.com/arquitectura-equipamiento-hospitalario/>

Hospital Universitario La Paz. (2025, 7 de mayo). Unidad de Aislamiento de Alto Nivel (UAAN).

Comunidad de Madrid.

<https://www.comunidad.madrid/hospital/lapaz/profesionales/unidad-aislamiento-alto-nivel-uaan>

Hosseini, M. R. (2012). Modelado de información de edificios (BIM): Ahora y más allá.

Economía de la construcción y construcción, 12(4), 15–28.

<https://doi.org/10.5130/AJCEB.v12i4.3032>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (s. f.). ¿Cuáles son los cambios climáticos que sufre Colombia y cuáles van a ser?

<http://ideam.gov.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/preguntas-frecuentes/cuales-son-los-cambios-climaticos-que-sufre-colombia-y-cuales-van-ser>

Instituto IDARC. (2025). Colombia inaugura una nueva era en movilidad: el RegioTram de Occidente conectará Bogotá con Cundinamarca en tiempo récord.

<https://idarc.org/publicacion/noticia/colombia-inaugura-una-nueva-era-en-movilidad-el-regiotram-de-occidente-conectara-bogota-con-cundinamarca-en-tiempo-record>

International Living Future Institute. (2025). Sanación a través de la naturaleza: Khoo Teck Puat

Hospital. <https://living-future.org/case-studies/award-winner-khoo-teck-puat-hospital/>

Koeberle, S. (2024). Dominando los desafíos globales con la arquitectura hospitalaria.

Arquitectos del mundo.

<https://www.world-architects.com/en/architecture-news/specials/mastering-global-challenges-with-hospital-architecture>

Kreider, R. G., & Messner, J. I. (2013). Los usos del BIM: Clasificar y seleccionar usos del BIM.

La Universidad Estatal de Pensilvania. <http://bim.psu.edu>

Kronenburg, R. (2007). Flexible: Arquitectura que responde al cambio. Laurence King Publishing.

Latiffi, A. A., Mohd, S., Kasim, N., & Fathi, M. S. (2015). Construcción de Modelado de Información (BIM) aplicación en educación para proyecto de escuelas religiosas: un estudio de caso. *Mecánica Aplicada y Materiales*, 773, 910-914.

Ma, Y. (2024). La evolución y el potencial de la arquitectura modular. *Journal of Architectural Review*, 15(2), 45-58.

Martínez, A. (2025, 25 de abril). Insuficiencia renal en Colombia: una amenaza silenciosa y de alto costo. *El Universal*.
<https://www.eluniversal.com.co/colombia/2025/04/25/insuficiencia-renal-en-colombia-una-threaten-silenciosa-y-de-alto-costo/>

Mecart. (2022, 16 de octubre). Prefab modular hospital [Estudio de caso].
https://www.mecart-cleanrooms.com/wp-content/uploads/sites/2/2022/10/Mecart_CaseStudy-Prefab_Modular_Hospital.pdf

Medina, C. (2020). Arquitectura de emergencia: Recorrido por las obras de Francis Kéré y Shigeru Ban [Trabajo de grado, Universidad de Zaragoza]. Repositorio Zaguán.
<https://zaguan.unizar.es/record/96400>

Medina, R. F. (2009). Estructuras adaptables. *Revista de Arquitectura*, 11(1), 60-68.

<https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/749>

Mesa, S. (2021). Arquitecturas de emergencia sanitaria: Centros para pacientes COVID

[Trabajo de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM.

Microsoft. (2025). Microsoft Excel 2025 [Software]. Microsoft Corporation.

Mimetry. (2026). Retoque y fotomontaje. <https://mimetry.com/retoque-fotomontaje/>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2021). Minsalud propende por la protección de la salud renal.

<https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Minsalud-propende-por-la-proteccion-de-la-salud-renal.aspx>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2025). Anexo 1: Estándares aplicables para el diseño de edificaciones destinadas a la prestación de servicios de salud.

https://consultorsalud.com/wp-content/uploads/2025/08/VF-Anexo1-Estandares-EDIFICACIONES-SALUD-AJUSTADO_250812_164956.pdf

Moldtrans. (2014). Contenedores marítimos.

https://www.moldtrans.com/wp-content/uploads/2014/07/contenedores_maritimo.pdf

Moreno Lyczkovski, O. B. S. (2021). Infraestructura hospitalaria resiliente [Trabajo de grado, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio Institucional.

<https://repository.ugc.edu.co/server/api/core/bitstreams/fb95d45e-4741-436f-a125-24cd27978160/content>

- Moreno, A. (2022). Trabajo de grado infraestructura hospitalaria resiliente [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio Institucional.
<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/12516/TESIS%20HOSP%20RESILIENTE.pdf>
- Mouhcine, B. (2025). Resiliencia arquitectónica para el desarrollo sostenible: un análisis bibliométrico. *Revista INNS*, 4(1), 89-104.
<https://revistainns.com/resiliencia-arquitectura-para-el-desarrollo-sostenible-un-analisis-bibliometrico/>
- MundoBIM. (2018, 18 de febrero). Cómo obtener cantidades para presupuestos, a partir de un modelo Revit [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=gLM3PsKpFJA>
- Neme Martínez, G. A., & Solanilla López, M. Y. (2020). Porosidad y arquitectura polivalente como herramienta de transformación en Machetá - Cundinamarca [Trabajo de grado, Universitaria Agustiniiana]. Repositorio Institucional.
<https://repositoriouniagustiniana.edu.co/bitstreams/600c6be2-2f29-473f-b50c-a5f84be590ae/download>
- O'Connell. (2021). 4 consejos para iniciarse en la realidad virtual en la arquitectura. Autodesk.
<https://www.autodesk.com/design-make/articles/virtual-reality-in-architecture>
- OAG Megahubs. (2024). Los 50 principales megacentros aeroportuarios del mundo.
<https://www.oag.com/megahubs-airports-2024>
- OpenAI. (2026, 12 de marzo). Presentamos ChatGPT. <https://openai.com/es-ES/index/chatgpt/>

- Ordóñez, A. (2022). En Colombia se necesita de una transformación en el desarrollo de la arquitectura hospitalaria. Diario del Cauca.
<https://www.diariodelcauca.com.co/colombia/en-colombia-se-necesita-de-una-transformacion-en-el-desarrollo-de-la-arquitectura-hospitalaria>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es>
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2018). Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil (BIM). Parte 1: Conceptos y principios (Norma ISO No. 19650-1:2018).
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2020). Estructuras de atención primaria temporal en emergencias. OMS.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2022). Fortalecimiento de la arquitectura mundial para la preparación, respuesta y resiliencia frente a emergencias sanitarias. Ginebra.
https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA75/A75_20-sp.pdf
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2021). La carga de enfermedades renales en la Región de las Américas, 2000-2019.
<https://www.paho.org/es/enlace/carga-enfermedes-renales>
- Pan, W., & Zhang, Z. (2022a). Evaluación de instalaciones sanitarias modulares para la respuesta a emergencias por COVID-19—Un caso de Hong Kong. Edificios, 12(9), 14-30. <https://doi.org/10.3390/buildings12091430>

- Pan, W., & Zhang, Z. (2022b). Construcción modular de hospitales para respuesta a emergencias: lecciones de la COVID-19. *Journal of Building Engineering*, 45, 103-112.
- Pinos, P. (2018). Hospital Satkhira Friendship / Kashef Chowdhury / URBANA. ArchDaily.
<https://www.archdaily.co/co/927353/hospital-friendship-satkhira-kashef-chowdhury-urban>
a
- Prointec. (2025). Ciudad Hospitalaria de Panamá.
<https://www.prointec.es/es/project/ciudad-hospitalaria-panama>
- Servicios QeBIM. (2025, 6 de abril). LOD, LOI, LOA, LOIN & LOG: Conceptos esenciales de BIM explicados.
<https://www.qebimservices.co.uk/blog/understanding-lod-loi-loa-loin-log-key-bim-concepts-explained/>
- Riba, L. (2023). Arquitectura sanitaria en situaciones de emergencia humanitaria [Proyecto de especialidad, Escuela Superior de Arquitectura de Barcelona]. Hospitecnia.
- Sachs, I. (1999). Sostenibilidad social y desarrollo global: explorando las dimensiones del desarrollo sostenible. Banco Mundial.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM Handbook: Guía para el modelado de información de edificios para propietarios, diseñadores, ingenieros, contratistas y gestores de instalaciones (3ª ed.). John Wiley & Sons.

Sacks, R., Girolami, R., Brilakis, I., & Sacks, R. (2020). Cloud-BIM: Tendencias tecnológicas y de modelos de negocio en la industria AEC. *Revista de Ingeniería y Gestión de la Construcción*, 146(10). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\) CO.1943-7862.0001927](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001927)

Salazar Ortiz, F. A. (2022). Hospital regional adaptativo mediante sistemas prefabricados para casos de emergencia médica en Neiva, Huila [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio Institucional.
<https://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/12516>

Salvador, M. (2020). Transformación de la arquitectura desde el COVID-19: Artículo de investigación. *Revista Científica FINIBUS*, (18), 45-58. Dialnet.

Sanchez Horneros, V. S. (s. f.). Contextualización de los modelos de infraestructura hospitalaria: Ciudad de la Salud de Panamá. Sociedad Colombiana de Arquitectura.
<https://sociedadcolombianadearquitectos.org/memorias/ENAH/8-CIUDADDELASALUDD EPANAMA.pdf>

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario de Mosquera. (2013). Perfil y agenda ambiental municipio de Mosquera Cundinamarca (p. 51). UNISDR.
<https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10690.pdf>

SLANH. (2024). Nefrología Latinoamericana. Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión.
https://www.nefrologialatinoamericana.com/portadas/nefro_24_21_supl-2.pdf

- Smith, P. (2020). BIM y Estrategia Corporativa. *Revista de Ingeniería y Gestión de la Construcción*, 146(5). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\) CO.1943-7862.0001824](https://doi.org/10.1061/(ASCE) CO.1943-7862.0001824)
- Stouhi, D. (2022, 13 de abril). OMA y Squint/Opera lanzan video del "Hospital del futuro" autónomo de Qatar. *ArchDaily*.
<https://www.archdaily.co/co/980213/oma-y-squint-opera-lanzan-video-del-hospital-del-futuro-autonomo-de-qatar>
- Software ACCA. (2023, 24 de octubre). Sistema de gestión BIM | usBIM.
<https://www.accasoftware.com/es/bim-management-system>
- Succar, B. (2009). Construcción de un marco de modelización de la información: Una base de investigación y entrega para los actores del sector. *Automatización en la construcción*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Succar, B. (2019a). Marco BIM: Modelo multidimensional. *Excelencia BIM*.
<https://bimexcellence.org/>
- Succar, B. (2019b). Excelencia BIM: Usos de BIM. *Excelencia BIM*. <https://bimexcellence.org/>
- Academia TechnoStruct. (2024, 12 de diciembre). Entendiendo el LOD en BIM | Nivel de desarrollo 100–500.
<https://www.technostructacademy.com/blog/understanding-lod-in-bim-level-of-development-100-500/>
- Twinmotion. (2025). Twinmotion 2025.1 está aquí. *Juegos Épicos*.
<https://www.twinmotion.com/news/twinmotion-2025-1-is-here>

Twinmotion. (2026a). Reportajes. Juegos Épicos. <https://www.twinmotion.com/features>

Twinmotion. (2026b). Twinmotion para Revit. Juegos Épicos.

<https://www.twinmotion.com/plugins/revit>

Twinmotion. (2026c). Creando vídeos. Documentación de Twinmotion | Comunidad de desarrolladores de Epic.

<https://dev.epicgames.com/documentation/twinmotion/creating-videos>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD]. (2016). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres – Mosquera, Cundinamarca. Repositorio UNGRD.

https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/28926/PMGRD_MosqueraCmarca_2016.pdf

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD]. (2021). Plan municipal de gestión de riesgo de desastres PMGRD Mosquera, Cundinamarca. Repositorio UNGRD.

<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/handle/20.500.11762/28926>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2017). Aceleración de la eficiencia energética: iniciativas y mejores prácticas. UNEP.

Universidad de la Gran Colombia. (2024). Usos BIM y Fases del Proyecto BIM [Plataforma virtual de aprendizaje]. <https://educacionvirtual.ugc.edu.co/>

Universidad de la Gran Colombia. (2026). Curso 1759 [Aula virtual institucional].

<https://educacionvirtual.ugc.edu.co/course/view.php?id=1759>

Universidad de la Gran Colombia. (s. f.). Recurso interactivo Genially [Plataforma virtual de aprendizaje]. <https://educacionvirtual.ugc.edu.co/mod/scorm/player.php>

Universidad de los Andes. (2020). Un centro de atención modular y de construcción rápida para pacientes con COVID-19. Uniandes. <https://uniandes.edu.co/>

IMMUNE. (2023). Realidad aumentada y realidad virtual: qué son y cómo aplica. IMMUNE Technology Institute.
<https://immune.institute/blog/realidad-aumentada-y-realidad-virtual-2/>

Vargas, N. (2021). Transformación de la arquitectura a raíz de las pandemias. Universidad Pontificia Bolivariana.
<https://www.upb.edu.co/es/central-blogs/sostenibilidad/pandemias-transforman-arquitectura-urbana>

Vélez-Victoria, J. (2023). Situación actual de la enfermedad renal en Latinoamérica y los desafíos para el cirujano vascular. *Revista Mexicana de Angiología*, 51(1), 8-15.
<https://doi.org/10.24875/rma.23000001>

Vikas, V., & Quadir, A. (2021). 8D BIM para Seguridad y Salud Ocupacional: Una revisión sistemática. *Revista Internacional de Gestión de la Construcción*, 21(4), 310-324.
<https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1923056>

Wilson, E. O. (1984). *Biofilia*. Editorial de la Universidad de Harvard.

World Health Organization [WHO]. (2020). Fortalecer la arquitectura mundial ante emergencias sanitarias: preparación, respuesta y resiliencia. Hospitecnia.

<https://hospitecnia.com/gestion/pandemias/fortalecer-arquitectura-ante-emergencias-sanitarias/>

Zuleta, M. (s. f.). Guía para obtener cantidades en Revit. Universidad Industrial de Santander.

<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/b3e118dc-cbdc-4c20-9222-a3ed177fcca5/content>