

**LA ADAPTABILIDAD DE LA ARQUITECTURA HOSPITALARIA EN SITUACIONES CRÍTICAS SALUD.**

**CASO DE ESTUDIO EMERGENCIA SANITARIA**

Oscar Brayan Steven Moreno Lyczkovski



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Facultad de Arquitectura

Universidad la Gran Colombia

Bogotá

2021

**La adaptabilidad de la arquitectura hospitalaria en situaciones críticas salud.**

**Caso de estudio emergencia sanitaria**

**Oscar Brayan Steven Moreno Lyczkovski**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto**

**Profesor guía: Yuber Alberto Nope**



**UNIVERSIDAD**  
**La Gran Colombia**

Vigilada MINEDUCACIÓN

**Facultad de Arquitectura**  
**Universidad la Gran Colombia**

**Bogotá**

**2021**

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I: ANTECEDENTES .....</b>	<b>15</b>
PROBLEMA – JUSTIFICACIÓN .....	15
HIPÓTESIS .....	18
OBJETIVOS.....	19
Objetivo General .....	19
Objetivos Específicos .....	19
METODOLOGÍA.....	20
<b>CAPÍTULO II: MARCO DE ANÁLISIS .....</b>	<b>21</b>
MARCO CONCEPTUAL.....	21
MARCO TEÓRICO .....	22
MARCO REFERENCIAL HOSPITAL WUHAN HUOSHENSHAN .....	25
ESTADO DEL ARTE .....	26
Transformación de la arquitectura desde el covid-19 .....	26
Método para la implementación de sistemas solares activos en establecimientos hospitalarios, estudio de caso en el Hospital Clínico del Sur, Concepción, Chile .....	27
<b>CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN CASOS DE ESTUDIO.....</b>	<b>28</b>
HOSPITAL UNIVERSITARIO LA SAMARITANA .....	28
Análisis del entorno.....	28
Análisis infraestructura actual.....	29
Medidas COVID – 19 implementadas por la institución .....	31

LA ADAPTIBILIDAD DE LA ARQUITECTURA HOSPITALARIA	4
Cambios Generados sobre la Infraestructura .....	33
HOSPITAL REGIONAL DE ZIPAQUIRÁ .....	35
Análisis del entorno.....	35
Análisis infraestructura actual.....	36
Medidas COVID – 19 Implementadas por la institución .....	38
Cambios Generados sobre la Infraestructura .....	40
HOSPITAL SAN RAFAEL DE FACATATIVÁ .....	41
Análisis del entorno.....	41
Análisis infraestructura actual.....	42
Medidas COVID – 19 Implementadas por la institución .....	44
Cambios Generados sobre la Infraestructura .....	46
<b>CAPÍTULO IV: FORMULACIÓN DE ESTRATEGIA .....</b>	<b>48</b>
ESTRATEGIAS IMPLEMENTADAS EN LOS CASOS DE ESTUDIO .....	48
PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIA HOSPITAL UNIVERSITARIO LA SAMARITANA .....	49
Espacio Propuesto destinada para estrategia hospital universitario la samaritana .....	49
Estructura propuesta.....	50
Materialidad.....	52
Modificación propuesta en la infraestructura actual .....	54
Uso estructura Parcial .....	55
Uso estructura completa .....	56
Bioclimática.....	59
Instalación Fotovoltaica.....	63
Instalaciones de la estructura .....	67
Estructura propuesta conclusiones .....	72
PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIA HOSPITAL REGIONAL DE ZIPAQUIRÁ .....	73
Espacio Propuesto.....	73



LA ADAPTIBILIDAD DE LA ARQUITECTURA HOSPITALARIA	5
Uso estructura Parcial .....	74
Uso estructura completa .....	75
Estructura propuesta conclusiones .....	76
PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIA HOSPITAL SAN RAFAEL DE FACATATIVÁ .....	77
Espacio Propuesto .....	77
Uso estructura Parcial .....	78
Uso estructura completa .....	79
Estructura propuesta conclusiones .....	80
<b>CAPÍTULO V: DESARROLLO ANÁLISIS DE COORDINACIÓN .....</b>	<b>81</b>
COORDINACIÓN EN NAVISWORKS .....	81
COSTO DE LA ESTRUCTURA .....	83
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES .....</b>	<b>85</b>
ESTRATEGIAS IMPLEMENTADAS EN LOS CASOS DE ESTUDIO – SOLUCIÓN PROPUESTA .....	85
<b>LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>87</b>

### Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Metodología propuesta .....	20
<b>Figura 2</b> Hospital Wuhan Huoshenshan .....	25
<b>Figura 3</b> Hospital universitario la samaritana análisis Vías – Población .....	28
<b>Figura 4</b> Distribución - Cuadro de áreas. sótano, primer y Segundo piso.....	29
<b>Figura 5</b> Distribución – Cuadro de áreas. Tercer, cuarto y quinto piso .....	30
<b>Figura 6</b> HUS Sótano medidas implementadas tratamiento COVID 19 .....	31
<b>Figura 7</b> HUS Cuarto Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19.....	32
<b>Figura 8</b> Distribución de servicios Hospital universitario la Samaritana .....	33
<b>Figura 9</b> Área y servicios afectados Hospital universitario la Samaritana .....	34
<b>Figura 10</b> Hospital Regional de Zipaquirá análisis Vías – Población .....	35
<b>Figura 11</b> Distribución – Cuadro de áreas sótano ,primer nivel y segundo nivel .....	36
<b>Figura 12</b> Distribución – Cuadro de área. Tercer, cuarto – sexto y séptimo piso.....	37
<b>Figura 13</b> HRZ Primer Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19 .....	38
<b>Figura 14</b> HRZ Segundo Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19 .....	38
<b>Figura 15</b> HRZ Tercer - Sexto Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19 .....	39
<b>Figura 16</b> Distribución de servicios Hospital regional de Zipaquirá .....	40
<b>Figura 17</b> Hospital San Rafael de Facatativá análisis Vías – Población .....	41
<b>Figura 18</b> Primer piso Distribución – Cuadro de áreas .....	42
<b>Figura 19</b> Segundo piso Distribución – Cuadro de áreas .....	43
<b>Figura 20</b> Hospital San Rafael primer Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19 ....	44

<b>Figura 21</b> <i>Hospital San Rafael segundo Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19</i> .	45
<b>Figura 22</b> <i>Distribución de servicios Hospital San Rafael</i> .....	46
<b>Figura 23</b> <i>Área y servicios afectados Hospital San Rafael</i> .....	47
<b>Figura 24</b> <i>Afectación casos de estudio</i> .....	48
<b>Figura 25</b> <i>Área destinada para estrategia hospital universitario la samaritana</i> .....	49
<b>Figura 26</b> <i>Hospital universitario la Samaritana Estructura propuesta</i> .....	50
<b>Figura 27</b> <i>Afectación estructura propuesta sobre el hospital</i> .....	51
<b>Figura 28</b> <i>Estructura Propuesta</i> .....	52
<b>Figura 29</b> <i>Proceso Constructivo</i> .....	53
<b>Figura 30</b> <i>Cambios generados sobre el hospital</i> .....	54
<b>Figura 31</b> <i>Estructura parcial primer nivel</i> .....	55
<b>Figura 32</b> <i>Estructura completa primer piso</i> .....	56
<b>Figura 33</b> <i>Estructura completa segundo - tercer piso</i> .....	57
<b>Figura 34</b> <i>Estructura completa cuarto piso</i> .....	58
<b>Figura 35</b> <i>Estrategias Bioclimática</i> .....	59
<b>Figura 36</b> <i>Análisis iluminación interior</i> .....	60
<b>Figura 37</b> <i>Confort estructura propuesta</i> .....	61
<b>Figura 38</b> <i>Estándar ASHRAE 55-2020</i> .....	62
<b>Figura 39</b> <i>Análisis de asolación en Insight</i> .....	63
<b>Figura 40</b> <i>Distribución Paneles</i> .....	64
<b>Figura 41</b> <i>Consumo eléctrico estructura propuesta</i> .....	65
<b>Figura 42</b> <i>Consumo eléctrico total, eficiencia sistema fotovoltaico</i> .....	66
<b>Figura 43</b> <i>Instalación sanitaria pisos 1,2,3</i> .....	67
<b>Figura 44</b> <i>Instalación hidráulica pisos 1,2,3</i> .....	68

<b>Figura 45</b> <i>Instalación red contra incendio pisos 1,2,3</i> .....	69
<b>Figura 46</b> <i>Instalación red eléctrica pisos 1,2 y 3</i> .....	70
<b>Figura 47</b> <i>Instalación red ductos pisos 2,3 y 4.</i> .....	71
<b>Figura 48</b> <i>Efectividad de la estructura propuesta hospital la Samaritana</i> .....	72
<b>Figura 49</b> <i>Área destinada para estrategia hospital regional de Zipaquirá</i> .....	73
<b>Figura 50</b> <i>Hospital regional de Zipaquirá uso parcial</i> .....	74
<b>Figura 51</b> <i>Hospital regional de Zipaquirá uso completo</i> .....	75
<b>Figura 52</b> <i>Efectividad de la estructura propuesta hospital Regional de Zipaquirá</i> .....	76
<b>Figura 53</b> <i>Área destinada para estrategia hospital San Rafael de Facatativá</i> .....	77
<b>Figura 54</b> <i>Hospital San Rafael de Facatativá uso parcial</i> .....	78
<b>Figura 55</b> <i>Hospital San Rafael de Facatativá uso completo</i> .....	79
<b>Figura 56</b> <i>Efectividad de la estructura propuesta hospital San Rafael</i> .....	80
<b>Figura 57</b> <i>Análisis de interferencias</i> .....	81
<b>Figura 58</b> <i>Detalle Redes</i> .....	82
<b>Figura 59</b> <i>Herramientas utilizadas para cálculo de costo</i> .....	84
<b>Figura 60</b> <i>Conclusiones efectividad estrategias</i> .....	85

|

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Medidas de bioseguridad personal medico</i> .....	23
<b>Tabla 2</b> <i>Adaptaciones para el diagnóstico de los pacientes</i> .....	24
<b>Tabla 3</b> <i>Costo estructura parcial – completa</i> .....	83

### Glosario

**UCI:** “Es un servicio sumamente especializado y equipado con todo lo necesario para atender a pacientes con pronóstico grave o con alto riesgo de presentar complicaciones. Por su estado, las personas ingresadas requieren monitorización continua, vigilancia y tratamiento específico.” (Grupo Recoletas,2021, párr. 1)

**Triage:** “Es un sistema de selección y clasificación de pacientes en los servicios de urgencia, basado en sus necesidades terapéuticas y los recursos disponibles para atenderlo.” (minsalud,2021, párr. 1)

**Bioseguridad:** “Es un conjunto de normas, medidas y protocolos que son aplicados en múltiples procedimientos realizados en investigaciones científicas y trabajos docentes con el objetivo de contribuir a la prevención de riesgos o infecciones.” (Medicina udd ,2020)

**Residuo Biosanitarios:** “Son residuos BIOSANITARIOS los específicos de la actividad sanitaria propiamente dicha, potencialmente contaminados con sustancias biológicas al haber estado en contacto con pacientes o líquidos biológicos.” (Comunidad de Madrid ,2020, párr. 1)

**Aislamiento:** “Separación de un individuo que padece una enfermedad transmisible del resto de las personas (exceptuando a los trabajadores sanitarios). (Penadés, Gómez y Calvo, 2020, párr. 1)

**Infraestructura:** “Es el conjunto de servicios, medios técnicos e instalaciones que permiten el desarrollo de una actividad” (Raffino, 2020, párr. 1)

### Resumen

Una de las instituciones más importantes para el desarrollo de la vida urbana ocupándose del sector de la salud, y velando por el bienestar de la población, son los hospitales han estado apoyando el desarrollo adecuado de la sociedad teniendo que adaptarse a las diferentes enfermedades que han aparecido con el paso del tiempo, actualmente se enfrenta la pandemia del COVID-19 (se descubrió en un brote surgido en la ciudad Wuhan (China) con síntomas como fiebre, tos seca y cansancio) poniendo a prueba la infraestructura hospitalaria a nivel mundial, debido a esta situación se propone la investigación de tres casos de estudio ubicados en el departamento de Cundinamarca siendo el Hospital universitario de la Samaritana en Bogotá, hospital regional de Zipaquirá y hospital san Rafael de Facatativá, analizando la infraestructura de cada uno e identificando las medidas y adaptaciones que se realizaron para el tratamiento de la pandemia, analizando su efectividad y planteando estrategias que se puedan implementar en la infraestructura actual utilizando software BIM como Revit para agilizar el proceso de análisis y propuesta en cada uno de los hospitales incorporando programas para realizar simulaciones de diferentes ámbitos para evaluar la efectividad de las estrategias planteadas, generando conclusiones en base a los resultados generados por las medidas implementadas y las estrategias propuestas.

*Palabras clave: Hospital, Infraestructura, COVID – 19, Emergencia Sanitaria, Adaptabilidad .*

### **Abstract**

One of the most important institutions for the development of urban life, dealing with the health sector, and ensuring the well-being of the population, are hospitals that have been supporting the proper development of society, having to adapt to the different diseases that have appeared over time, currently We are facing the COVID-19 pandemic (it was discovered in an outbreak that emerged in the city of Wuhan (China) with symptoms such as fever, dry cough and fatigue), putting the hospital infrastructure to the test worldwide, Due to this situation, the investigation of three case studies located in the department of Cundinamarca is proposed, being the Samaritana University Hospital in Bogotá, the Zipaquirá regional hospital and the San Rafael Hospital in Facatativá , analyzing the infrastructure of each one and identifying the measures and adaptations that were made for the treatment of the pandemic, analyzing their effectiveness and proposing strategies that can be implemented in the current infrastructure using BIM software such as Revit to streamline the analysis and proposal process of each of the hospitals, incorporating programs to carry out simulations of different areas to evaluate the effectiveness of the proposed strategies, generating conclusions based on the results generated by the implemented measures and proposed strategies.

*Keywords: Hospital, Infrastructure, COVID - 19, Health Emergency, Adaptability.*



## Introducción

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo principal analizar la infraestructura que presenta la arquitectura hospitalaria actualmente, identificando las adaptaciones y cambios que se realizaron por la pandemia del covid-19 (se descubrió en un brote surgido en la ciudad Wuhan (China) con síntomas como fiebre, tos seca y cansancio) con el fin de formular estrategias de diseño que promuevan habitabilidad y confort ambiental para los pacientes y el personal de la salud que se ha enfrentado a la pandemia. La importancia de estudiar la capacidad de adaptación que presenta la infraestructura hospitalaria radica en las consecuencias que ha generado la pandemia en la sociedad, a varios niveles tanto sociales, económicos y ambientales donde el sistema de salud se ha visto al borde de su máxima capacidad, teniendo que implementar estrategias de mitigación rápidamente sin la posibilidad de evaluar su efectividad, con el objetivo de salvar la mayor cantidad de vidas posible en nuestro país la pandemia ha afectado gravemente a la población actualmente con 2.200.000 casos positivos, generando una carga importante sobre el sistema de salud, por lo cual algunos hospitales han estado operando en muchos casos con su capacidad UCI al máximo, Bogotá tuvo picos como los registrados el 31 de julio con 101.955 casos positivos superando el 80% de ocupación en UCI “Según el reporte, hay una capacidad de 992 camas, de las cuales 142 están ocupadas por contagiados de coronavirus y 669 personas permanecen en las Unidades de Cuidados Intensivos bajo sospecha de tener el virus.” (Hernandez,2020,párr. 3)

El proyecto de investigación se divide en seis capítulos, analizando tres hospitales localizados en Cundinamarca siendo el Hospital universitario de la Samaritana en Bogotá, hospital regional de Zipaquirá y hospital san Rafael de Facatativá, se aborda la infraestructura que tiene cada uno de los hospitales antes de la pandemia del Covid-19 y posteriormente se analizan los cambios y estrategias que implementaron para mitigar el efecto de la pandemia a nivel de infraestructura y servicios hospitalarios, generando una comparación entre las cargas y el nivel de efectividad que hubo en cada uno de los casos de estudio,

finalmente se genera una propuesta arquitectónica que promuevan habitabilidad y confort ambiental con el objetivo de aumentar la capacidad de adaptación en las situaciones críticas de emergencia sin poner en problema el bienestar de la población y los trabajadores del sector de la salud

La primera parte se enfoca en el alcance de la propuesta de investigación, generando un breve análisis de las estrategias implementadas a nivel mundial y las recomendaciones por parte de la OMS (organización mundial de la salud), con el objetivo de organizar la metodología que se propone para la investigación.

La segunda parte se realiza la caracterización de los tres casos de estudio a nivel arquitectónico, climático y el entorno mediante la revisión de planos arquitectónicos, zonificaciones, relación de servicios, revisión de los documentos adaptados por las instituciones para el tratamiento de la pandemia a nivel de servicios y arquitectónico con el fin de determinar el impacto generado por la pandemia.

La tercera parte se realizan análisis de costos, tiempo e interferencias en la propuesta arquitectónica generando indicadores de evaluación para comparar el impacto de la pandemia en cada uno de los casos de estudio, la efectividad de las estrategias de mitigación implementadas por cada una de las instituciones, generando conclusiones y construyendo estrategias que se puedan implementar en la infraestructura que presenta cada uno de los hospitales caracterizados.

## CAPÍTULO I: Antecedentes

### Problema – Justificación

Desde el comienzo de la humanidad el hombre siempre ha tenido que afrontar distintas adversidades para lograr su desarrollo, entre ellas encontramos los distintos tipos de enfermedades que han aparecido a través de la historia, para ello se tuvo que adaptar y enfocar sus esfuerzos en encontrar la cura para estas enfermedades, con este objetivo aparecen los primeros hospitales sobre el año 805, enfocados en atender a la población, desde este periodo tenemos registro de graves pandemias tales como la peste negra (1346 y 1353), la viruela (siglo XVIII), la gripe española (1914-1919) que acabaron con gran parte de la población, debido a esto la infraestructura de los hospitales ha evolucionado con el fin de adaptarse para poder salvar la mayor cantidad de personas posible. (Huguet,2020)

En la actualidad podemos encontrar tres niveles de complejidad enfocados a atender a la población dependiendo de la enfermedad que presente.

Primer nivel: o atención primaria, representa el primer contacto con los pacientes, y consiste en llevar la atención médica lo más cerca posible al paciente, ya sea a su comunidad, a su trabajo, o a donde lo requieran.

Segundo nivel: Es una red de hospitales generales que dan atención a la mayoría de los padecimientos cuando se requiere hospitalización o atención de urgencias. Brinda cuatro especialidades principales: cirugía general, medicina interna, pediatría y gineco-obstetricia

Tercer nivel: Aquí se agrupan los hospitales de alta especialidad, cuyas subespecialidades y/o equipos no existen en el segundo nivel de atención. Aquí se atienden problemas de salud que requieren un mayor conocimiento o tecnología específica. (Rea,2020; párrs 3, 6- 7)

Actualmente se enfrenta la pandemia del Covid19 (se descubrió en un brote surgido en la ciudad Wuhan (China) con síntomas como fiebre, tos seca y cansancio) poniendo a prueba nuevamente la infraestructura de los hospitales la cual no ha podido dar abasto en ciertos lugares por ejemplo la segunda ola que se está presentando en Europa en países como Italia, “el día 13 de noviembre presento 40.902 casos de infecciones nuevas con 550 fallecidos”(EFE,2020, párr. 1) acercándose al borde del colapso hospitalario En Bogotá actualmente experimentamos un proceso de reactivación lenta después de la primera ola de casos la cual tuvo picos como los registrados el 31 de julio con 101.955 casos positivos con una ocupación del 88.5% “De las 1.486 camas disponibles que había el 14 de julio de 2020, la ciudad alcanzó a ocupar 1.446, por lo que solo quedó con 40 camas desocupadas” (Semana,2020,párr. 6) acercándose al límite de la capacidad disponible.

Debido a esta situación se han debido plantear soluciones modulares para adaptar espacios que no estaban diseñados para cumplir la función de atender a la población, con el objetivo de mitigar los efectos causados por la pandemia en el mundo con la intención de salvar la mayor cantidad de vidas posibles. Bajo esta necesidad y los diversos problemas que ha generado sobre la población, siendo afectada principalmente la que cuenta con bajos recursos, debido a la falta de hospitales con la infraestructura necesaria para ser tratados, teniendo que ser remitidos a centros de salud con mejores instalaciones, pero con una capacidad saturada debido a la cantidad de personas que presentan problemas de salud, lo cual les impide brindar un servicio adecuado a la población, “el estudio de la Capacidad hospitalaria instalada en Bogotá frente a la COVID-19' evidencia la baja cantidad de camas de hospitalización (8.329) y de UCI (1.179 entre pediátricas y adultos), con una menor concentración hacia el suroccidente de la ciudad” (uniandes,2020; párr.2) siendo una cantidad baja en relación con una población de 7.181 millones según la OMS debe haber 1.5 camas hospitalarias por cada 1000 habitantes y reflejando uno de los problemas infraestructura que presenta América latina referente a la capacidad disponible con 3.5 hospitales por cada 100.000 habitantes.(cámara de comercio de Bogotá (CCB),2020)

Además, podemos encontrar, áreas de emergencia que no cuentan con la capacidad suficiente para albergar una gran cantidad de pacientes por lo cual se deben quedar en periodos largos de observación, o los largos periodos que se necesitan para ampliar la capacidad de un hospital existente como por ejemplo el hospital de Kennedy, iniciando un proceso de licitación en el año 2010 para la construcción de una nueva torre de urgencias proceso que ha tenido varios tropiezos siendo reanudado varias veces la última en el año 2018 y con fecha de entrega prevista para febrero de 2020, pero debido a la pandemia se ha vuelto a postergar su entrega una vez más sin una fecha estimada. (Datéate,2020)

Se propone investigar la capacidad de adaptación que presenta la infraestructura actual de los hospitales y como esta se ha adaptado para afrontar la pandemia del COVID- analizando el diseño que tienen tres hospitales ubicados en el departamento de Cundinamarca. Los casos de estudios serian el Hospital universitario la samaritana ubicado en la ciudad de Bogotá, hospital regional de Zipaquirá y el hospital san Rafael de Facatativá caracterizando el entorno mediante estudios de escala maso, meso y micro para identificar las dinámicas urbanas que tiene cada hospital, implementado la metodología BIM para realizar análisis de la planta arquitectónica, relaciones de servicios y subespecialidades identificando los problemas existentes y planteando estrategias que se puedan implementar en la infraestructura actual que presenta cada uno de los casos de estudio

**Hipótesis**

Partiendo del reconocimiento de la grave crisis que ha generado la emergencia del Covid-19 en el mundo y como la infraestructura de los hospitales no ha podido dar abasto en ciertos lugares. Es de vital importancia analizar la capacidad de la arquitectura hospitalaria y determinar cómo se puede mejorar la infraestructura actual de los hospitales, mediante una propuesta arquitectónica que permita ampliar la capacidad de los servicios hospitalarios según lo requiera la situación incorporando un sistema prefabricado que se pueda construir rápidamente, si la propuesta arquitectónica se incorpora de manera adecuada en los tres casos de estudio permitirá ampliar los servicios hospitalarios rápidamente para adaptarse a las emergencia generada por la pandemia del COVID-19 y los futuros eventos que afecten a la sociedad.

**Objetivos****Objetivo General**

Analizar la infraestructura hospitalaria existente, identificando adaptaciones y cambios funcionales causados por la pandemia del covid-19 para formular recomendaciones de diseño que promuevan habitabilidad y confort ambiental

**Objetivos Específicos**

- Caracterizar el diseño arquitectónico y la adaptación espacial de tres casos de estudio, para reconocer problemas funcionales y ambientales de infraestructura.
- Formular estrategias funcionales y bioclimáticas que se puedan integrar en la infraestructura actual que presentan los tres casos de estudio
- Desarrollar análisis de interferencias, sostenibilidad, costos, constructibilidad, de la estrategia propuesta
- Evaluar las estrategias propuestas y existentes para mitigar los efectos de la pandemia del COVID 19

**Metodología**

El presente proyecto de investigación plantea tres objetivos específicos y sobre la base de cada objetivo se plantearon las técnicas e instrumentos que se van a implementar en el desarrollo de la investigación.

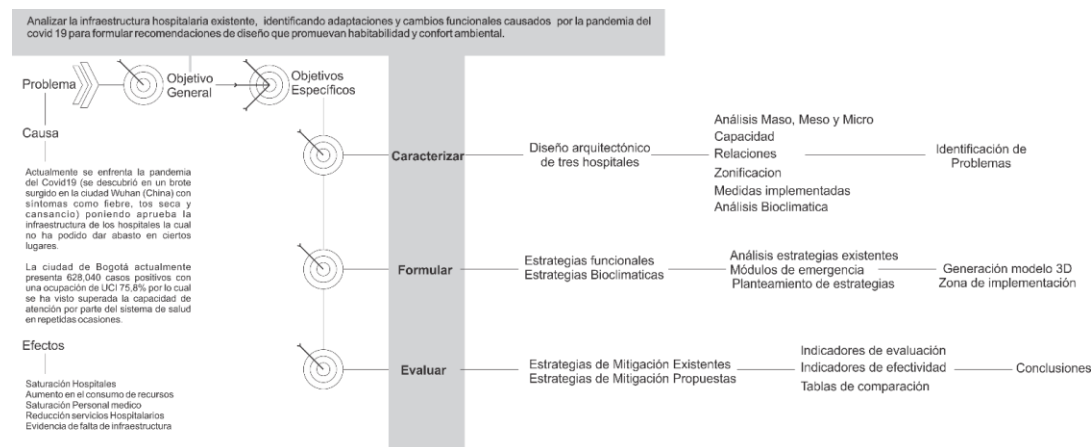
Para el primer objetivo se utiliza el análisis macro, meso y micro en cada uno de los casos de estudio para la caracterización del entorno, acompañado de los planos arquitectónicos, generando zonificaciones de cada planta, relaciones de cada una de las especialidades, identificando los cambios generados por la pandemia del Covid-19.

Para el segundo objetivo con el análisis realizado y la identificación de los problemas particulares que presenta cada caso de estudio, se plantean estrategias a nivel funcional y bioclimático, para implementarlas en la infraestructura actual detallando la propuesta en uno de los casos de estudio.

Para el tercer objetivo se generan indicadores de evaluación, acompañadas de tablas comparativas, permitiendo generar conclusiones sobre la efectividad de las estrategias de mitigación implementadas en cada hospital y las estrategias propuestas en la investigación.

**Figura 1**

*Metodología propuesta*



*Nota.* Metodología propuesta para la investigación. Elaboración propia



## CAPÍTULO II: Marco de análisis

### Marco Conceptual

La pandemia del COVID 19 es un brote surgido en la ciudad de Wuhan ubicada en China, en diciembre del año 2019 la enfermedad presenta síntomas como fiebre, tos seca y cansancio, afecta de manera diferente a la población variando síntomas por rango de edad y afecciones previas de la persona en la mayoría se presentan problemas respiratorios leves a moderados, infecciones severas que pueden conllevar la muerte de la persona, el virus ha alcanzado 257 millones de casos positivos en el mundo. (Orús,2020)

El virus hace parte de la familia coronavirus siendo un virus patógeno para animales y humanos, teniendo variantes como el síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) el cual se presentó del año 2002 al año 2003 y en el año 2012 en Arabia Saudita se identificó otra variante de coronavirus siendo el síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS-CoV), estos virus pueden ser contrarrestados con algunos métodos de forma efectiva por solventes que incluyen el éter al 75%, etanol, desinfectantes que contienen ácido peroxiacético, cloroformo y cloro siendo las principales medidas de desinfección para los espacios y las medidas de bioseguridad implementadas para la población como el uso de mascarillas, alcoholes, gel desinfectante y guantes.(Fernandez,2020)

Esta situación generó una saturación en el sistema de salud a nivel general con picos de ocupación en UCI y problema de atención en los hospitales, por la saturación de los diferentes tipos de unidades, cada hospital cambió parte de su infraestructura, para adaptarse a la pandemia implementando zonas de pre triage para el diagnóstico de pacientes, el uso de consultorios consulta externa implementando medidas de mitigación siendo utilizados para la atención de pacientes confirmados, cambios en la atención de UCI, cambios a nivel funcional, delimitación de espacios para generar puntos de aislamiento entre la población, generando zonas destinadas para el personal médico que enfrenta la pandemia adaptándolos a las medidas de bioseguridad usadas por el personal, cambios en la disposición de residuos

y servicios de atención al paciente reduciendo la capacidad para cirugías y aumentando la atención mediante llamadas y videollamadas. Aparte de los cambios en la infraestructura de los hospitales se han planteado varios tipos de módulos de emergencia para la atención de pacientes ubicados en espacios que no estaban destinados para este uso. Con lo cual se ayuda a mitigar los efectos de la pandemia. Los cambios generados en el sistema de salud para enfrentar la pandemia del Covid-19 demuestran la importancia de determinar si las medidas implementadas han sido las correctas, y la capacidad de adaptación del sistema de salud la cual es una de las primeras líneas de atención en situaciones de emergencia.

### **Marco Teórico**

Una de las instituciones más importantes para el desarrollo de la humanidad han sido los hospitales adaptándose para suplir las necesidades de la población frente a las grandes pandemias como la peste negra (1346 y 1353), la viruela (siglo XVIII), la gripe española (1914-1919) que acabaron con gran parte de la población. (Huguet, 2020)

En la actualidad podemos encontrar tres niveles de complejidad dentro las instituciones de salud enfocadas a atender a la población dependiendo de la complejidad de la enfermedad que presente, el primer nivel se enfoca en la atención primaria de los pacientes, el segundo nivel ya es una red de hospitales con servicios de atención más complejos logrando atender urgencias y contando con hospitalización, el tercer nivel se agrupan los hospitales que cuentan con servicios de alta especialización, cuyas sub especialidades no existen en hospitales de segundo nivel de atención.

El sistema de salud global se encuentra ante un reto enorme debido a la infección emergente del virus llamado Coronavirus denominado como Covid-19, surgido en la ciudad de Wuhan en china, a mediados de diciembre del año 2019, actualmente ha superado 119 millones de casos positivos, El principal método de transmisión es a través del contacto físico que se genera en las secreciones de tos de una persona enferma con los síntomas que presenta la enfermedad, la cual también se puede transmitirse mediante el uso de aerosoles y el contacto directo con superficies las cuales pueden estar infectadas.

También existe el posible contagio a través del contacto con una persona asintomática la cual no presenta los síntomas de la enfermedad, lo cual hace la difícil contención del virus, aunque el índice de reproducción del virus relativamente bajo.

Esta situación ha generado una saturación importante sobre el sistema de salud a nivel mundial, determinando las medidas de adaptación que debía implementar la población y cada uno de los hospitales para mitigar el impacto de la pandemia, la implementación de módulos de emergencia como el hospital Wuhan Huoshenshan, construido en 10 días en la ciudad de Wuhan en china lugar donde surgió el brote.

**Tabla 1**

*Medidas de bioseguridad personal medico*

<p><i>Mascarilla N95</i></p> 	<p><i>Traje tyvek y careta</i></p> 
<p>Gorros desechables</p> 	<p>Polainas / Guantes</p> 
<p>Mascarilla quirúrgica</p> 	<p>Bata antilíquido</p> 
<p>Uniforme quirúrgico</p> 	<p>Monogafas</p> 

*Nota.* La figura representa las medidas utilizadas por el personal médico para la atención de la población en la pandemia. Tomado de "covid19 ruta de ingreso y egreso áreas hospitalarias en 2021" "Hospital Universitario la Samaritana, 2020.




(<https://www.hus.org.co/index.php?idcategoria=14521-03PH60-V2-COVID19-RUTA-INGRESO-Y-EGRESO-CLIENTE-INTERNO-UCI-ADULTO>)

La implementación de las medidas de bioseguridad está acompañada de cambios a nivel funcional en los servicios de los hospitales afectando la forma de trabajo del personal de la salud, por la complejidad

de las normas establecidas, para la recolección y desecho del material de trabajo, y el tratamiento de cada uno de los pacientes en las diferentes especialidades que presenta cada uno de los hospitales.

**Tabla 2**

*Adaptaciones para el diagnóstico de los pacientes*

<p><i>Pre triage</i></p> 	<p><i>Uso de separadores en pre triage</i></p> 
<p>Zonas destinadas para cambio de traje</p> 	<p>Separadores en el hospital</p> 

*Nota.* La figura representa los cambios implementados en el Hospital Universitario la Samaritana 2021 Tomado de "Preparación HUS Covid-19 en 2021" ESE Hospital Universitario de La Samaritana,2020.

([https://www.youtube.com/watch?v=MSxv3n8DHj4&ab\\_channel=ESEHospitalUniversitariodeLaSamaritana](https://www.youtube.com/watch?v=MSxv3n8DHj4&ab_channel=ESEHospitalUniversitariodeLaSamaritana))

Para adaptarse a la pandemia se han implementado zonas de pre triage para el diagnóstico de pacientes con cambios a nivel funcional, delimitando los espacios para generar puntos de aislamiento entre la población, generando zonas destinadas para el personal médico que afronta la pandemia adaptándolos con las medidas de bioseguridad pertinentes con espacios destinados para el descanso y alimentación del personal de la salud, basados en los diferentes documentos de bioseguridad generados por el estado para que las entidades prestadoras de salud generen los lineamientos y parámetros adecuados para la prevención y control del virus covid-19 en el interior de los hospitales.

## Marco Referencial Hospital Wuhan Huoshenshan

Figura 2

### Hospital Wuhan Huoshenshan



*Nota.* Imagen izquierda Implantación del hospital Wuhan Huoshenshan tomado de “Una mirada de cerca a los hospitales en China construidos para controlar la pandemia del COVID-19” por Milly Moe, 2021.

(<https://www.archdaily.co/co/937687/una-mirada-de-cerca-a-los-hospitales-en-china-construidos-para-controlar-la-pandemia-del-covid-19>)

Imagen derecha Construcción del hospital tomado de “How China Built Two Coronavirus Hospitals in Just Over a Week” por J. Wang, 2021. (<https://www.wsj.com/articles/how-china-can-build-a-coronavirus-hospital-in-10-days-11580397751>)

En la ciudad de Wuhan en china, el gobierno chino ha construido el hospital Huoshenshan con el objetivo de atender a pacientes con síntomas relacionados con la enfermedad del Covid-19, el hospital toma como referente la construcción del Hospital Xiao Tangshan de Beijing, finalizado en una semana en el año 2003. El proyecto fue terminado por un equipo de 7.000 trabajadores, utilizando un sistema modular para su construcción la instalación tiene dos pisos cuenta con 30 UCI, el edificio tiene un área de 25.000 metros cuadrados tiene dos plantas y está construido con módulos prefabricados con una estructura metálica con paneles prefabricados que van uniéndose para generar la instalación del hospital. con disponibilidad de 1.000 camas y 1.400 empleados, el hospital fue construido desde cero en 10 días, los primeros días se utilizaron para la adecuación del terreno, y posteriormente se realizaron la construcción de los pilares donde se instalarían los módulos de emergencia. (Moe, 2021)

## **Estado del arte**

### **Transformación de la arquitectura desde el covid-19**

**Objetivo:** Hace un recorrido histórico por las crisis de salud y los cambios generados a través de la historia, hasta la situación actual del COVID 19 y las medidas de mitigación implementadas.

Según Salvador-Ferrín, 2020 todos los hechos acontecidos en las pandemias pasadas; son fundamentales para identificar los cambios implementados en la arquitectura. Las pandemias y epidemias del pasado nos sirven de antecedente teórico y empírico para abordar el tema dentro de una investigación abordando la realidad social y cultural en el periodo histórico, funcionando como referente para la situación actual que se vive por el virus del COVID-19

La arquitectura efímera parte de aquellas construcciones transitorias, que son poca duraderas. construidas en materiales con una corta vida útil, para el planteamiento de estas construcciones se deben considerar aspectos del entorno como la iluminación, las sombras y las variables naturales como la fitotectura y la ventilación. Todo esto sirve para determinar las características que requiere la arquitectura actual para generar una propuesta sólida para el tratamiento de la pandemia generada por el COVID-19, estos elementos son de vital importancia para tomar en cuenta esta nueva transformación, donde no solo se toma la edificación como eje central, también se debe considerar el espacio público, estos espacios donde se acumula la multitud de componentes móviles e inertes necesarios para la sobrevivencia.

### **Conclusión**

La arquitectura efímera generó una respuesta rápida con el objetivo de prevenir el contagio del COVID-19. Ahora se debe considerar la arquitectura permanente que se enfoca en unos ideales para generar espacios que promuevan el bienestar de la salud mental y física de las personas, por lo que se debe contemplar la necesidad que tiene la población de crear espacios naturales y verdes de mayor tamaño sin olvidarse de plantear espacios automatizados en la ciudad.

**Método para la implementación de sistemas solares activos en establecimientos hospitalarios,  
estudio de caso en el Hospital Clínico del Sur, Concepción, Chile**

**Objetivo:** El trabajo analiza los procedimientos utilizados actualmente para la instalación de equipos fotovoltaicos, identificando labores adicionales, proponiendo un modelo de metodología unificada para el pabellón de hospitalización del Hospital Clínico del Sur en la ciudad de Concepción, en Chile.

Según Alberto Nope, 2017 al momento de realizar el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica es importante involucrar los aspectos energéticos , arquitectónicos y económicos de la edificación en un solo proceso para optimizar los tiempos de las diferentes especialidades involucradas en el proyecto.

Partiendo del reconocimiento de las necesidades que tiene la edificación en su consumo energético, se pueden generar parámetros sobre la eficiencia que debe tener la red fotovoltaica para ello es importante realizar simulaciones sobre las superficies encontrando el sitio óptimo para la ubicación de los paneles, sin que afecte la capacidad estructural de la edificación, con todos lo parámetro cumplidos se realiza un estudio de mercado para encontrar la solución que cumpla con todos los requisitos necesarios sin un sobre coste en su precio.

**Conclusión**

El análisis de varios métodos de estudio, apoyado con herramientas digitales para realizar simulaciones, permite evidenciar carencias en el diseño arquitectónico y funcional de un edificio. Mediante el cálculo del consumo energético, y el análisis de la potencial solar de las distintas superficies permite comparar distintas tecnologías, se puede concluir que el modelo utilizado se puede utilizar en las fases tempranas de diseño para mejorar su desempeño y disminuir su consumo energético.

## CAPÍTULO III: Caracterización casos de estudio

## Hospital Universitario la Samaritana

## Análisis del entorno

## Figura 3

*Hospital universitario la samaritana análisis Vías – Población*



*Nota.* Imagen Izquierda análisis micro estructura Vial – Imagen derecha Análisis micro distribución de la población Hospital universitario la samaritana. Adaptado de “Google maps ,2021”

(<https://www.google.com/maps/place/Hospital+de+la+Samaritana/@4.5857421,74.0834523,869m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e3f99020c650a27:0xb36fa1add6c6ee00!8m2!3d4.5874467!4d-74.0837139>)

El hospital universitario la samaritana se ubica en la ciudad de Bogotá, localidad de Santa fe, en la carrera 8 No. 0-29 Sur, fundado por Jorge Cavelier , “el comienzo de la institución se oficializa mediante la Ordenanza 24 de Abril 28 de 1932, expedida por la Asamblea de Cundinamarca y por Decreto No. 847 de Octubre 5 de 1933.” (Hospital Universitario la Samaritana [HUS],2020; párr. 1)

El hospital se encuentra cerca de una vía arterial como la carrera 10 permitiendo el acceso rápido de las ambulancias, las vías de secundarias cerca del hospital no se encuentran en el mejor estado lo cual puede dificultar el acceso sobre la carrera 8, para el análisis de la población s se identifican unas zonas de concentración media de población con una mayoría en el rango de edad 20 – 39 con 3321 personas el rango más bajo se encuentra más de 59 años con 1010 personas siendo la población más vulnerable al virus.

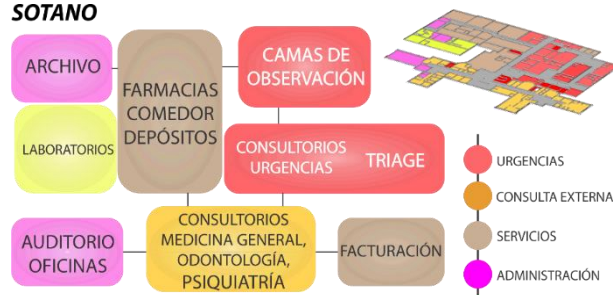


**Análisis infraestructura actual**

**Figura 4**

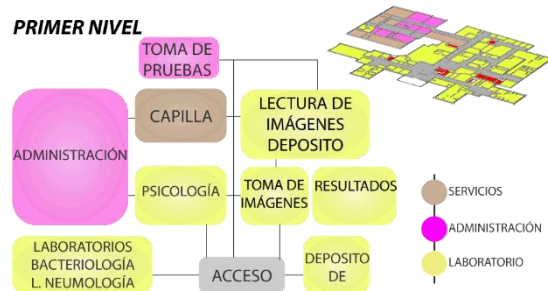
*Distribución - Cuadro de áreas. sótano, primer y Segundo piso*

**SOTANO**



ESPACIO	ÁREA
ADMINISTRACIÓN	227 m2
CONSULTA EXTERNA	776 m2
URGENCIAS	760 m2
SERVICIOS	581 m2
LABORATORIOS	261 m2
ESCALERAS / ASCENSORES	112 m2
CIRCULACIÓN	693 m2
<b>TOTAL</b>	<b>3335 m2</b>

**PRIMER NIVEL**



ESPACIO	ÁREA
ADMINISTRACIÓN	530 m2
LABORATORIOS	1656 m2
ESCALERAS / ASCENSORES	112 m2
SERVICIOS	224 m2
CIRCULACIÓN	748 m2
<b>TOTAL</b>	<b>3270 m2</b>

**SEGUNDO NIVEL**



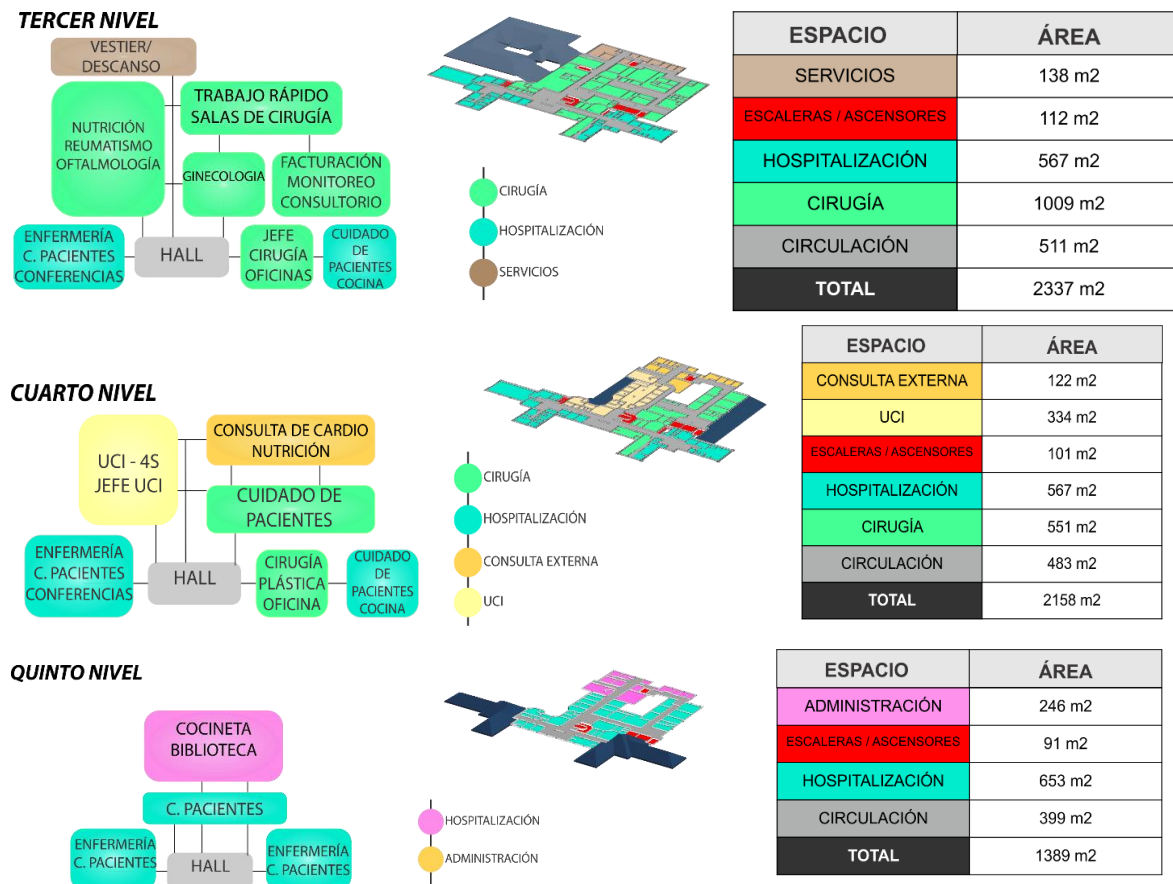
ESPACIO	ÁREA
ADMINISTRACIÓN	694 m2
UCI	293 m2
ESCALERAS / ASCENSORES	112 m2
HOSPITALIZACIÓN	567 m2
CIRUGÍA	805 m2
CIRCULACIÓN	741 m2
<b>TOTAL</b>	<b>3212 m2</b>

*Nota.* Imagen superior Infraestructura Primer piso – Imagen inferior Infraestructura segundo piso hospital universitario la samaritana. Elaboración propia

El sótano tiene un área de 3335 m2, presenta dos usos prioritarios siendo el área de urgencias y consulta externa siendo una ubicación rara considerando que estos servicios usualmente se encuentran en el primer piso facilitando la conexión entre urgencias y las ambulancias. El primer piso tiene un área de 3270 m2, presenta un mayor uso enfocado para laboratorios, con un bajo uso de servicios siendo representado por la capilla que presenta el hospital, el segundo piso tiene un área de 3212 m2, presenta un mayor uso enfocado para cirugía siendo un área, con un bajo uso de UCI siendo utilizado para neonatales en este piso.

**Figura 5**

*Distribución – Cuadro de áreas. Tercer, cuarto y quinto piso*



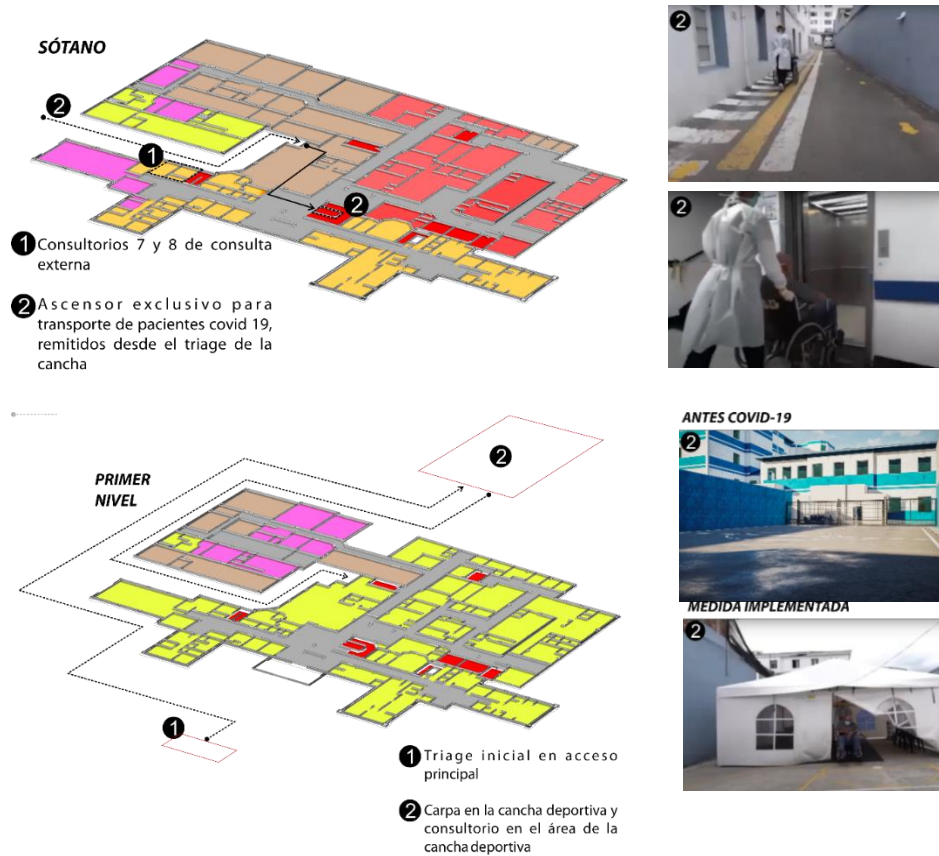
Nota. Infraestructura Tercer piso hospital universitario la samaritana. Elaboración propia

El tercer piso tiene un área de 2337 m2, presenta un mayor uso enfocado para cirugía, siendo una zona destinada para el trabajo y realización de cirugías con espacios para hospitalización para el cuidado y observación del paciente, el cuarto piso tiene un área de 2158 m2, presenta varios tipos de usos como cirugía, consulta externa hospitalización y UCI, siendo predominante los servicios de hospitalización y cirugía con un bajo uso destinado para consulta externa, el quinto piso tiene un área de 1389 m2, presenta un uso enfocado al servicio de hospitalización con una zona utilizada para administración por el hospital de la salud y los estudiantes de la institución que realizan sus prácticas en el hospital dotado con un área de biblioteca y descanso en este piso.

## Medidas COVID – 19 implementadas por la institución

Figura 6

*HUS Sótano medidas implementadas tratamiento COVID 19*

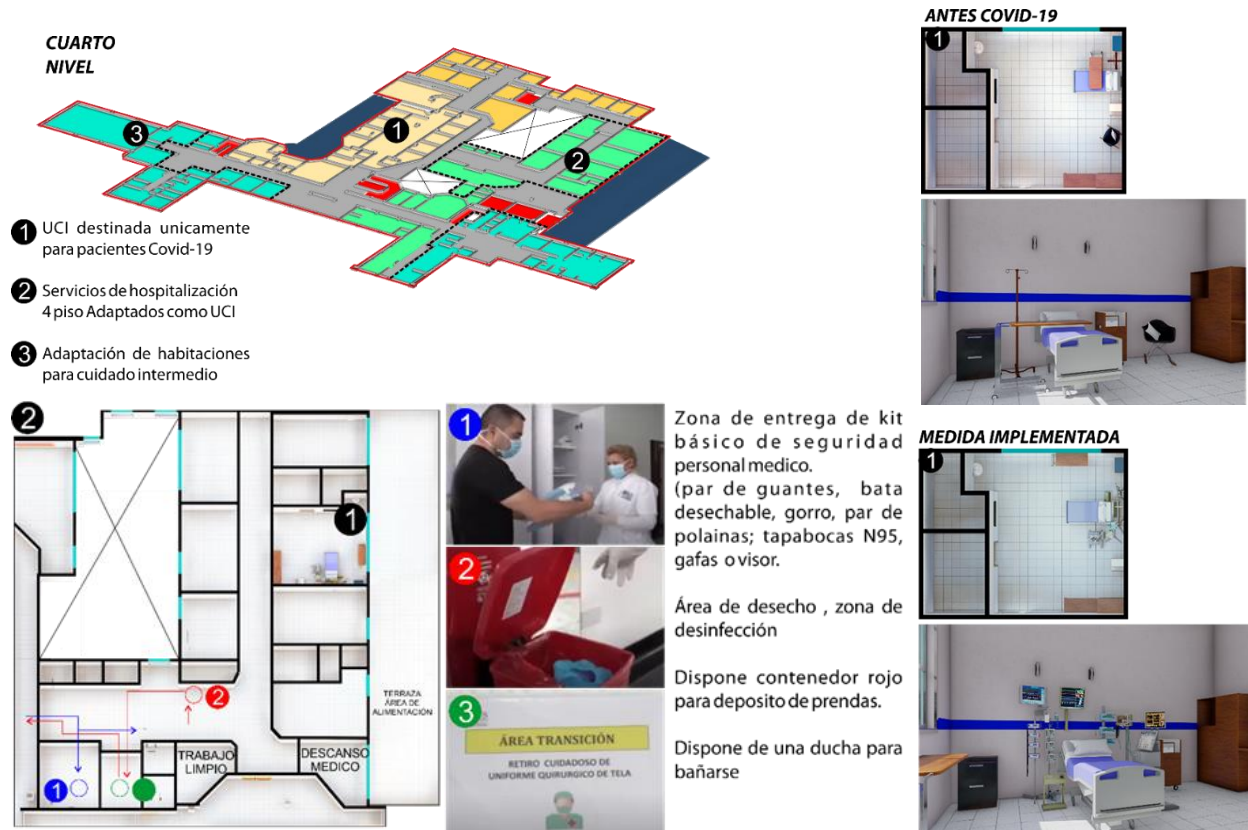


*Nota.* Medidas Sótano hospital universitario la samaritana. Elaboración propia, imágenes tomadas de “Preparación HUS Covid-19.” ESE Hospital Universitario de La Samaritana, 2020. ([https://www.youtube.com/watch?v=MSxv3n8DHj4&ab\\_channel=ESEHospitalUniversitariodeLaSamaritana](https://www.youtube.com/watch?v=MSxv3n8DHj4&ab_channel=ESEHospitalUniversitariodeLaSamaritana))

Las medidas implementadas en este piso son pertinentes sin afectar mucho la prestación de servicios del sótano, logrando delimitar el recorrido que tienen los pacientes confirmados al destinar el ascensor para los pacientes que presentan síntomas. Las medidas implementadas son pertinentes hasta cierto punto no afecta la prestación de servicios del primer piso, la implementación de dos carpas cada una con capacidad de 8 camillas puede no ser la mejor opción debido a la apertura que genera el acceso y salida de pacientes, con una enfermedad que se propaga por aire en una zona donde el paciente se debe retirar el tapabocas para la realización del diagnóstico.

Figura 7

HUS Cuarto Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19



Nota. Medidas Cuarto piso hospital universitario la samaritana. Elaboración propia

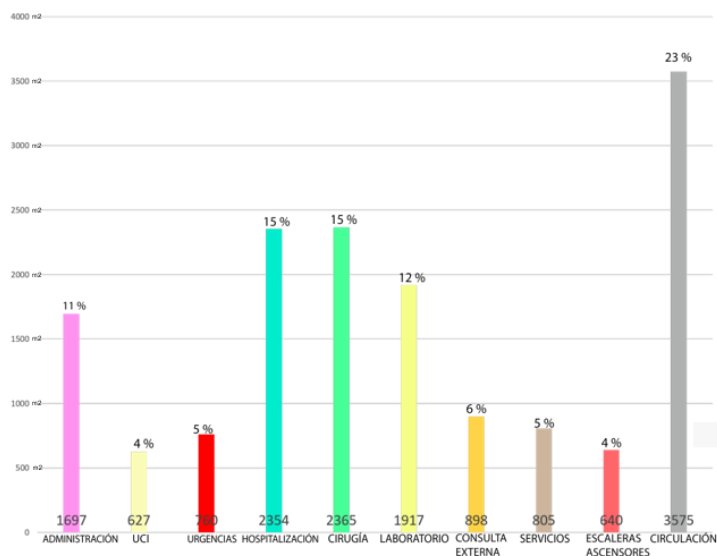
El cuarto piso ha sido destinado en su totalidad por la institución para el tratamiento de la enfermedad por lo cual los servicios que prestaba de hospitalización, cirugía , consulta externa y UCI, serian distribuidos sobre el segundo y tercer piso generando una carga adicional sobre estos pisos afectando la prestación de servicios , sin embargo, la medida es pertinente generando la separación entre los pacientes con caso positivo para COVID y los pacientes que tienen otras necesidades lo cual permite generar filtros para asegurar la seguridad de los pacientes que están siendo tratados en la institución. La adaptación sobre la zona de hospitalización, genera varios filtros y procedimientos para el ingreso y egreso de la zona, que debe seguir el personal de la salud por lo cual se generan cambios a nivel de la prestación

de servicios. La adaptación de las habitaciones, la imagen uno representa una habitación de hospitalización básica con el siguiente mobiliario: Cama, Mesilla, Silla o sillón, Armario y un biombo en el caso de las habitaciones para dos pacientes, la adaptación para conversión en UCI se representa en la imagen dos, cambia parte del mobiliario y se agrega equipo de cuidado intensivo como Monitor cardiorrespiratorio, Respirador, bombas de nutrición, desfibrilador, bombas de infusión, generando un cambio a nivel de infraestructura sobre el equipo que presentaba la zona de hospitalización.

**Cambios Generados sobre la Infraestructura**

**Figura 8**

*Distribución de servicios Hospital universitario la Samaritana*



HOSPITAL LA SAMARITANA CONSOLIDADO	
ESPACIO	ÁREA
ADMINISTRACIÓN	1697 m2
UCI	627 m2
URGENCIAS	760 m2
HOSPITALIZACIÓN	2354 m2
CIRUGÍA	2365 m2
LABORATORIO	1917 m2
CONSULTA EXTERNA	898 m2
SERVICIOS	805 m2
ESCALERAS / ASCENSORES	640 m2
CIRCULACIÓN	3575 m2
<b>TOTAL</b>	<b>15638 m2</b>

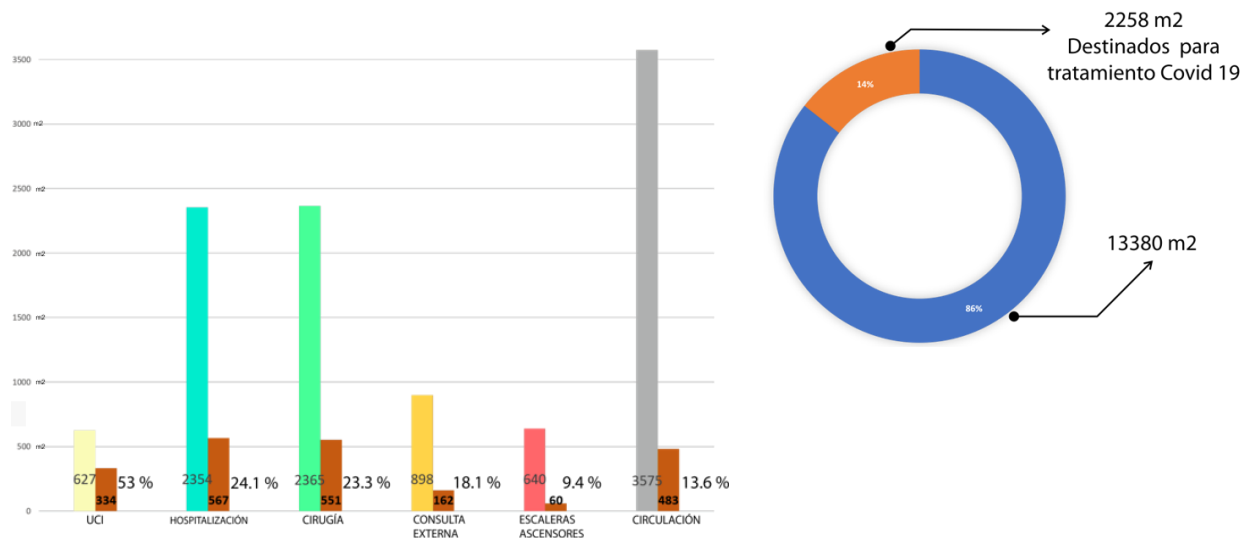
*Nota.*

Servicios hospital universitario la samaritana. Elaboración propia

El hospital tiene un área de 15638 m2, está enfocado en servicios de cirugía y hospitalización para apoyar la zona de cirugía, los servicios de laboratorio y administración presentan un área similar, la UCI es el servicio que presenta menos área del hospital y es la unidad principal en el tratamiento de pacientes positivo para COVID 19

**Figura 9**

Área y servicios afectados Hospital universitario la Samaritana



Nota. Área y servicios afectados hospital universitario la samaritana. Elaboración propia

El servicio más afectado es la UCI destinando un 53% de la infraestructura para la atención de pacientes, seguido de la zona de cirugía con un 23.3 % y hospitalización con un 24.1 % ubicadas en el cuarto piso siendo adaptadas para atención de pacientes, el servicio de cirugía siendo adaptado como tipo UCI y hospitalización como unidad de cuidado intermedio mediante la incorporación de ventiladores como soporte respiratorio para el paciente que lo necesite.

Encontramos que se ha destinado una infraestructura considerable para el tratamiento de la pandemia principalmente la zona de UCI hospitalización y cirugía ubicadas en el cuarto piso las cuales fueron adaptas en habitaciones de UCI y habitaciones de cuidado intermedio, siendo una adaptación a nivel de servicios sin cambiar la infraestructura existente para el tratamiento de la pandemia lo cual genera una carga en todo el hospital con los cambio de servicios los cuales se deben distribuir en el resto de pisos que presentan ese tipo de servicios



## Hospital Regional de Zipaquirá

### Análisis del entorno

**Figura 10**

*Hospital Regional de Zipaquirá análisis Vías – Población*



*Nota.* Localización Hospital regional de Zipaquirá tomada de Google maps 2021 (<https://www.google.com/maps/search/hospital+regional+de+zipaquir%C3%A1/@5.0146372,74.0045549,217m/data=!3m1!1e3>)

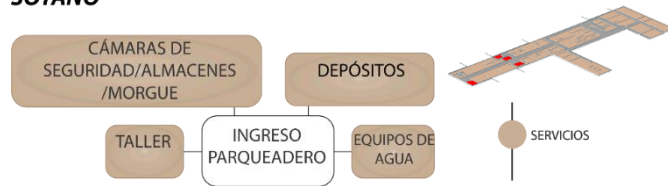
El hospital regional de Zipaquirá se ubica en el municipio de Zipaquirá, sobre el borde del casco urbano, Calle 1 sur No. 15-90, Colombia, El 26 de noviembre de 2019 se realizó la Inauguración del nuevo Hospital de Mediana y Alta Complejidad y el segundo más grande y dotado de Cundinamarca, La administración de este hospital se está desarrollando gracias al convenio interadministrativo entre el Departamento de Cundinamarca y la Empresa Social del Estado Hospital Universitario de La Samaritana, de esta forma se sigue con el proceso de impulsar nuevos estándares de salud con eficiencia, calidad y humanización, el hospital se encuentra cerca de una vía arterial como la carrera 10 permitiendo el acceso rápido de las ambulancias, las vías de secundarias cerca del hospital no se encuentran en el mejor estado lo cual puede dificultar el acceso sobre la carrera 8, Cerca del hospital se identifican unas zonas de concentración baja de población con una mayoría en el rango de edad 40 - 59 con 300 personas el rango más bajo se encuentra la población 0 - 9 años con 100 personas siendo una densidad baja alcanzando solo 1065 personas debido a la localización del hospital en el borde del casco urbano del municipio.

**Análisis infraestructura actual**

**Figura 11**

*Distribución – Cuadro de áreas sótano ,primer nivel y segundo nivel*

**SOTANO**



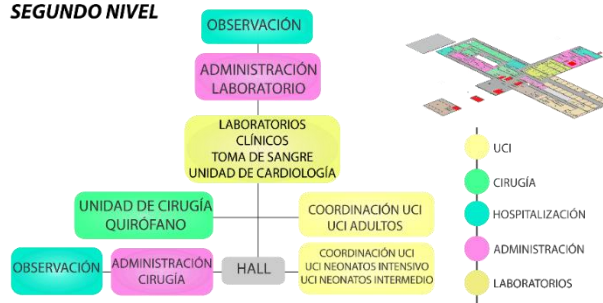
ESPACIO	ÁREA
SERVICIOS	1820 m2
ESCALERAS / ASCENSORES	73 m2
CIRCULACIÓN	563 m2
<b>TOTAL</b>	<b>1213 m2</b>

**PRIMER NIVEL**



ESPACIO	ÁREA
CONSULTA EXTERNA	1113 m2
URGENCIAS	703 m2
SERVICIOS	308 m2
LABORATORIOS	605 m2
ESCALERAS / ASCENSORES	156 m2
CIRCULACIÓN	780 m2
<b>TOTAL</b>	<b>3665 m2</b>

**SEGUNDO NIVEL**



ESPACIO	ÁREA
ADMINISTRACIÓN	517 m2
UCI	724 m2
ESCALERAS / ASCENSORES	156 m2
HOSPITALIZACIÓN	310 m2
CIRUGÍA	510 m2
LABORATORIO	362 m2
CIRCULACIÓN	921 m2
<b>TOTAL</b>	<b>3836 m2</b>

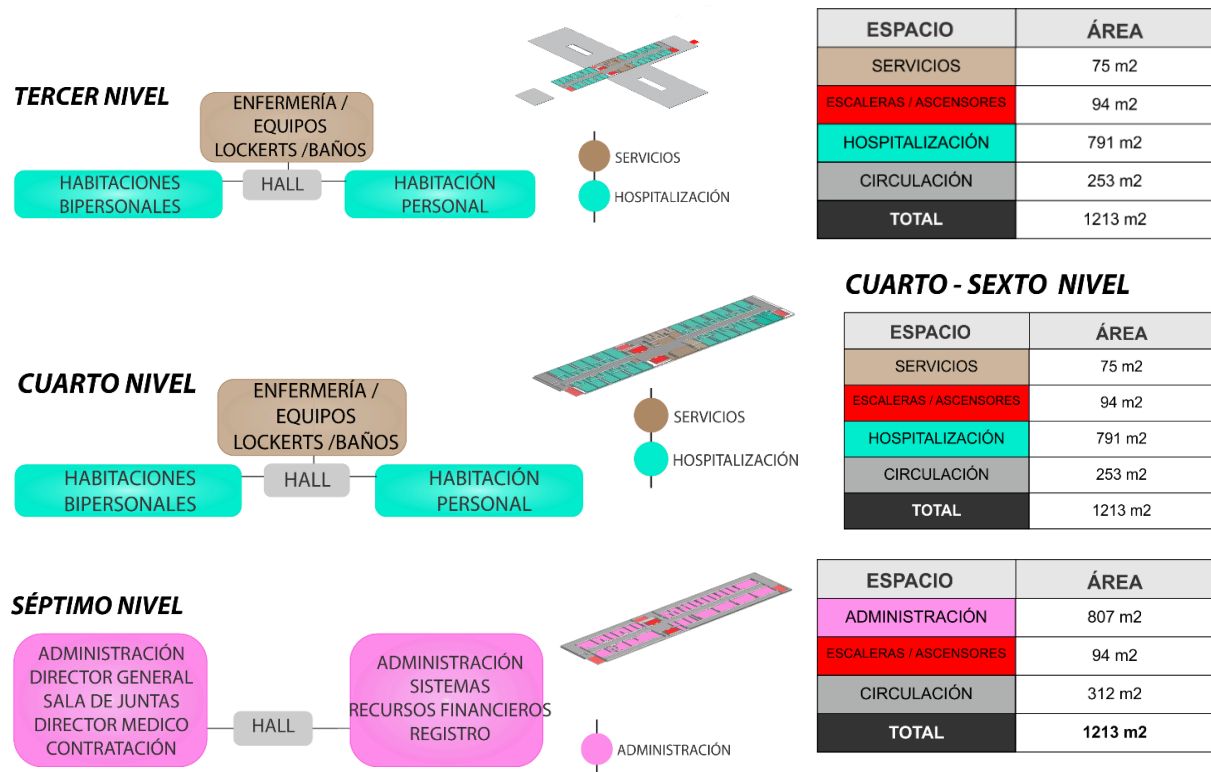
Nota. Infraestructura sótano hospital Regional de Zipaquirá. Elaboración propia

El sótano tiene un área de 1213 m2, está destinado para los servicios del hospital contando con el área de las instalaciones, los depósitos y almacenes, zona de mantenimiento y área de seguridad, el primer piso tiene un área de 3665 m2, se enfoca en tres tipos de servicios, urgencias, laboratorios y consulta externa con 1113 m2 presenta la mayor área para prestar servicio en este piso, seguido del área de urgencias y el segundo piso tiene un área de 3836 m2, se enfoca en tres usos principales como laboratorio el cual presenta 362 m2 cuenta con su administración, cirugía la cual tiene un área de 510 m2 cuenta con el apoyo de una zona de hospitalización con 310m2 para el cuidado de los pacientes que atienda este servicio, este piso cuenta con UCI con 724 m2 está dividida en dos zonas, UCI adultos y UCI neonatales, el hospital solo presenta este servicio en este piso.



**Figura 12**

*Distribución – Cuadro de área. Tercer, cuarto – sexto y séptimo piso.*



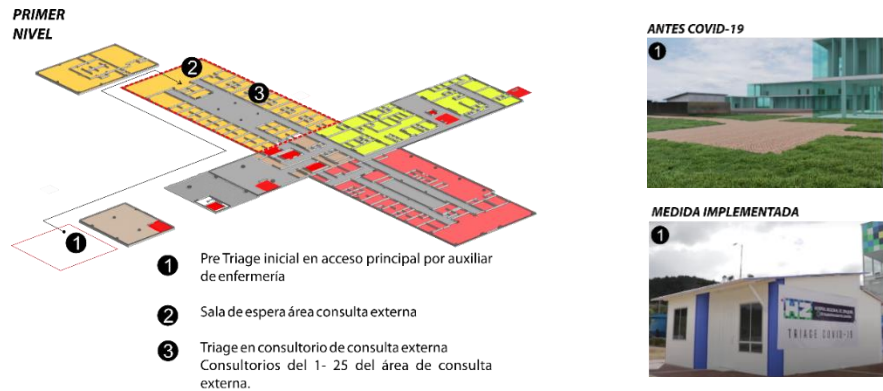
Nota. Infraestructura Tercer piso hospital Regional de Zipaquirá. Elaboración propia

El tercer piso tiene un área de 1213 m2, está enfocado en el servicio de hospitalización con un área de 791 m2 presentando dos tipos de habitaciones, la primera destinada para la atención de un solo paciente, y la segunda tipo bipersonal para la atención de dos pacientes. del cuarto al sexto piso del hospital presentan la misma infraestructura a nivel general con un área de 1213 m2, al igual que el tercer piso tienen un uso enfocado a la hospitalización de pacientes presentando dos tipos de habitaciones, la primera destinada para la atención de un solo paciente, y la segunda tipo bipersonal para la atención de dos pacientes con el equipo básico que requieren las habitaciones de hospitalización, el séptimo piso tiene un área de 1213 m2, presenta un uso enfocado al área de administración con 807 m2, tiene las oficinas de recursos financieros que requiere el hospital para su funcionamiento y las oficinas de los directores de las especialidades que presenta el hospital con una sala de juntas.

**Medidas COVID – 19 Implementadas por la institución**

**Figura 13**

*HRZ Primer Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19*

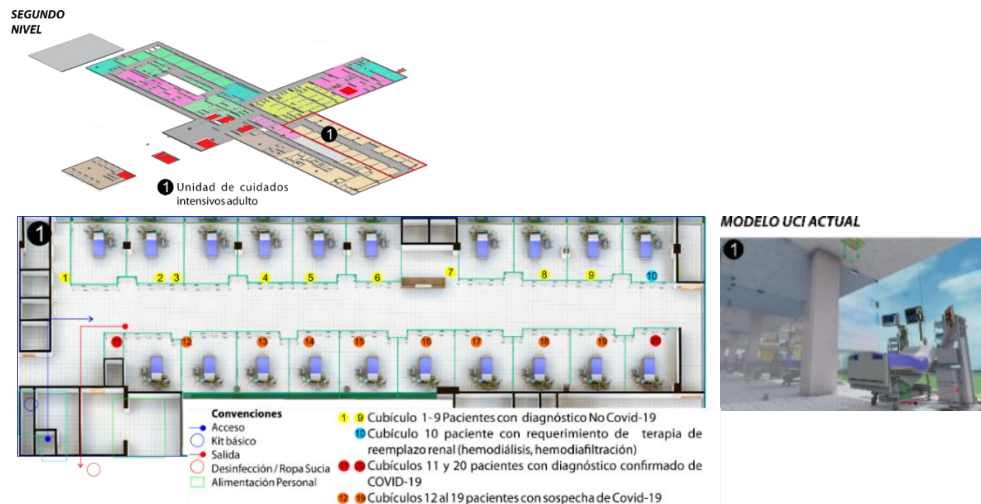


Nota. Medidas primer piso hospital regional de Zipaquirá. Elaboración propia

Parte del primer piso como primera medida se implementa un pre triage junto al comedor del hospital, donde se realiza la toma de datos inicial después el paciente se dirige al área de consulta externa donde se destinaron los consultorios para diagnóstico de los pacientes, esta medida genera una carga adicional afectando el área de consulta externa teniendo que ser distribuida en el segundo piso.

**Figura 14**

*HRZ Segundo Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19*

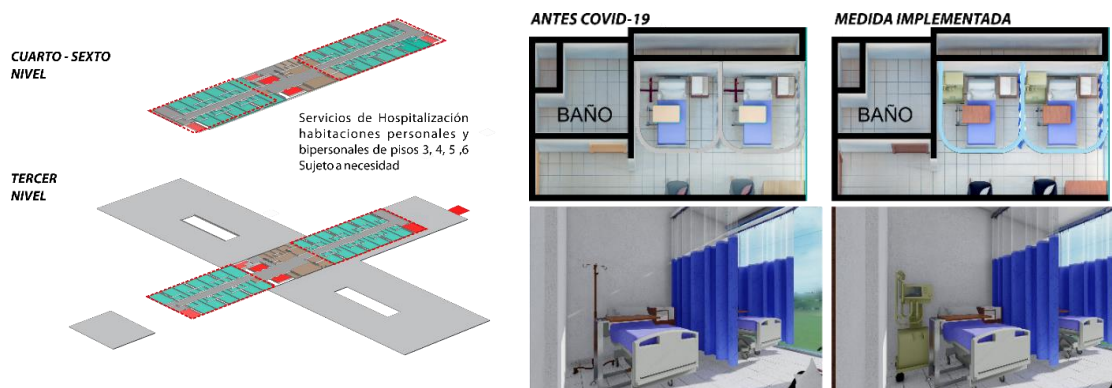


Nota. Medidas Segundo piso hospital regional de Zipaquirá. Elaboración propia

Parte del segundo piso se ha sido destinado para la atención de la enfermedad, se destina la UCI para adultos del piso con un área de 539 m<sup>2</sup>, al igual que el hospital universitario de la samaritana se generan filtros que deben seguir el personal médico para el acceso y atención de los pacientes, se asignan los cubículos de acuerdo a la gravedad de los síntomas del paciente, los cubículos del 1 al 10 se destinan para pacientes que no presentan diagnóstico de COVID – 19, los cubículos del 11 al 20 se destinan para pacientes que presentan diagnóstico positivo para COVID – 19. La UCI presenta un sistema de ventilación apoyado con filtros HEPA ubicado debajo de la camilla el cual se utiliza para filtrar los agentes contaminantes del cubículo del paciente, combinado con el sistema de ventilación del hospital genera una circulación negativa del aire, la cual es ideal para esta situación ya que evita la propagación del virus en el espacio, este sistema de ventilación negativa fue utilizado en el hospital Wuhan Huoshenshan construido en china con sistema modular, debido a su efectividad para controlar la propagación del virus por aire en estos espacios donde se atiende a pacientes con diagnóstico confirmado

### Figura 15

#### HRZ Tercer - Sexto Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19



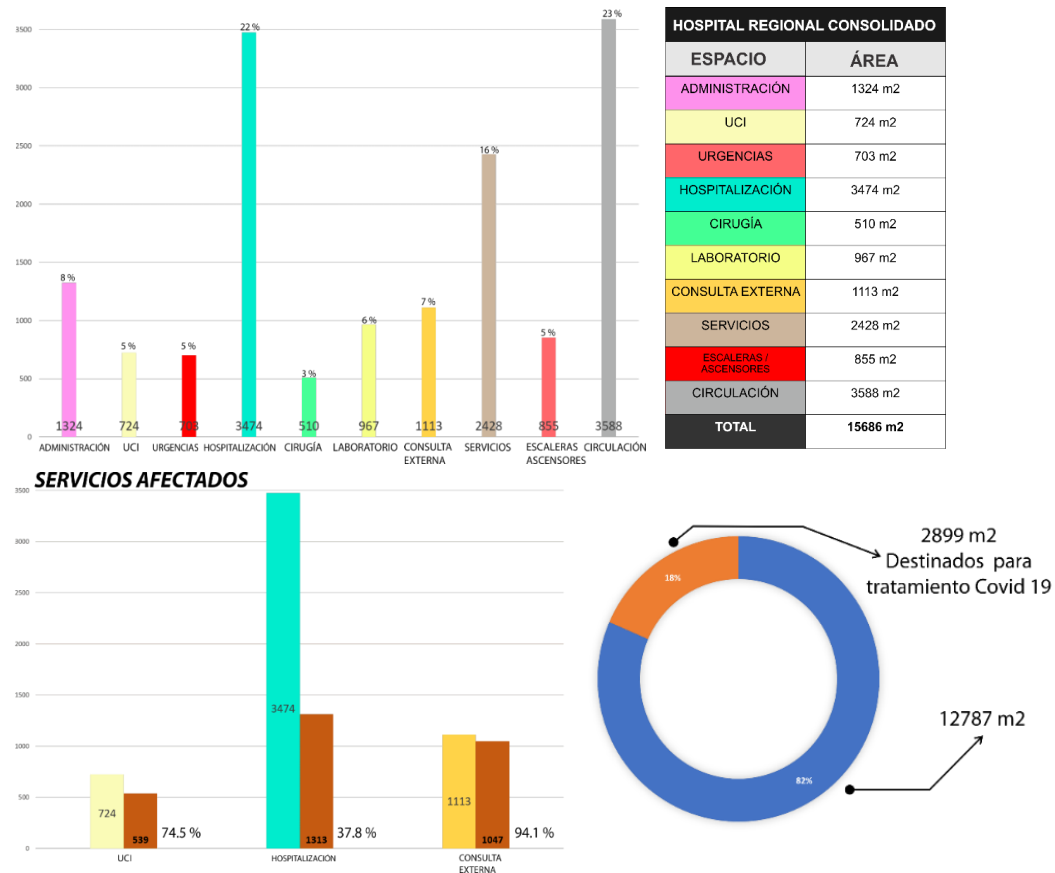
*Nota.* Medidas Tercer - Sexto piso hospital regional de Zipaquirá. Elaboración propia

Sujeto a la necesidad que genere la pandemia el hospital plantea la conversión de las habitaciones existentes del tercer al sexto piso en unidades de cuidado intermedio implementando respiradores mecánicos para los pacientes que requieran apoyo respiratorio.

**Cambios Generados sobre la Infraestructura**

**Figura 16**

*Distribución de servicios Hospital regional de Zipaquirá*



Nota. Servicios hospital regional de Zipaquirá. Elaboración propia

El hospital tiene un área de 15686 m2, destino un 18% de su capacidad, el servicio más afectado es consulta externa destinando un 94.1% de la infraestructura para el diagnóstico de pacientes, la UCI para adultos con un 74.5 % y hospitalización con un 37.8 % ubicado del tercer al sexto piso adaptado como unidades de cuidado intermedio, mediante la incorporación de ventiladores como soporte respiratorio, destinando una infraestructura considerable para el tratamiento de la pandemia, siendo una adaptación a nivel de servicios sin cambiar la infraestructura existente lo cual genera una carga extra en todo el hospital, los cambios de servicios se deben distribuir en el resto de pisos que presentan el mismo tipo de uso siendo igual a la implementada en el hospital universitario de la Samaritana.

## Hospital San Rafael de Facatativá

### Análisis del entorno

Figura 17

*Hospital San Rafael de Facatativá análisis Vías – Población*



Nota. Localización hospital san Rafael de Facatativá tomada de Google maps (<https://www.google.com/maps/search/hospital+regional+de+zipaquir%C3%A1/@5.0146372,74.0045549,217m/data=!3m1!1e3>)

El hospital san Rafael de Facatativá se encuentra, en el borde del casco urbano de la ciudad en la Carrera 2 #1-80 en Cundinamarca, se encuentra cerca de una vía arterial como la carrera 2 permitiendo el acceso rápido de las ambulancias, la carrera 2 está conectada con la vía regional, en general las vías de secundarias cerca del hospital se encuentran en un buen estado lo cual no dificultaría el acceso de las ambulancias a las instalaciones del hospital sobre la calle 1 donde se encuentra el acceso del parqueadero. Cerca de la localización del hospital se identifican unas zonas de concentración alta de población con una mayoría en el rango de edad 20 - 39 con 1532 personas el rango más bajo se encuentra la población más de 59 años con 280 personas siendo la población que tiene más riesgo de contagio grave de la enfermedad siendo una zona con una densidad media alcanzando un rango de 4170 personas en el polígono designado es una población alta comparada con el hospital regional de Zipaquirá teniendo en cuenta la localización de los hospitales en el borde del casco urbano de los municipios.

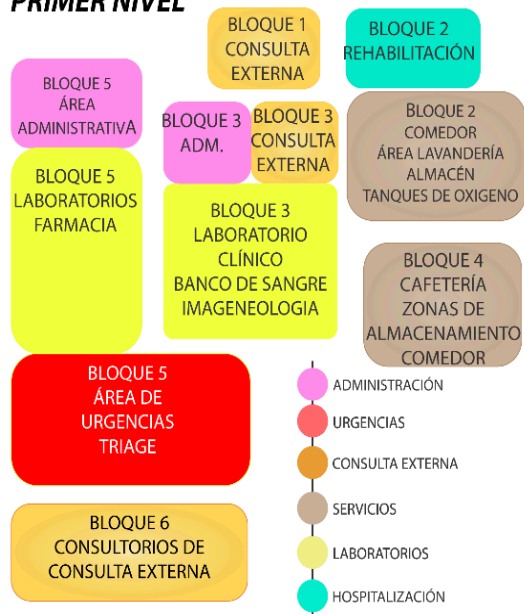


**Análisis infraestructura actual**

**Figura 18**

*Primer piso Distribución – Cuadro de áreas*

**PRIMER NIVEL**

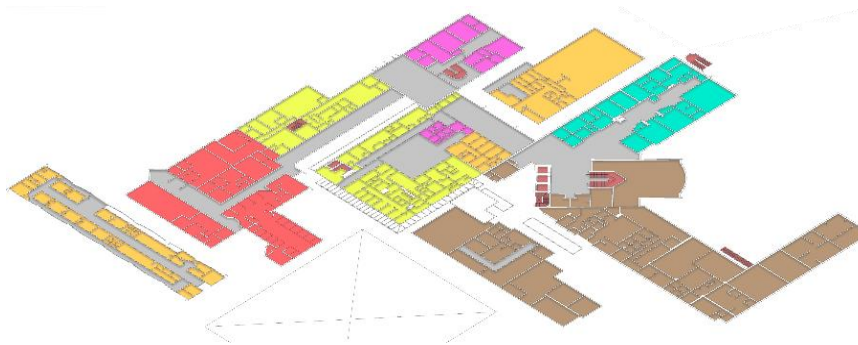


BLOQUE 1 ESPACIOS	ÁREA	BLOQUE 4 ESPACIOS	ÁREA
CONSULTA EXTERNA	320 m <sup>2</sup>	SERVICIOS	586 m <sup>2</sup>
CIRCULACIÓN	110 m <sup>2</sup>	CIRCULACIÓN	81 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>430 m<sup>2</sup></b>	<b>TOTAL</b>	<b>667 m<sup>2</sup></b>

BLOQUE 2 ESPACIOS	ÁREA	BLOQUE 5 ESPACIOS	ÁREA
SERVICIOS	1346 m <sup>2</sup>	ADMINISTRACIÓN	254 m <sup>2</sup>
ESCALERAS / ASCENSORES	80 m <sup>2</sup>	ESCALERAS / ASCENSORES	24 m <sup>2</sup>
HOSPITALIZACIÓN	476 m <sup>2</sup>	URGENCIA	677 m <sup>2</sup>
CIRCULACIÓN	384 m <sup>2</sup>	LABORATORIO	385 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>2286 m<sup>2</sup></b>	CIRCULACIÓN	708 m <sup>2</sup>
		<b>TOTAL</b>	<b>2048 m<sup>2</sup></b>

BLOQUE 3 ESPACIOS	ÁREA
CONSULTA EXTERNA	103 m <sup>2</sup>
ADMINISTRACIÓN	61 m <sup>2</sup>
LABORATORIOS	428 m <sup>2</sup>
ESCALERAS / ASCENSORES	22 m <sup>2</sup>
CIRCULACIÓN	298 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>912 m<sup>2</sup></b>

BLOQUE 6 ESPACIOS	ÁREA
CONSULTA EXTERNA	357 m <sup>2</sup>
CIRCULACIÓN	192 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>549 m<sup>2</sup></b>



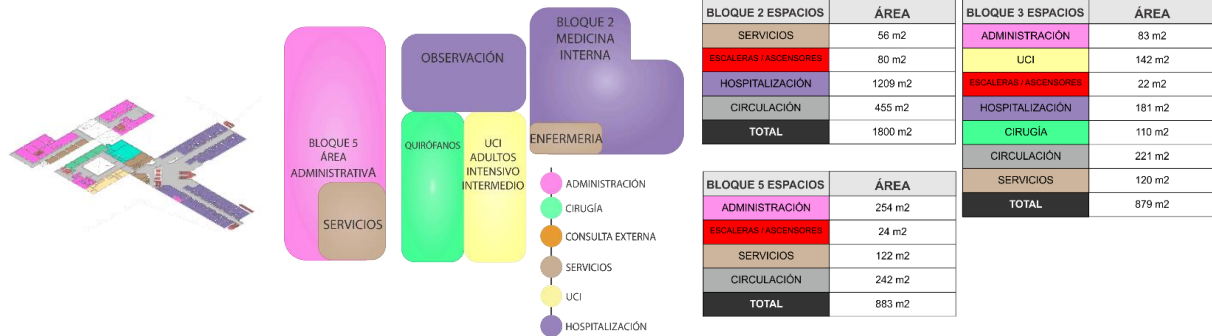
*Nota.* Infraestructura Primer piso hospital san Rafael de Facatativá. Elaboración propia

El hospital san Rafael de Facatativá se encuentra dividido en bloques 6 en total, los bloques 1 y 6 están destinados para consulta externa, el bloque 2 tiene servicios de hospitalización, el bloque 3 tiene los laboratorios y un área de consulta externa y el bloque 5 tiene el área administrativa con urgencias debido a su localización en el acceso del hospital vinculado directamente con el parqueadero existente del hospital en total tiene un área construida de 6892 m<sup>2</sup>.

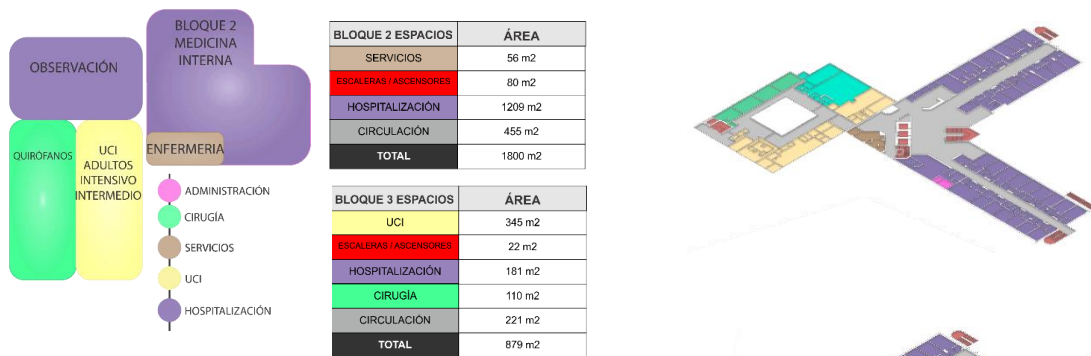
**Figura 19**

*Segundo piso Distribución – Cuadro de áreas*

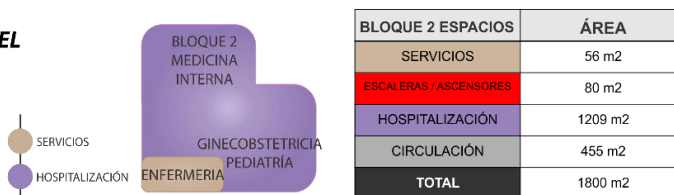
**SEGUNDO NIVEL**



**TERCER NIVEL**



**CUARTO NIVEL**



*Nota.* Infraestructura Segundo piso hospital san Rafael de Facatativá. Elaboración propia

Continuando con la división de los bloques en el hospital de Facatativá, el bloque 2 tiene servicios de hospitalización y medicina interna, el bloque 3 tiene los servicios de cirugía y hospitalización con una UCI neonatal y el bloque 5 está destinado únicamente para el área administrativa. En el tercer piso la división de los bloques en el hospital de Facatativá continua en el bloque 2 el cual presenta servicios de hospitalización y medicina interna, el bloque 3 presenta los servicios de cirugía y hospitalización con una UCI destinada para el tratamiento de adultos, en el cuarto piso el bloque 2 presenta los servicios de hospitalización y medicina interna, con un área de 1800 m<sup>2</sup>.

**Medidas COVID – 19 Implementadas por la institución**

**Figura 20**

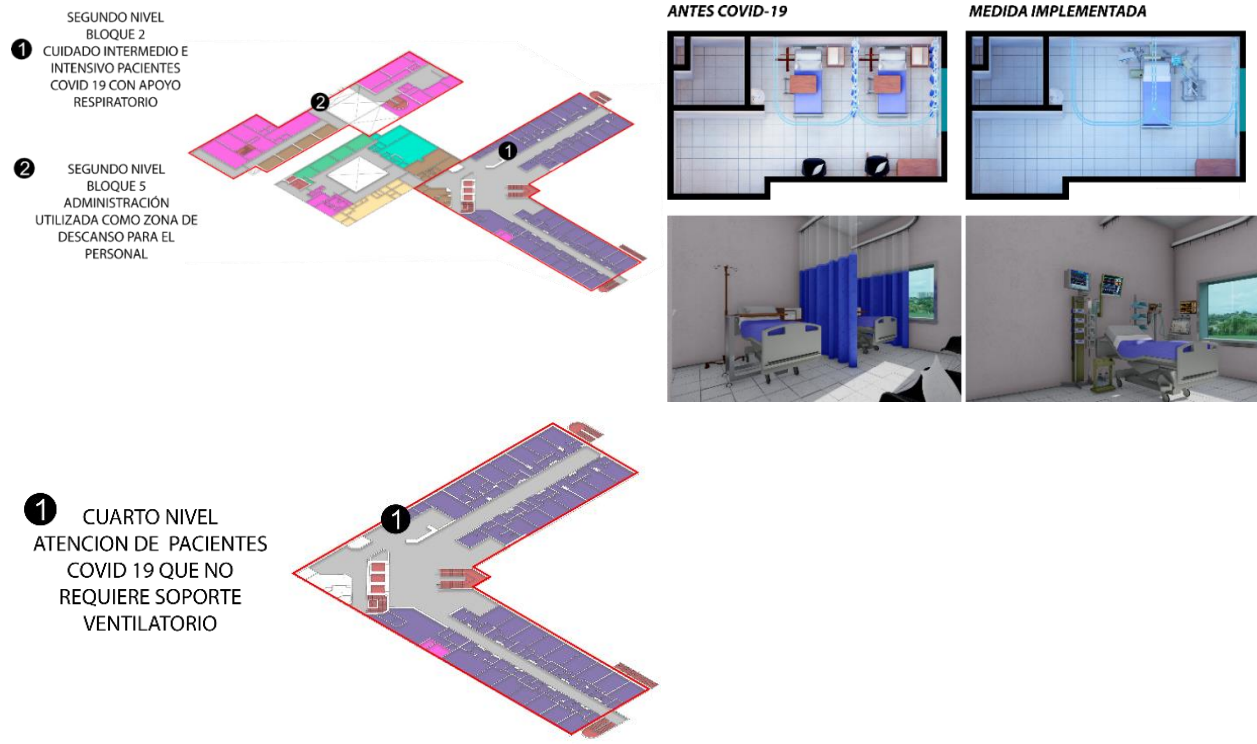
*Hospital San Rafael primer Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19*



*Nota.* Medidas primer piso hospital San Rafael de Facatativá. Elaboración propia

El hospital san Rafael está dividido en varias zonas por lo cual los cambios se realizaron por bloques destinando zonas del hospital únicamente para el tratamiento de la pandemia, uno de los cambios más grandes se realizó en la zona de administración la cual se trasladó para el área de consulta externa siendo destinada para la instalación de una carpa siendo usada para pre triage y las oficinas cambiaron su uso para diagnóstico de pacientes, el bloque 2 es el área de hospitalización del hospital por lo cual se destinó el área de cafetería para la atención del personal que atiende la pandemia.



**Figura 21***Hospital San Rafael segundo Piso – Medidas implementadas tratamiento COVID 19*

*Nota.* Medidas segundo piso hospital San Rafael de Facatativá. Elaboración propia

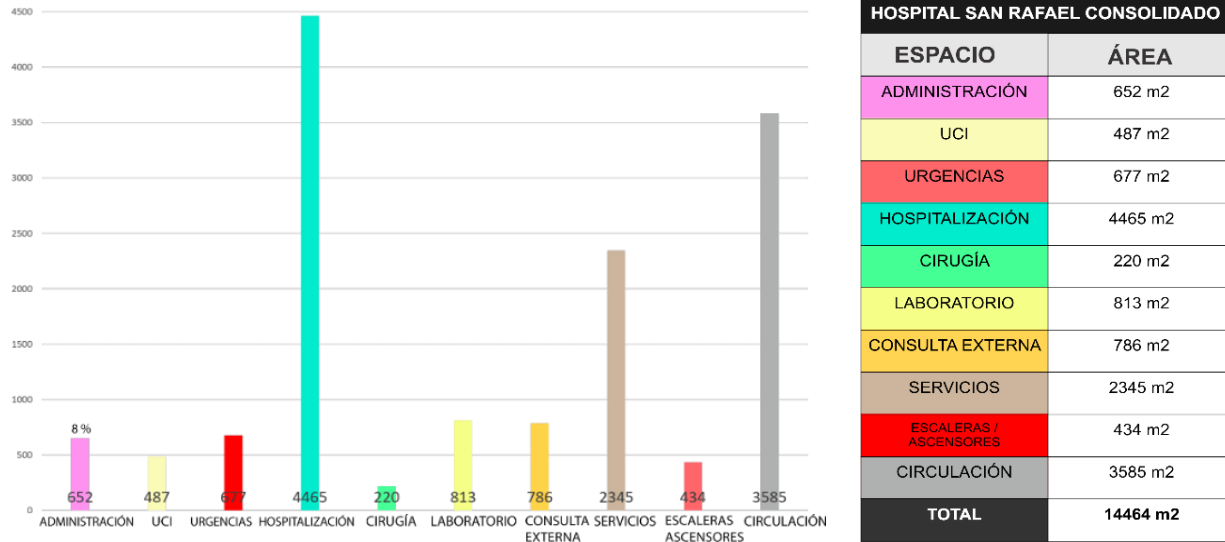
Para el segundo piso el bloque 2 se una destinó parte de su capacidad para habitaciones de cuidado intermedio para pacientes que requieren apoyo respiratorio por medio de ventiladores mecánicos y la otra parte se adaptaron en habitaciones unipersonales tipo UCI con el equipo necesario para atender pacientes con síntomas graves el segundo piso del bloque 5 se adaptó para proporcionar espacios para el descanso para el personal médico que atiende la pandemia en el hospital.

El cuarto piso no recibió grandes cambios, siendo destinado principalmente para pacientes con síntomas positivos de COVID 19 pero que no requieren apoyo respiratorio debido a que no presentan síntomas graves al momento de realizar el diagnostico, este piso se destinó en caso que la situación empeore pero hasta la fecha seria la zona menos afectada del hospital por las medidas implementadas por la institución.

**Cambios Generados sobre la Infraestructura**

**Figura 22**

*Distribución de servicios Hospital San Rafael*



*Nota.* Servicios hospital San Rafael de Facatativá. Elaboración propia

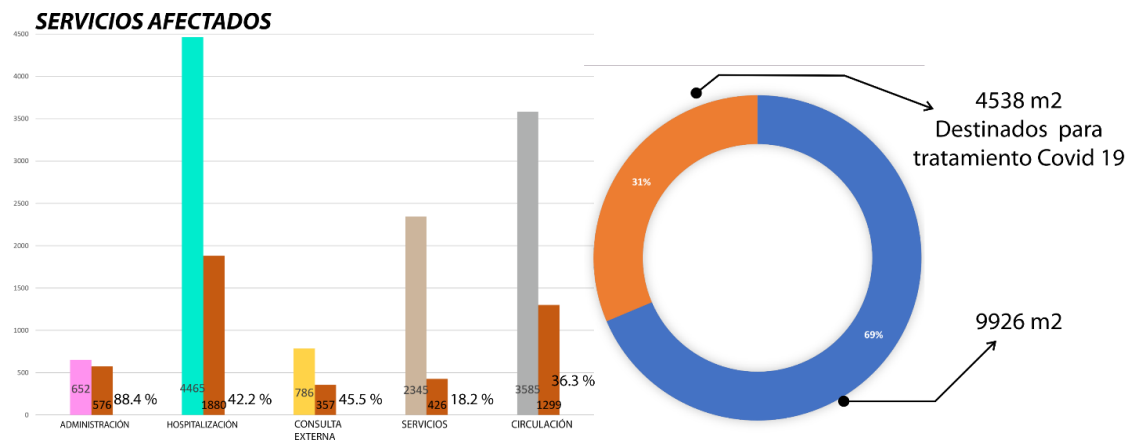
El hospital tiene un área de 14464 m2, está enfocado en servicios de hospitalización ubicados en el bloque dos del segundo al cuarto piso presenta habitaciones personales y bipersonales, la distribución del hospital es clara.

Separado por bloques el primero está destinado para consulta externa, el bloque dos es el edificio que está destinado para servicios de hospitalización en su mayor parte con una zona para el área de servicios con las instalaciones que requiere el hospital para su funcionamiento, el tercer bloque está destinado para los servicios de UCI y cirugía, el cuarto bloque es el edificio que está destinado como comedor del personal médico con algunas zonas de descanso para el personal del hospital , el quinto para el área administrativa y la zona de urgencias ubicada cerca del parqueadero del hospital y el sexto bloque para consulta externa.

El hospital tiene la mayor área construida en el primer piso de los tres casos de estudio debido a su implantación separada por bloques de edificios dependiendo del uso que requiera.

**Figura 23**

*Área y servicios afectados Hospital San Rafael*



Nota. Servicios hospital San Rafael de Facatativá. Elaboración propia

El hospital destino un 31% de su capacidad para la atención de la pandemia, el servicio más afectado es administración destinando un 88.4% de la infraestructura para el diagnóstico de pacientes, seguido de la zona de hospitalización del bloque dos con un 42.2 % mediante la incorporación de ventiladores como soporte respiratorio y adaptación de UCI en el segundo piso.

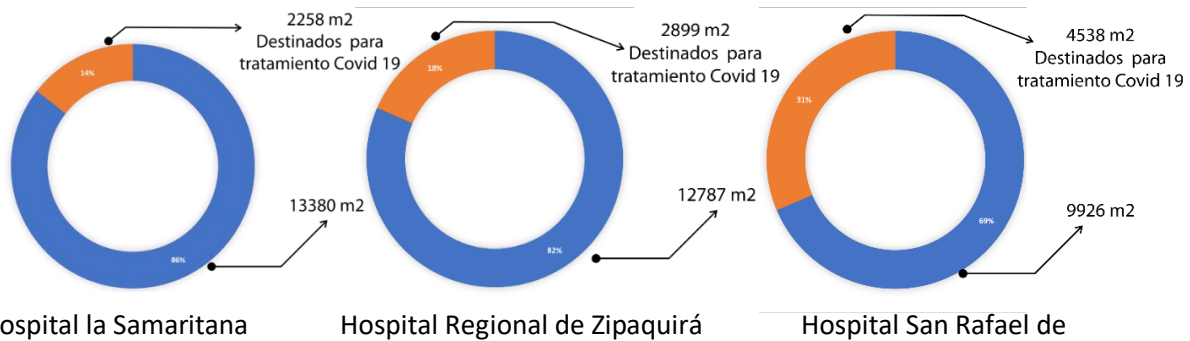
Se ha destinado una infraestructura considerable para el tratamiento de la pandemia principalmente la zona de administración y hospitalización por su cercanía con el parqueadero del hospital permitiendo un direccionamiento rápido y efectivo de los pacientes dentro de la institución , siendo una adaptación a nivel de servicios sin cambiar la infraestructura existente lo cual genera una carga en todos los servicios del hospital con los cambios de implementados al distribuir los servicios afectados en el resto de los pisos siendo una adaptación igual a la implementada en el hospital universitario de la samaritana y el hospital regional de Zipaquirá, en este caso el hospital san Rafael de Facatativá fue el que más área destino para el tratamiento de la pandemia con 4538m2.

## CAPÍTULO IV: Formulación de estrategia

### Estrategias Implementadas en los casos de estudio

**Figura 24**

#### *Afectación casos de estudio*



*Nota.* Afectación casos de estudio. Elaboración propia

Las estrategias implementadas en los casos de estudio presentan similitudes, la primera es la implementación de un pre triage como primer filtro para el diagnóstico de pacientes en este caso planteado al exterior del hospital mediante una carpa en el caso del hospital la Samaritana y el hospital san Rafael y una construcción prefabricada para el hospital regional de Zipaquirá, estos pre triage son acompañados de consultorios del hospital para la toma de muestras por parte del personal médico donde se remiten los pacientes a las áreas destinadas por el hospital.

La segunda similitud entre las estrategias implementadas ha sido la adaptación de espacios por parte de los tres casos de estudio siendo la más utilizada la habitación de cuidado intermedio mediante la incorporación de ventiladores mecánicos utilizando los espacios de hospitalización, también se presenta la utilización de UCI únicamente para atención de pacientes Covid 19 acompañada de la adaptación de habitaciones de hospitalización para UCI como medida extrema para la atención de pacientes debido a la complejidad que presenta la incorporación de estos espacios.

**Planteamiento de estrategia hospital universitario la Samaritana****Espacio Propuesto destinada para estrategia hospital universitario la samaritana****Figura 25**

*Área destinada para estrategia hospital universitario la samaritana*



*Nota.* Espacio propuesto para implementación de estrategia. Elaboración propia

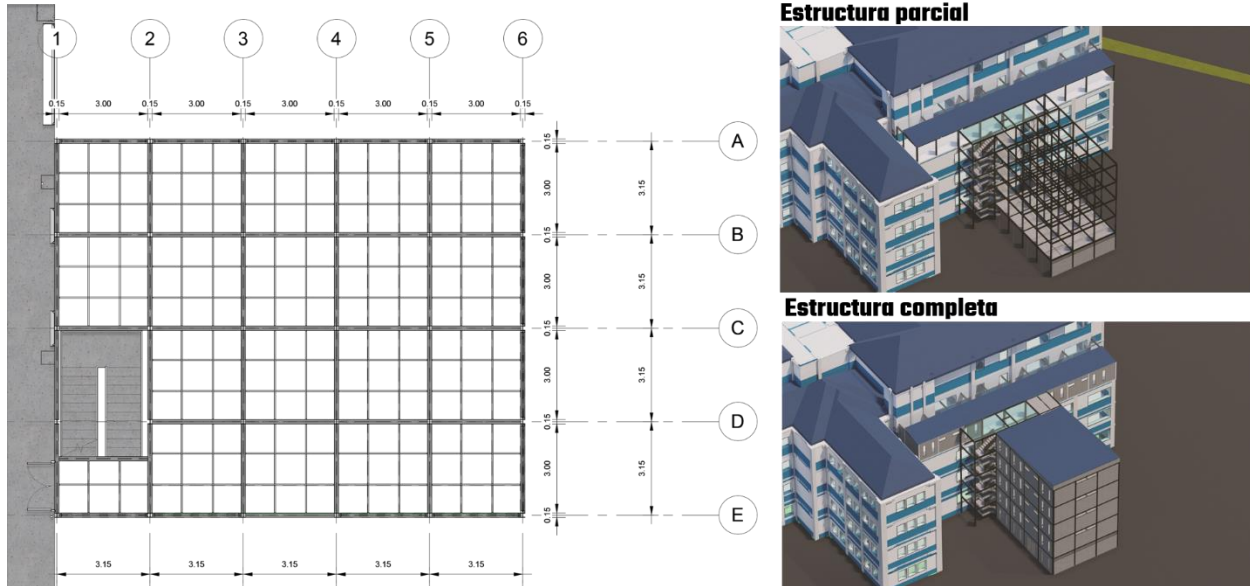
Se plantea una zona destinada para la incorporación de una estructura metálica que permita la implementación de un sistema modular dentro de las instalaciones del hospital, esta zona debe plantear usos para cuando no exista una situación de emergencia con el objetivo que se integre a los servicios que presenta el hospital actualmente y no tenga actualmente para este espacio se plantea un parqueadero Cubierto acompañado de espacios para el almacenamiento de insumos.

La estructura propuesta debe tener una serie de características como una implementación fácil en la infraestructura actual, debe ser flexible con la incorporación de materiales reciclables para la construcción de los módulos. Al destinar un espacio para la estructura dentro del hospital permitiría generar puntos de conexión a la red de servicios que presenta el hospital lo cual permitiría al momento de una emergencia como la que enfrentamos actualmente, identificar los espacios necesarios para el tratamiento de la enfermedad.

## Estructura propuesta

Figura 26

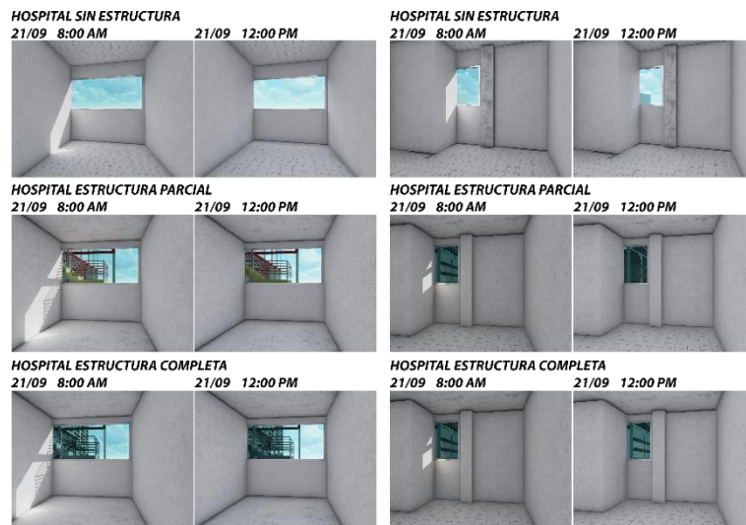
*Hospital universitario la Samaritana Estructura propuesta*



Nota. Estructura propuesta. Elaboración propia

La estructura propuesta se encuentra en un área que el hospital no está utilizando actualmente, para ello la estructura tendría dos fases, la estructura parcial plantea un punto fijo que conectaría con la terraza existente en el cuarto piso, funcionando con escalera de emergencia la cual tiene el hospital, planteando un parqueadero cubierto con espacio para almacenamiento de suministro, la estructura completa ya plantea servicios como los que se requieren actualmente para el tratamiento de la pandemia Como zonas de diagnóstico, habitaciones de cuidado intermedio siendo la medida más utilizada.

La estructura propuesta estaría construida en acero, se plantea una modulación inicial la cual tendría una longitud de 3.15 m con una columna de acero de con un espesor de 15 cm y con vigas de 3m de longitud, generando una cuadrícula de 4 x 5 para la estructura.

**Figura 27***Afectación estructura propuesta sobre el hospital*

*Nota.* Afectación de la estructura sobre el hospital la Samaritana. Elaboración propia

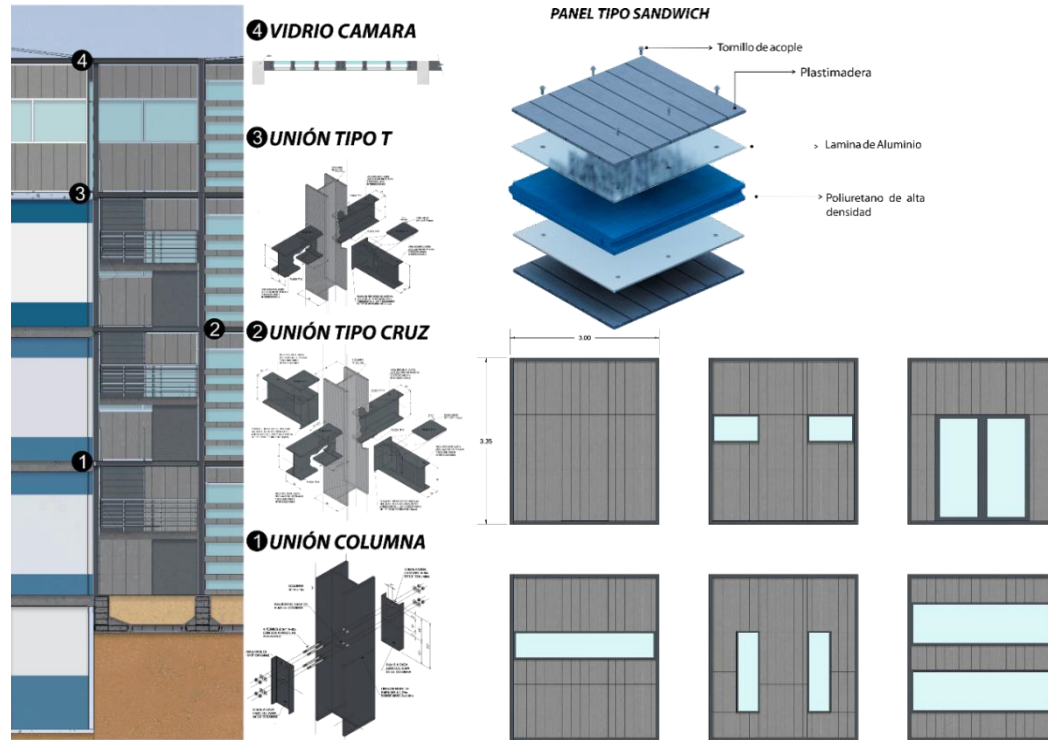
Como primera medida se realizaron análisis de la afectación que supone la infraestructura propuesta para el hospital para ello se renderizo la misma imagen en Lumion utilizando el estudio solar que incorpora el programa se escogieron dos espacios del hospital en un periodo de tiempo determinado, se escogió el 21 de septiembre a las 8:00 am, 12:00 pm debido a que esta zona del hospital solo recibe sol en la mañana, el primer espacio no presentan una afectación considerable en la iluminación que recibe sobre las 8 de la mañana a pesar del punto fijo que se está planteando a las 12:00 pm no se recibe afectación debido a que este espacio no recibe iluminación directa en este periodo de tiempo

El segundo espacio tampoco recibe una afectación considerable a las 8:00 am por lo cual la estructura no afecta de sobremanera la iluminación que reciben los espacios en la mañana para el periodo de las 12:00 pm ocurre igual que en la primera habitación no recibe iluminación durante este periodo por lo cual hasta el momento la estructura planteada no estaría afectando en gran medida lo niveles de iluminación que recibe el hospital en el periodo de tiempo analizado.

**Materialidad**

**Figura 28**

*Estructura Propuesta*



*Nota.* Estructura propuesta. Elaboración propia

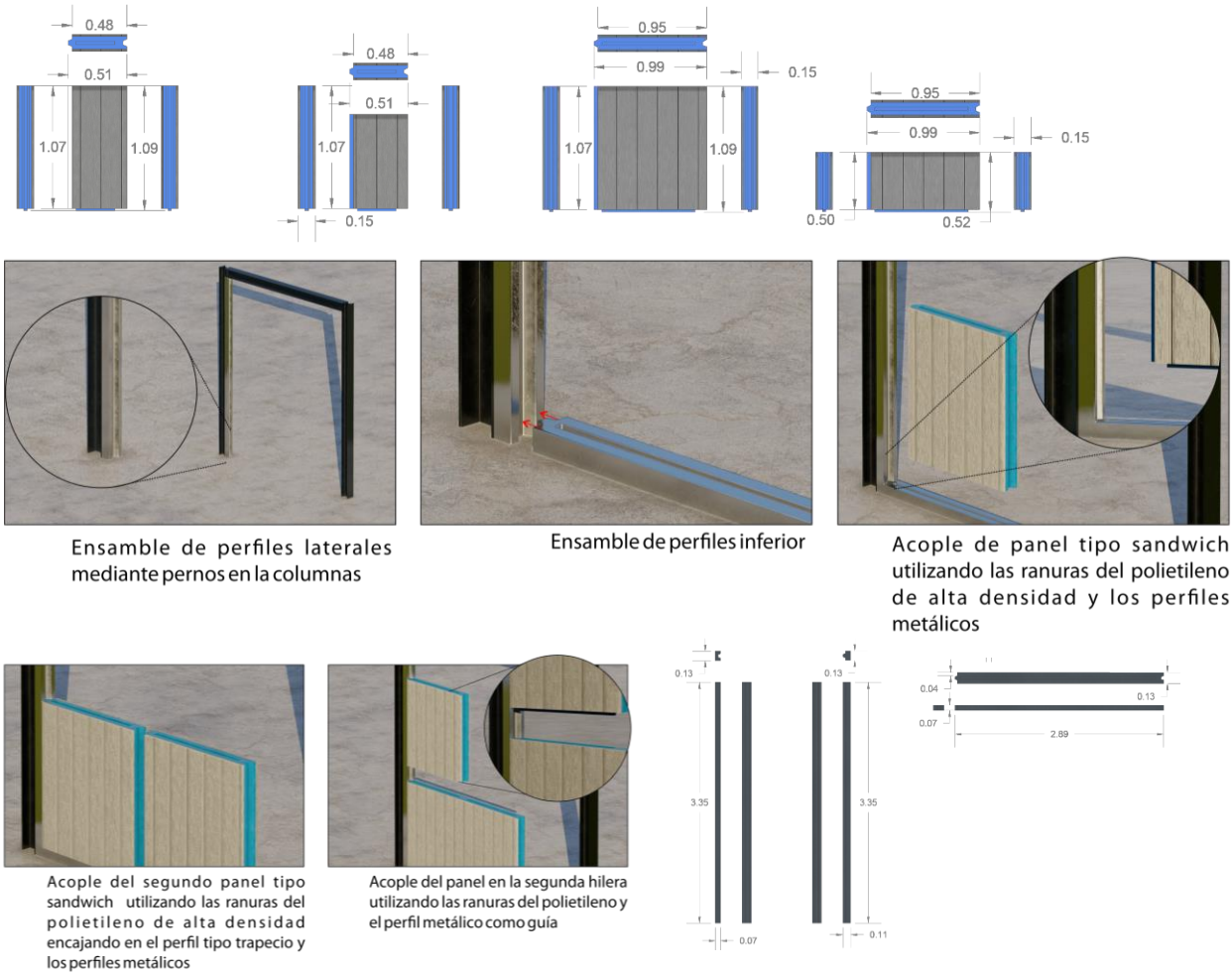
Se plantea una estructura metálica, la cual tendría el vidrio cámara como circulación y sobre el punto fijo, las uniones serian convencionales siendo tipo T y tipo cruz, con una variación de paneles tipo sándwich con un núcleo de poliuretano de alta densidad recubiertos con una lámina de aluminio y plastimadera unidos con tornillos de acople, se plantea de esta forma con la intención de facilitar la construcción de las redes necesarias para el funcionamiento de la estructura .

El panel propuesto contaría en este caso con seis variaciones para su construcción dependiendo del uso que requiera el espacio, una para dividir espacios, uno para las habitaciones de cuidado intermedio, otro para los baños y el ultimo para el punto fijo planteado con grandes ventanales para permitir el paso de la iluminación.



**Figura 29**

Proceso Constructivo



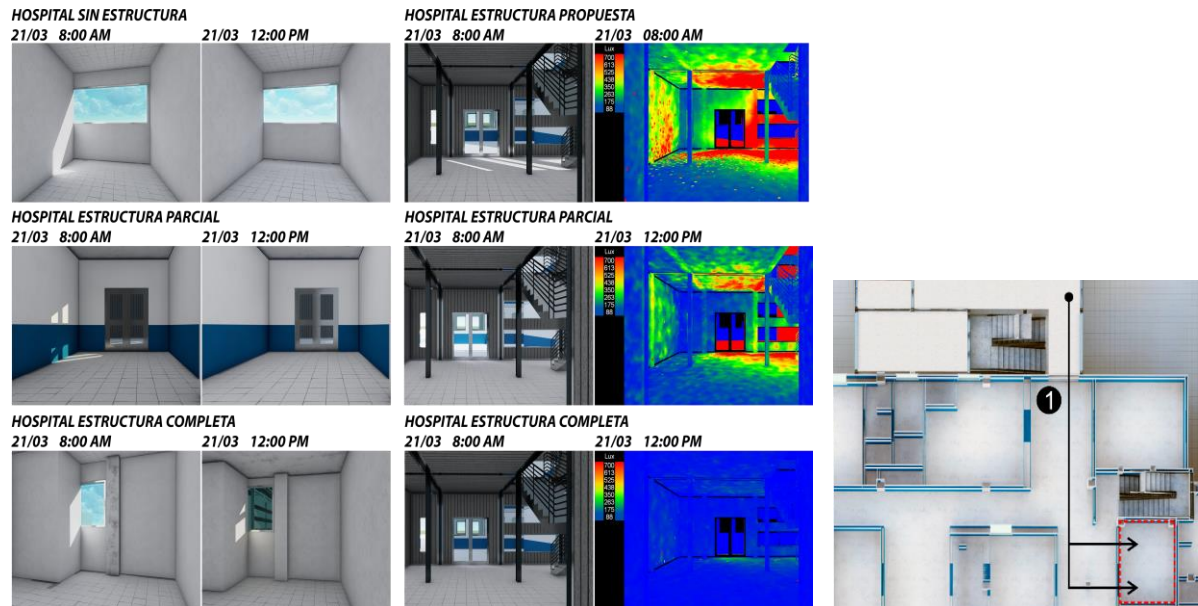
*Nota.* Proceso Constructivo. Elaboración propia

Para la construcción de la estructura se plantea el uso de cuatro perfiles fabricados en aluminio los cuales se anclarían en las columnas de acero con cuatro variaciones sobre el panel de plastimadera propuestos los cuales generarían las variaciones propuestas para la estructura, los perfiles propuestos contarían con ranuras las cuales buscan aprovechar el perfil que presentan los paneles tipo sándwich en su núcleo de poliuretano permitiendo ensamblar los módulos rápidamente.

## Modificación propuesta en la infraestructura actual

**Figura 30**

*Cambios generados sobre el hospital*



*Nota.* Estructura propuesta. Elaboración propia

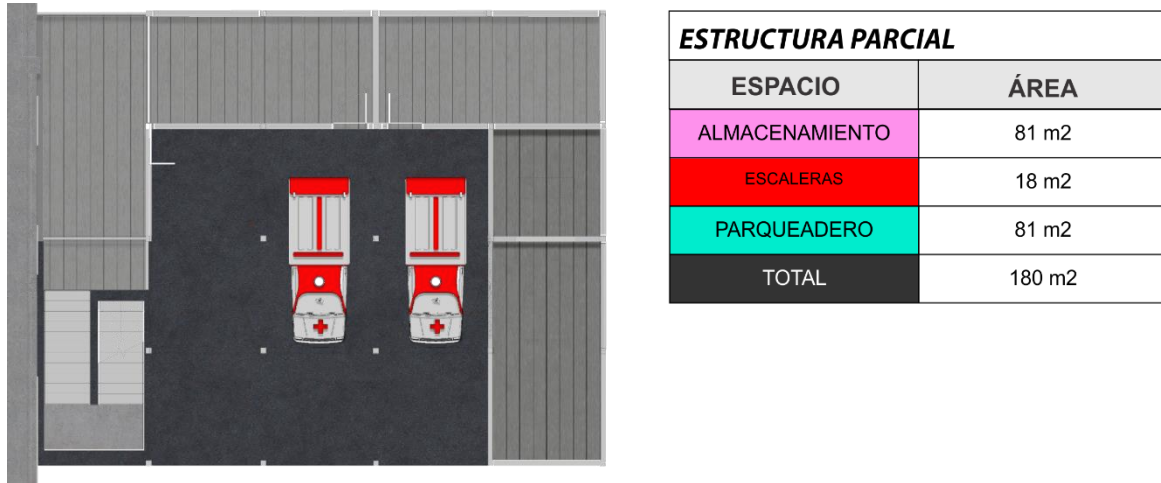
Se plantea cambiar las ventanas existentes en el hall de ascensores del hospital por puertas dobles con un ancho de 2 metros, con el objetivo de generar una vinculación más directa entre el hospital y la estructura permitiendo el uso de la escalera de emergencia propuesta en todos los niveles.

Esta modificación planteada para el hospital permitiría aprovechar los ascensores existentes ahorrando costes en el planteamiento de la estructura al no tener que plantear su propio ascensor, para ello se realizan simulaciones nuevamente para ver los niveles de iluminación del espacio con la puerta propuesta. En el programa velux se realizan simulaciones interiores de la estructura completa para dimensionar las aperturas de las ventanas con el objetivo de evitar el ingreso excesivo de luz, pero que permitan el ingreso de luz natural en las instalaciones del hospital. El valor configurado es de 700 luxes un poco inferior al establecido por el RETILAP que es de 750 luxes en caso de iluminación excesiva en algunos espacios se tendría un pequeño margen de maniobra sobre la iluminación que reciben los espacios.

**Uso estructura Parcial**

**Figura 31**

Estructura parcial primer nivel



**FACHADA FRONTAL ESTRUCTURA PARCIAL**



**FACHADA LATERAL ESTRUCTURA PARCIAL**



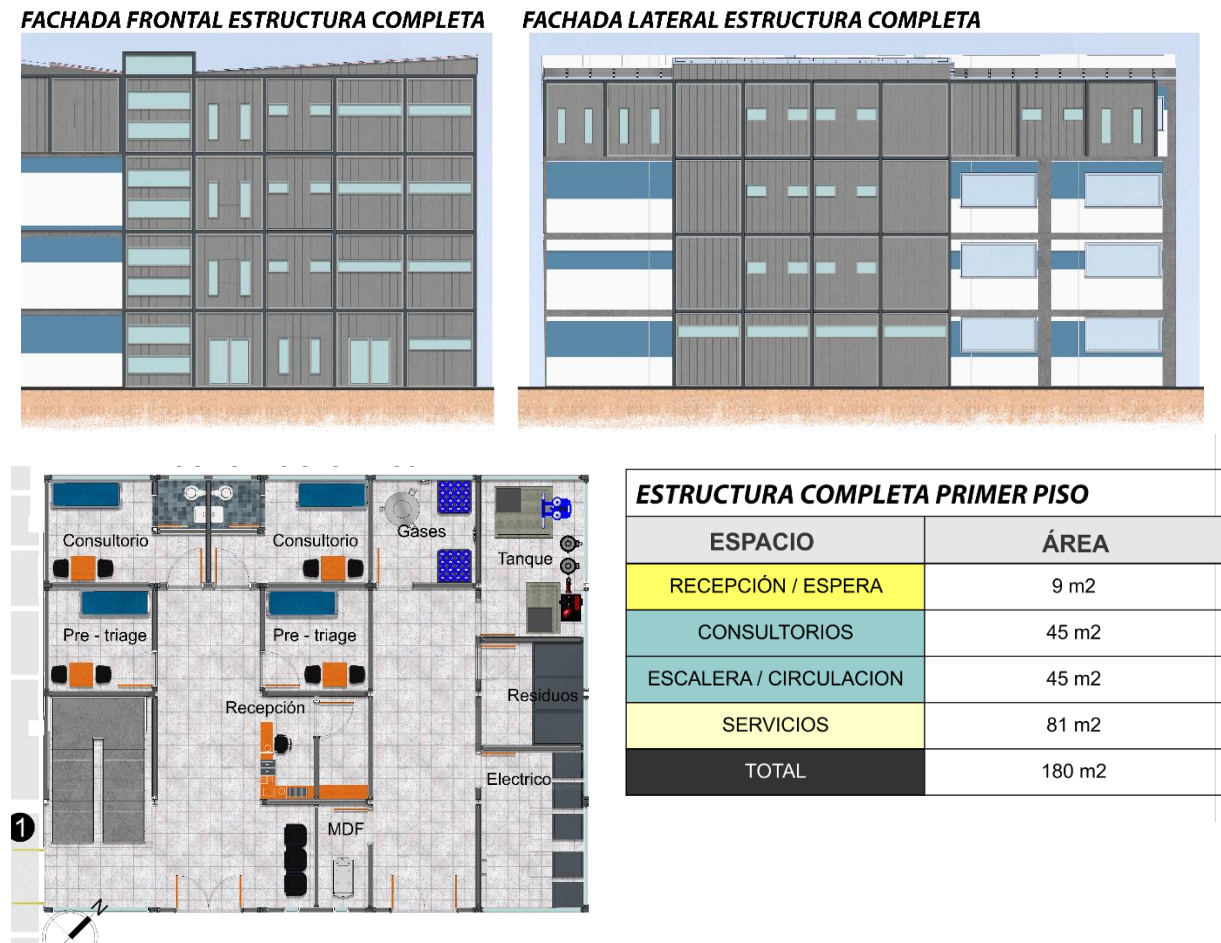
*Nota.* Estructura parcial propuesta primer piso. Elaboración propia

En el primer piso de la estructura parcial se plantea un parqueadero cubierto con capacidad para tres ambulancias, con la escalera de emergencia que se vincularía en todos los niveles del hospital hasta la terraza existente en el cuarto piso, acompañado de cuatro espacios destinados para almacenamiento y cuarto eléctrico donde estarían los equipos necesarios para el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos propuestos.

**Uso estructura completa**

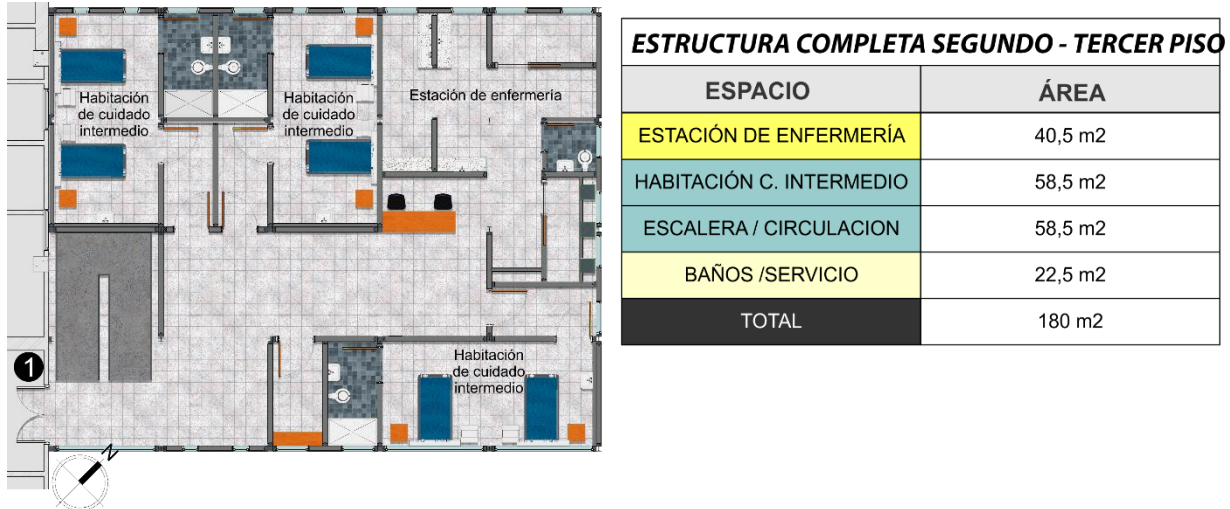
**Figura 32**

Estructura completa primer piso



*Nota.* Estructura completa propuesta primer piso. Elaboración propia

En el primer piso de la estructura completa se plantea dos zonas la primera es un área de diagnóstico compuesta por dos consultorios destinados para pre triage, dos consultorios para toma de muestras, la segunda zona sería destinada para las instalaciones que requiere la estructura en este caso cuarto eléctrico, hidráulico, gases, redes y finalmente residuos con área de 180 m<sup>2</sup>

**Figura 33***Estructura completa segundo - tercer piso*

*Nota.* Estructura completa propuesta segundo y tercer piso. Elaboración propia

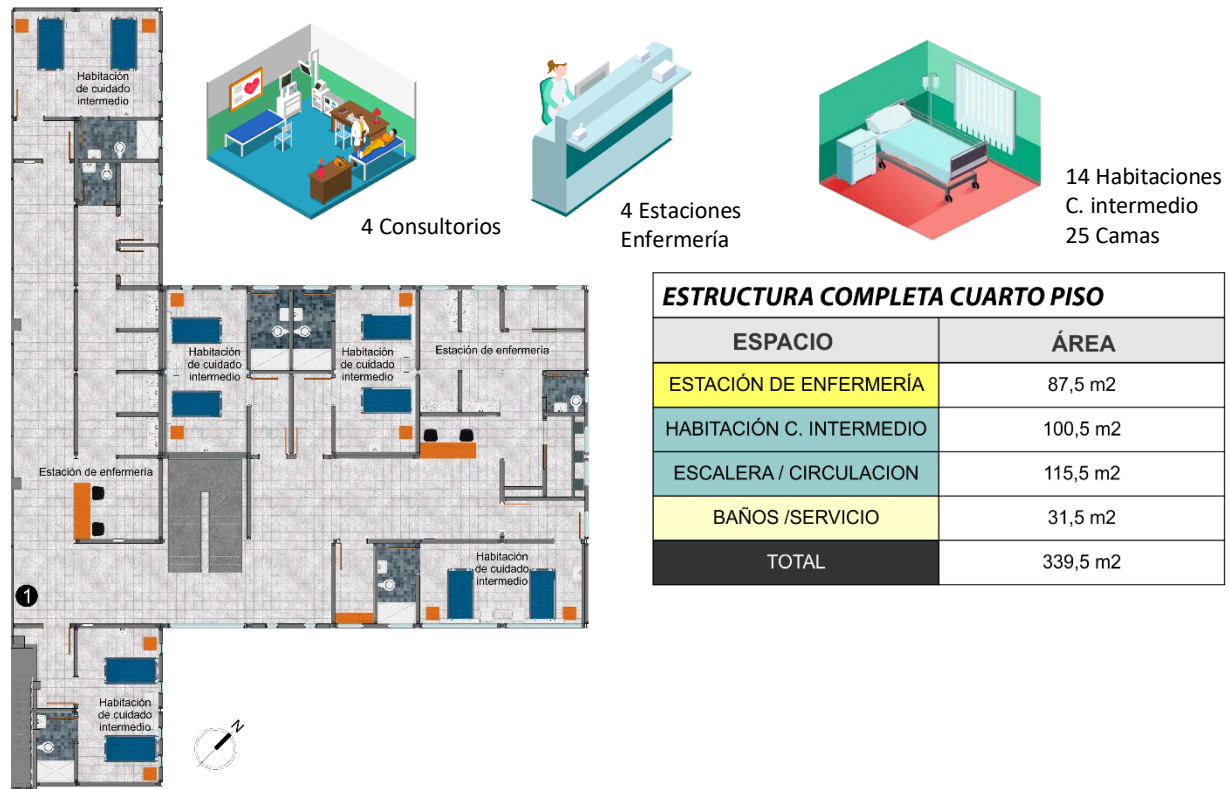
Para el segundo y tercer piso de la estructura completa se plantea habitaciones de cuidado intermedio cada una con su respectivo baño estas habitaciones contarían con apoyo respiratorio en base a ventiladores mecánicos con un esquema de ventilación negativa mediante la implementación de ductos de ventilación con filtro EPA con el fin de evitar la propagación de micro organismos al interior de las instalaciones.

Cada piso tendría una capacidad para 6 camas acompañado con la estación de enfermería la cual contaría con áreas de trabajo limpio y sucio, espacios para el almacenamiento de suministros y un baño de servicio para el hospital, los pisos 2,3 y 4 contarían con un área de residuos con un sistema de ductos para el transporte de residuos desde los pisos superiores hasta la zona de servicios del primer nivel donde serian despachados de las instalaciones cada piso tendría 180 m2.



**Figura 34**

Estructura completa cuarto piso



*Nota.* Estructura completa propuesta cuarto piso. Elaboración propia

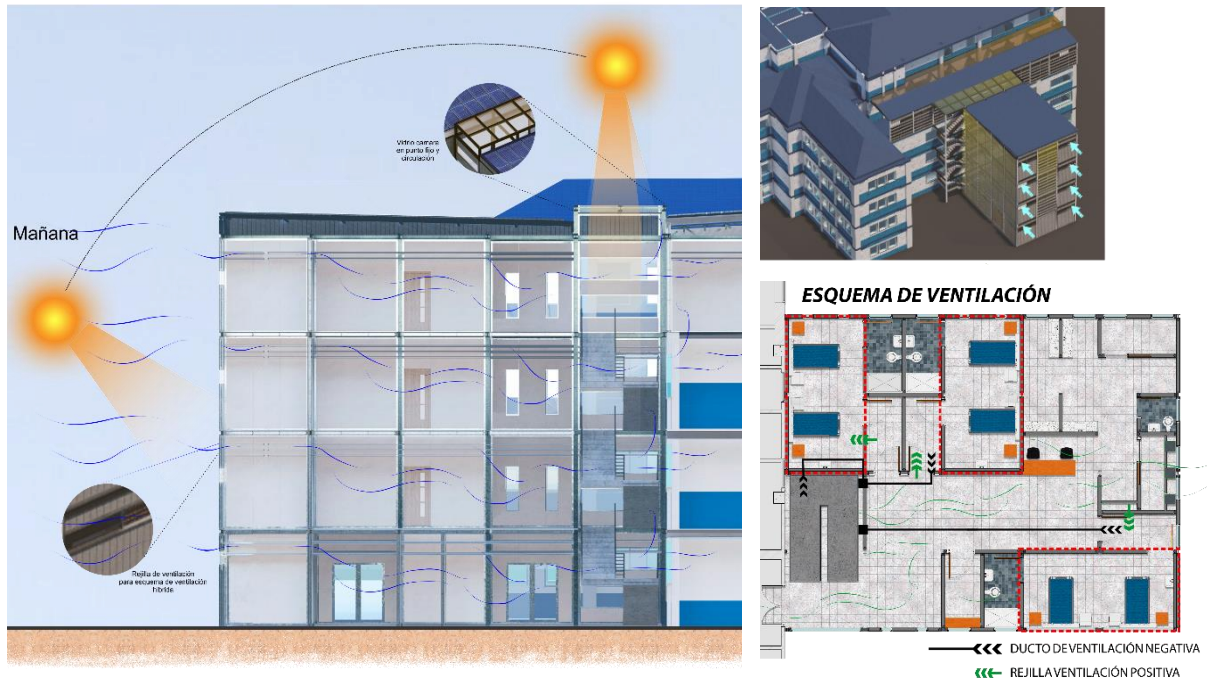
Para el cuarto piso de igual forma se plantea una zona de cuidado intermedio en la estructura de plastimadera, vinculándose directamente con la terraza existente del hospital la cual tendría capacidad para dos habitaciones cuidado intermedio adicionales con su propia área de estación de enfermería este piso tendría en total una capacidad para 11 camas con dos estaciones de enfermería con área de 339,5 m2.

La estructura propuesta contaría con 14 habitaciones de cuidado intermedio con una capacidad de 25 camas y 4 estaciones de enfermería ubicados en los pisos 2,3 y 4. Adicionalmente el primer piso contaría con un área de diagnóstico y servicios para la estructura como la instalación hidráulica, fotovoltaica, residuos y red de datos con área total de 879,5 m2.

**Bioclimática**

**Figura 35**

Estrategias Bioclimática



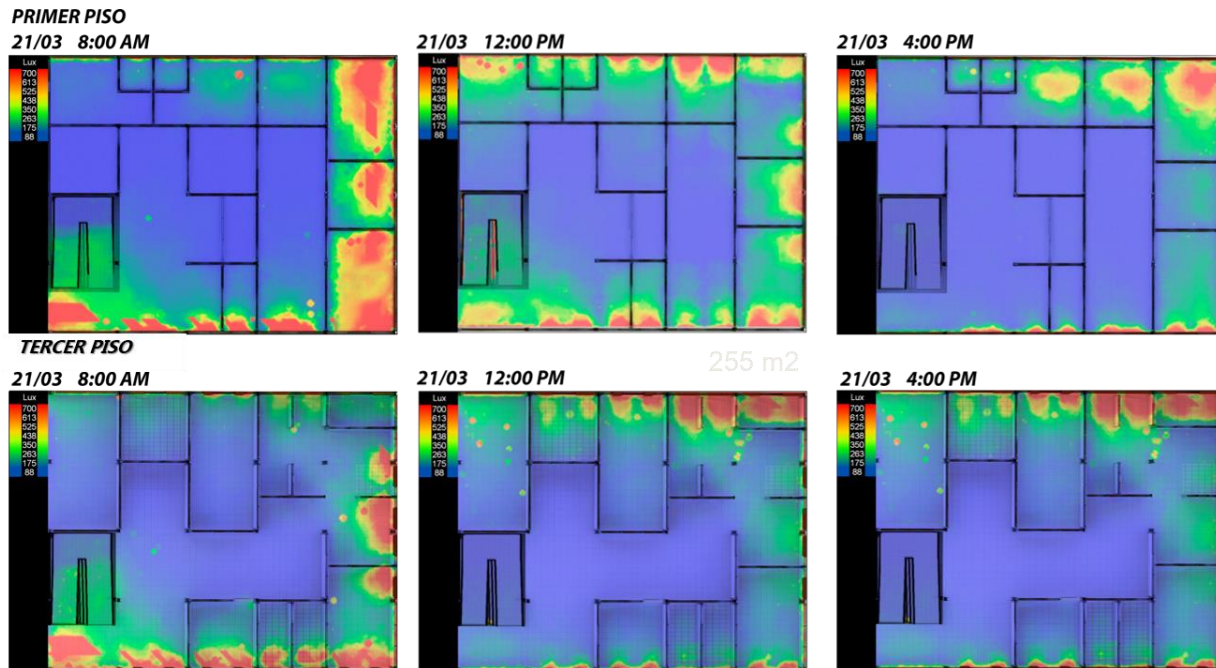
*Nota.* Afectación de la estructura sobre el hospital la Samaritana. Elaboración propia

Como estrategias bioclimáticas se plantea un vidrio cámara ubicado sobre el punto fijo planteado el cual estaría ubicado al lado del hospital, este vidrio permitiría mantener el paso de iluminación natural a las 12:00 pm con la intención de mantener el confort térmico y no obstruir la luz solar.

También se plantean rejillas de ventilación para aprovechar los vientos predominantes del este incorporando un esquema de ventilación negativa, ventilando naturalmente las circulaciones interiores y con rejillas superiores en las habitaciones para el ingreso de ventilación natural, para completar la ventilación negativa es necesario plantear tres tipos de cielo rasos, en este caso el segundo cielo raso sería utilizado para los ductos de las habitaciones los cuales contarían con un filtro EPA para evitar la propagación de los microorganismos, estos ductos tendrían un ducto de conexión en el punto fijo que transportaría los microorganismos al exterior de la estructura.

**Figura 36**

Análisis iluminación interior



*Nota.* Afectación de la estructura sobre el hospital la Samaritana. Elaboración propia

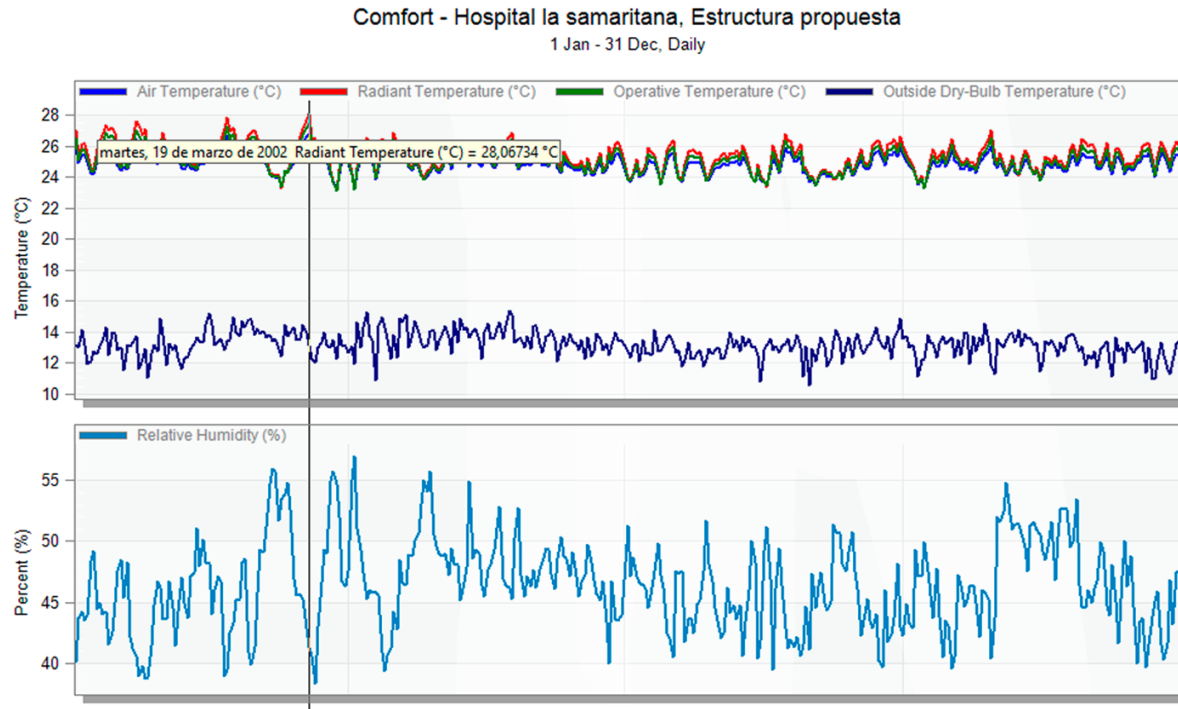
Se realizaron simulaciones en el programa Velux para ver la cantidad de iluminación natural que ingresa a los espacios, en este caso el análisis se realizó en planta para ver todos los espacios propuestos siendo escogidos el primer y el tercer piso, para ello se configuro el programa con un máximo de 700 luxes un valor un poco menor al establecido por el RETILAP que de 750 luxes para iluminación general al interior de instituciones de salud.

En las simulaciones realizadas se pueden apreciar los dos periodos definidos en el que la estructura recibe iluminación en la mañana el área de recepción y parte de las habitaciones de cuidado intermedio, en el periodo de la tarde reciben iluminación la estación de enfermería y dos habitaciones de cuidado intermedio, en este caso se requiere del apoyo de iluminación artificial para parte de la circulación interior de la estructura que no recibe iluminación natural en ningún periodo de tiempo.



**Figura 37**

Confort estructura propuesta



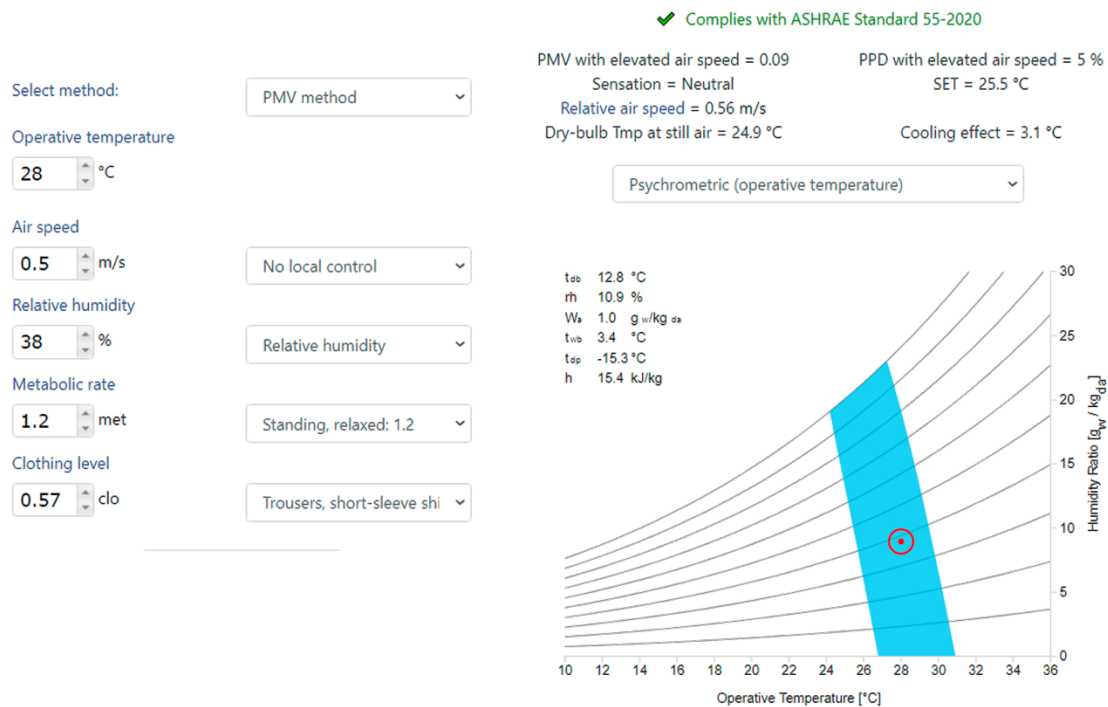
*Nota.* Confort estructura propuesta. Elaboración propia

Para realizar la simulación de confort de la estructura que se está proponiendo como extensión de hospital se realizó el modelado en el programa Desing Builder de los cuatro pisos con un panel tipo sándwich en toda la estructura, el programa permite configurar el uso de cada espacio propuesto para generar una simulación más cercana a la realidad.

Los datos generados por la simulación determinan una temperatura promedio de 24° a 26 ° centígrados con un máximo de 28° el martes 19 de marzo fecha importante para determinar el confort en la estructura y unas temperaturas de 11 ° a 15 ° en el periodo nocturno con una humedad relativa que varía entre el 40% y el 55 % como máximo al interior de la estructura que se está planteando.

Figura 38

Estándar ASHRAE 55-2020



Nota. Confort estructura propuesta. Elaboración propia

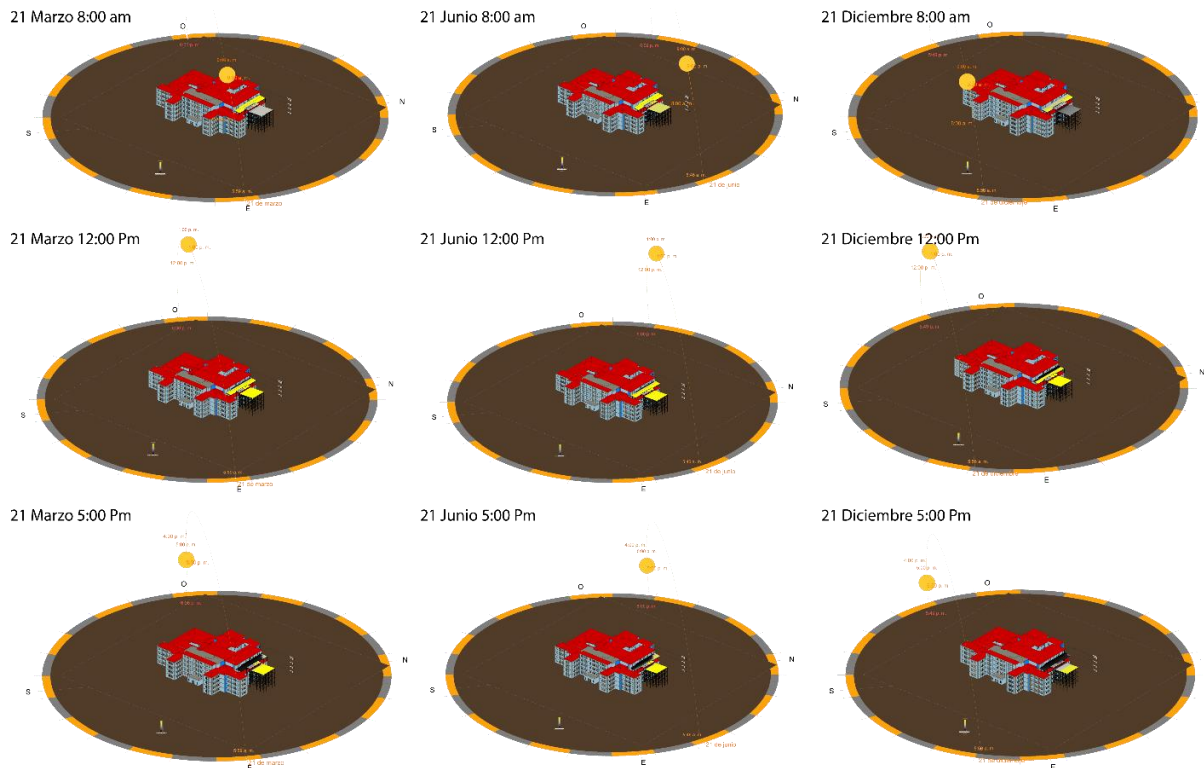
Se utilizo el estándar ASHRAE 55-2020 (Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy) que establece unos parámetros para determinar si una construcción cuenta con las condiciones de confort para ser habitable, para ello se configura la temperatura operativa en este caso 28° grados la temperatura máxima, la velocidad del viento en este caso 0.5 m/s y la humedad relativa tomada de Desing Builder de un 38 % también se configura el uso del espacio seleccionando relajado o descansando y el nivel de ropa en este caso el más aproximado es camisa ligera y pantaloneta.

Con lo cual bajo el estándar ASHRAE 55-2020 se genera una gráfica en base a los datos con un rango de confort en este caso la estructura propuesta estaría cumpliendo con los requisitos de confort establecidos para que un 90% de las personas se sienta confortables en los espacios con un rango de temperatura interior que va desde los 27 ° grados hasta los 31 ° grados centígrados.

## Instalación Fotovoltaica

**Figura 39**

### *Análisis de asolación en Insight*



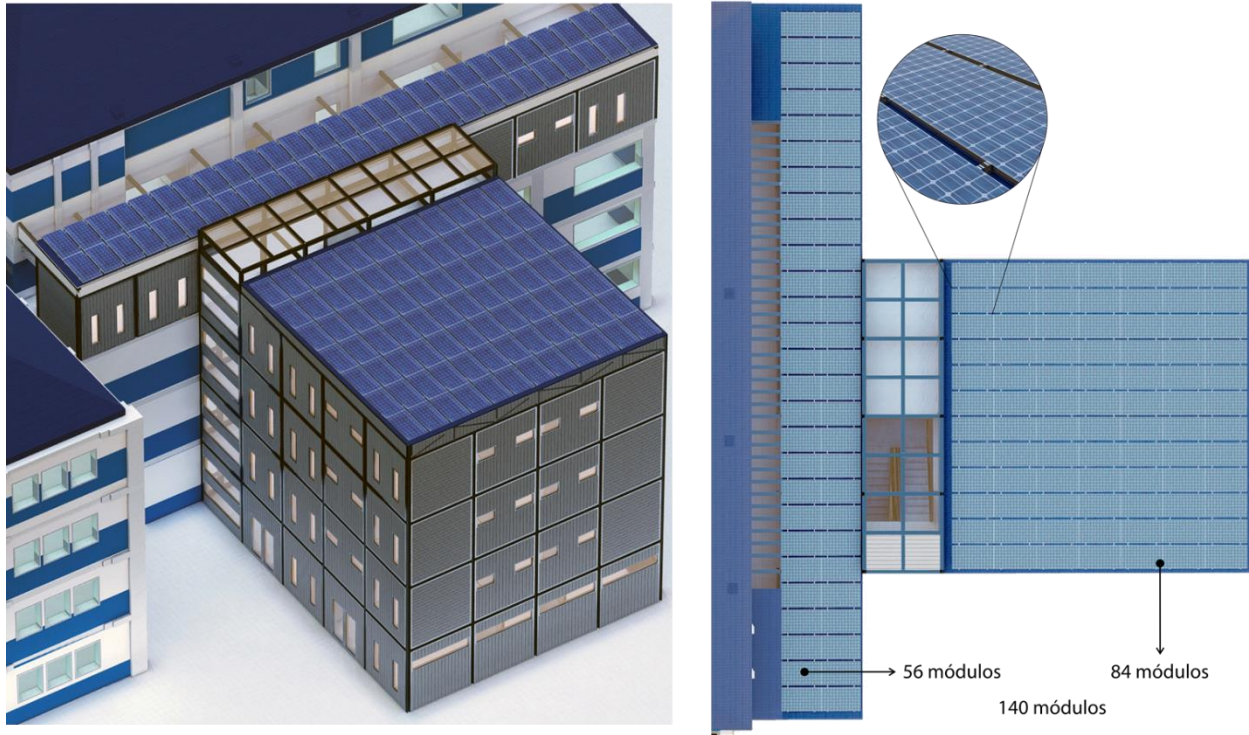
*Nota.* Análisis de asolación en Insight de Revit. Elaboración propia

Para el planteamiento de la red fotovoltaica primero se realizó un análisis de asolación en Insight de las cubiertas del proyecto en tres fechas determinadas siendo el 21 de marzo, 21 de junio y el 21 de diciembre en tres horarios 8:00 am, 12:00 pm y 5:00 pm.

Con el análisis realizado se identifica que la cubierta 1 recibe iluminación en los tres periodos de tiempo excepto el 21 de diciembre por lo cual se puede plantear paneles sobre toda la superficie, la cubierta 2 recibe iluminación parcial con periodos en el cual no recibe iluminación principalmente a las 12:00 pm debido a la sombra generada por la cubierta existente del hospital en este caso se plantearían los paneles solares en una parte de la superficie.

**Figura 40**

Distribución Paneles



*Nota.* Distribución Paneles Fotovoltaicos. Elaboración propia

Para el planteamiento de la red fotovoltaica se realizó la importación del modelo de la estructura en el programa PVSOL Premium, este programa permite generar la distribución de los paneles en este caso se escogió un panel monocristalino de 300 W por su eficiencia.

Basado en el análisis de asolación de Insight se escogieron dos superficies en la primera cubierta se utilizó toda la superficie con 84 módulos de paneles solares.

En la segunda cubierta se realizó la instalación en parte de la superficie debido a la sombra generada por la cubierta existente del hospital con un total de 56 módulos de paneles solares, en total toda la superficie planteada de la instalación fotovoltaica contaría con 140 módulos

**Figura 41**

Consumo eléctrico estructura propuesta

CONSULTORIO				ESTACIÓN DE ENFERMERÍA			
Equipo	Consumo en W	Uso	Kw/h	Equipo	Consumo en W	Uso	Kw/h
Secador	1800 W	2 Horas	1.8 Kw/h	Negatoscopio Led	170 W	2 Horas	0.34 Kw/h
Negatoscopio Led	170 W	2 Horas	0.34 Kw/h	Dosificador con monitor	190 W	3 Horas	0.57 Kw/h
Lampara de cuello	100 W	8 Horas	0.80 Kw/h	Portatil	50 W	10 Horas	1 Kw/h
Portatil	50 W	10 Horas	1 Kw/h	Impresora	19 W	2 Horas	0.38 Kw/h
Impresora	19 W	2 Horas	0.38 Kw/h		1,4 W	8 Horas	0.011 Kw/h
	1,4 W	8 Horas	0.011 Kw/h	Telefono	3,3 W	3 Horas	0.018 Kw/h
Telefono	3,3 W	3 Horas	0.018 Kw/h		0,6 W	24 Horas	0,066 Kw/h
	0,6 W	24 Horas	0,066 Kw/h	<b>HABITACIÓN DE CUIDADO INTERMEDIO</b>			
<b>TOTAL</b>	4,41 Kw/h x 4 consultorios = <b>17,64 Kw/h</b>		17,6 Kw/h x 365 = <b>6.424 Kw/h/ Año</b>	EQUIPO	CONSUMO W	Uso	Kwh/h
				televisor 32"	138W	12 Horas	1.65 Kw/h x 14 Und
				Ventilador Adulto	144 W	24 Horas	3.36 Kw/h x 25 Und
				Cama Médica	10 W (seper)	22 Horas	0.22 Kw/h
					1,4 W (corp)	2 Horas	0.33 Kw/h
				Cabeceo Monitor	5 W (se noche)	8 Horas	0.04 Kw/h
					18 W (Luz lectura)	8 Horas	0.14 Kw/h
					36 W (Luz emergencia)	8 Horas	0.28 Kw/h
				<b>Total</b>	<b>Consumo Total aproximado 17,6 Kw/h</b>		<b>Anual aproximado 131,8 Kw/h x 365 = 48.211 Kw/h/Año</b>
LUMINARIAS				RECEPCIÓN			
Tipo	Consumo en W	Uso	Kw/h	Equipo	Consumo en W	Uso	Kw/h
Luminaria tipo 1 Redonda	30 W	12 Horas	0,36 Kw/h x 236 Und 84,96 Kw/h Día	Portatil	50 W	10 Horas	1 Kw/h
Luminaria tipo 1 Cuadrada	40 W	12 Horas	0,48 Kw/h x 10 Und 4,8 Kw/h Día	Impresora	19 W	2 Horas	0.38 Kw/h
Luminaria tipo 1 Rectangular	80 W	12 Horas	0,96 Kw/h x 37Und 35,52 Kw/h Día		1,4 W	8 Horas	0.011 Kw/h
Luminaria tipo 2 Rectangular	64 W	12 Horas	0,76 Kw/h x 6 Und 4,56 Kw/h Día	Telefono	3,3 W	3 Horas	0.018 Kw/h
					0,6 W	24 Horas	0.066 Kw/h
<b>TOTAL</b>	<b>Consumo aproximado 129,84 Kw/h día x 365 = 47.391,6 Kw/h Año</b>			<b>TOTAL</b>	<b>Consumo de 1,5 Kw/h</b>		<b>1,5 Kw/h x 365 = 547,5 Kw/h - Año</b>

Nota. Análisis Consumo eléctrico. Elaboración propia

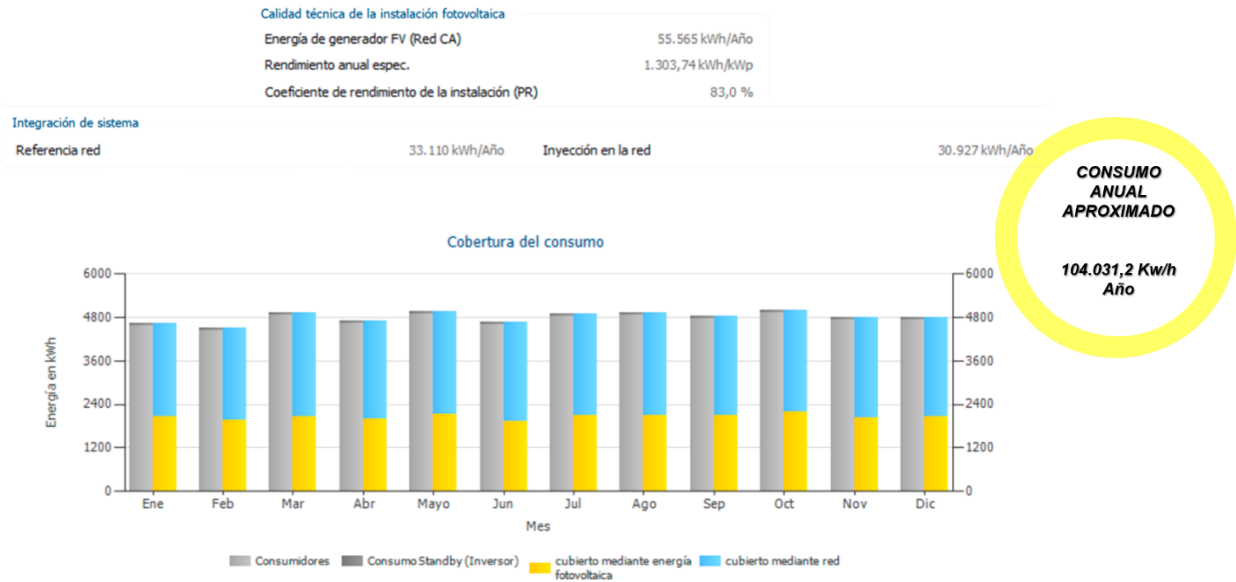
Para una simulación más acertada de la instalación de los paneles fotovoltaicos se realizó el análisis del consumo eléctrico de los espacios del hospital para ello se utilizó la formula ( consumo vatios) x (cantidad de horas / día) = vatios-hora al día.

Después se divide el resultado en 1000. Debido a que n kilovatio es equivalente a 1.000 vatios, se realiza la conversión para calcular los kilovatios-hora. (vatios-hora / día) ÷ (1000 vatios / 1 kilovatio) = 1,25 kilovatios-hora al día.

En este proceso se buscaron las fichas técnicas de los equipos utilizados en los espacios y se utilizó un valor aproximado para las horas de uso, esto permitió calcular el consumo de cada uno de los espacios al día y al año, al multiplicar (consumo de Kw/h x 365 días)

**Figura 42**

*Consumo eléctrico total, eficiencia sistema fotovoltaico*



*Nota.* Consumo eléctrico total comparación eficiencia sistema fotovoltaico. Elaboración propia

Basado en el análisis realizado del consumo eléctrico de los espacios propuestos se determina que la estructura tendría un consumo aproximado de 104.031 Kw/h al año.

Utilizando el programa Pvsol se puede simular la efectividad que tendría la instalación fotovoltaica en el transcurso del año, la instalación propuesta estaría generando 55.565 Kw/h al año con un esquema de inyección a la red, en este caso 30.927 Kw/h al año se inyectarían directamente al sistema eléctrico generando una reducción en el consumo de energía y el restante de 24.637 Kw/h serían destinados directamente a la estructura cubriendo un 23,6 % del consumo eléctrico que presenta la estructura.

Este sistema fotovoltaico estaría funcionando en las dos etapas propuestas para la estructura siendo parcial y completa por lo cual se estaría generando una reducción del pago eléctrico del hospital a lo largo de todo el periodo en el que la estructura este construida.

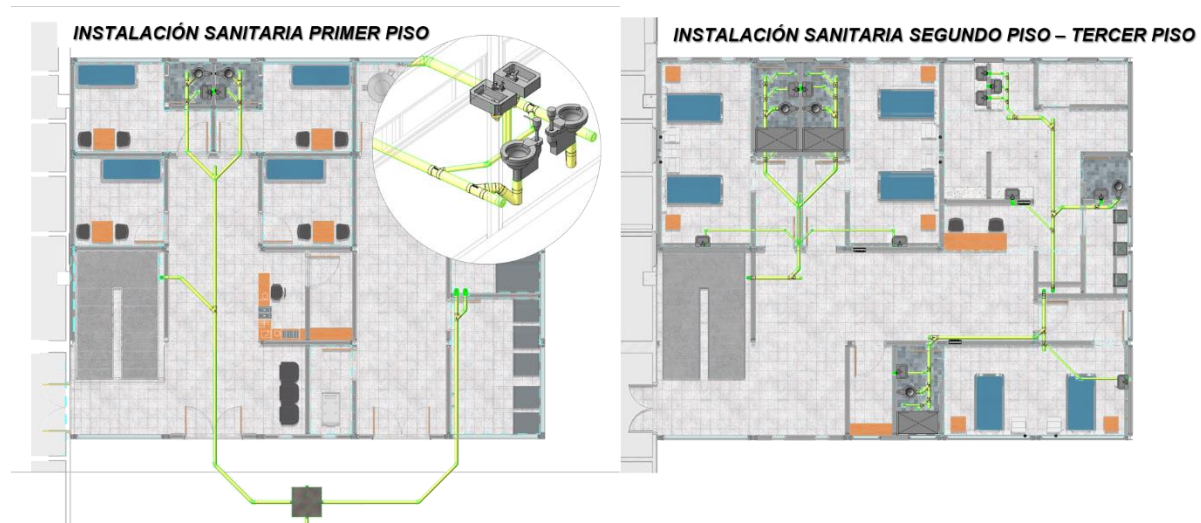


## Instalaciones de la estructura

### Instalación sanitaria

**Figura 43**

\_Instalación sanitaria pisos 1,2,3



*Nota.* Planteamiento de la instalación sanitaria pisos 1,2,3. Elaboración propia

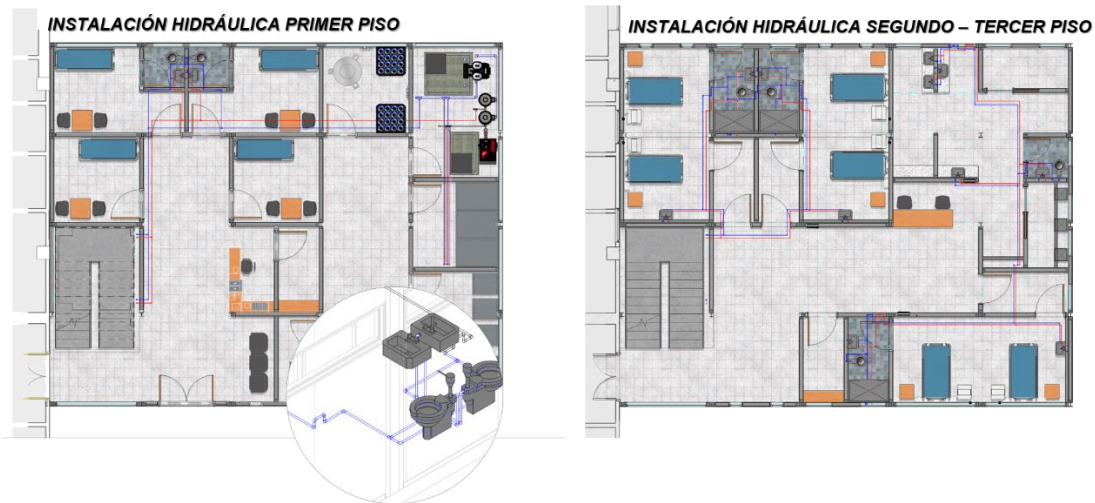
Para el planteamiento de la instalación sanitaria se revisó la norma NTC-1500 y en base a esta se realizó la propuesta con un tubo madre con un diámetro de 4" con derivaciones en el diámetro a 2" para realizar las derivaciones hacia los aparatos sanitarios, manejando una pendiente del 3% para permitir el correcto funcionamiento de la instalación la estructura tendría su propia caja de inspección para no afectar red sanitaria existente del hospital.

La red sanitaria se modeló en Revit utilizando la librería Pavco BIM para tubería PVC sanitaria facilitando las conexiones y el recuento de tuberías y uniones, con el objetivo de garantizar el funcionamiento de todos los espacios se están manejando tres ramales independientes a lo largo de toda la estructura, esto facilitaría el mantenimiento y reparaciones de la instalación en caso de ser necesario sin afectar los servicios prestados en la estructura como las habitaciones y las estaciones de enfermería .

## Instalación hidráulica

Figura 44

*Instalación hidráulica pisos 1,2,3*

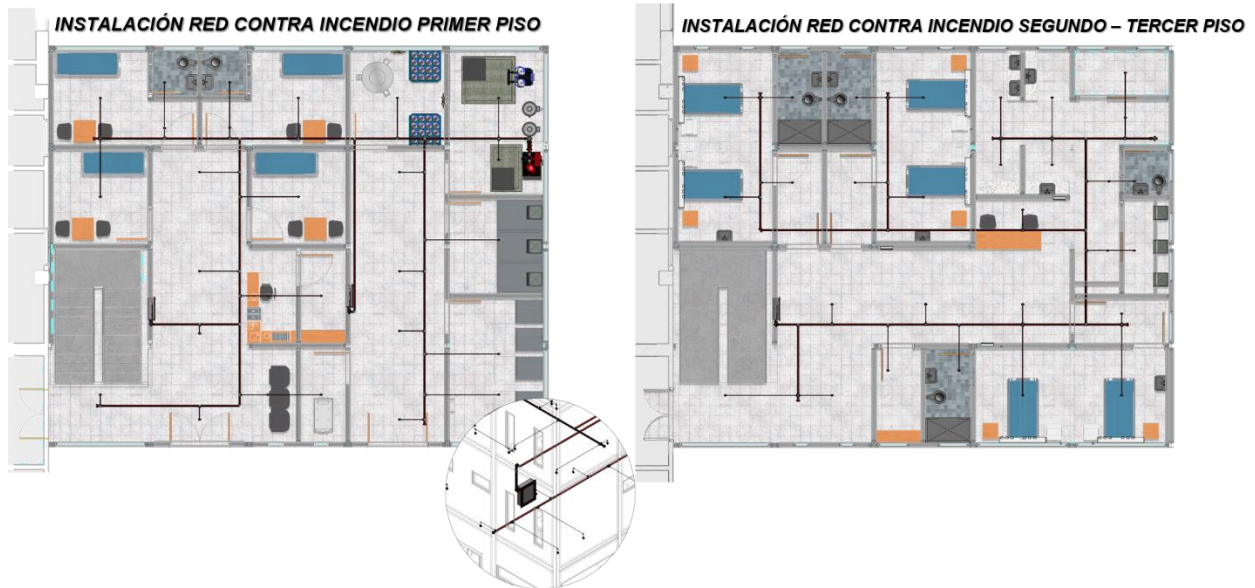


*Nota.* Planteamiento de la instalación hidráulica pisos 1,2,3. Elaboración propia

Para el planteamiento de la instalación hidráulica se revisó la norma NTC-1500 y en base a esta se realizó la propuesta de la instalación manejando una tubería de 1/2 " para realizar el transporte y conexión de los diferentes aparatos sanitarios, con un tanque hidroneumático vinculado con una cisterna. En base a la norma se generan llaves de paso en los espacios que cuenten con más de un aparato sanitario tanto en la red de agua fría como caliente.

La red hidráulica se modeló en Revit utilizando las librerías de Pavco BIM para tubería PVC presión y CPVC hotpro generando el trazado de la red de agua fría y caliente que requieren los equipos facilitando las conexiones y el recuento de tuberías y uniones, con el objetivo de garantizar el funcionamiento de todos los espacios se están manejando cuatro ramales independientes a lo largo de toda la estructura, tres de ellos funcionando en los pisos 1,2,3 y uno independiente para las red hidráulica del cuarto piso el objetivo de este planteamiento es facilitar el mantenimiento y reparaciones de la instalación en caso de que se presente un inconveniente en el servicio sin afectar los servicios prestados en la estructura como las habitaciones y las estaciones de enfermería .



**Instalación red contra incendio****Figura 45***Instalación red contra incendio pisos 1,2,3*

*Nota.* Planteamiento de la instalación de red contra incendio pisos 1,2,3. Elaboración propia

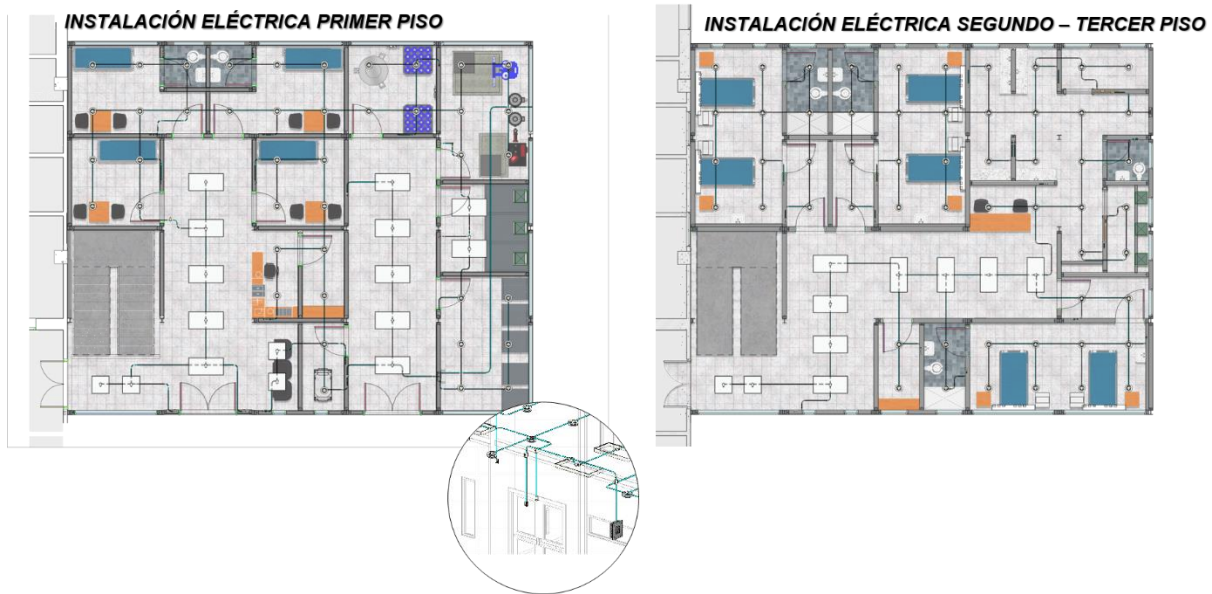
Para el planteamiento de la instalación contra incendios se revisó la norma NFPA 13 y en base a esta se realizó la propuesta de la instalación manejando una columna de agua con una tubería de 4" la estructura contará con rociadores automáticos y gabinetes tipo III con tubería de 2 ½" según lo indica la NSR-10, se realizan derivaciones manejando una tubería de 2 ½" y reducciones en la tubería a 1 ½" para la conexión con los rociadores automáticos.

La red contra incendios se modeló en Revit utilizando la librería BIM Pavco Wavin para Sistema de Redes Contra incendios generando el trazado de la instalación a partir de la columna de agua de 4" manejando tres derivaciones en tubería de 2 ½" para la conexión de los rociadores de los diferentes espacios que requiere la instalación.

## Instalación red eléctrica

Figura 46

Instalación red eléctrica pisos 1,2 y 3



Nota. Planteamiento de la instalación eléctrica pisos 1,2,3. Elaboración propia

Para el planteamiento de la instalación eléctrica se revisó la normativa RETIE y en base a esta se realizó la propuesta de la instalación manejando dos cajas eléctricas una para las luminarias el cual estaría conectado a la instalación fotovoltaica para cubrir el gasto energético, el segundo contador tendría dos conexiones funcionando principalmente con la red eléctrica y con la energía de la instalación fotovoltaica como respaldo.

La instalación eléctrica se modeló en Revit utilizando la librería BIM Pavco Wavin para Conduit, Conduflex, Ductos Telefónicos y Eléctricos generando el trazado de la instalación a partir de las cajas eléctricas con una tubería principal de 1" de la cual se realizarían derivaciones hacia cajas de conexión en la cual se disminuiría el diámetro de la tubería a 1/2" conectando con las luminarias propuestas y los interruptores.

## Instalación red ductos

**Figura 47**

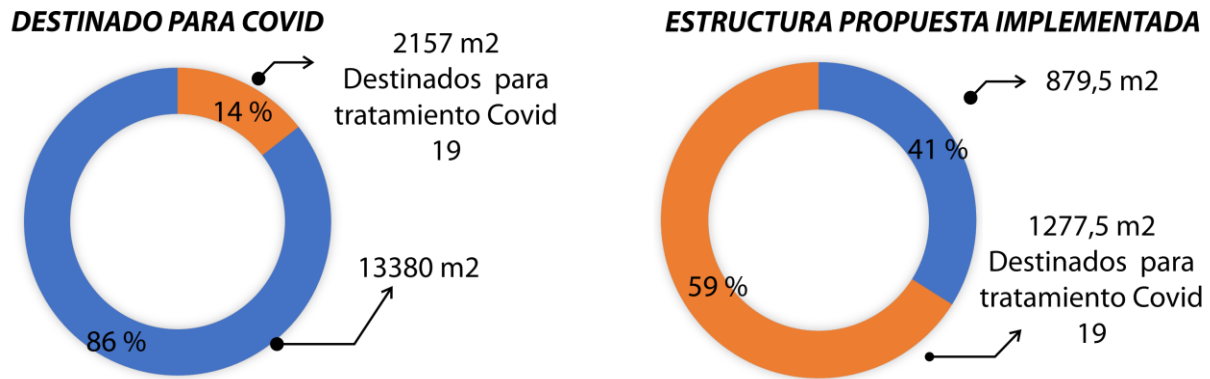
*Instalación red ductos pisos 2,3 y 4.*



*Nota.* Planteamiento de la red ductos pisos 2,3 y 4.. Elaboración propia

Para el planteamiento de la red de ductos se revisó la normativa ASHRAE y en base a esta se realizó la propuesta de la instalación manejando espacios como filtro entre las habitaciones y la circulación propuesta, se realizó un análisis preliminar en Revit generando tablas de planificación de los espacios permitiendo calcular el requisito de CFM que requiere cada espacio determinando las características necesarias para las UMA (unidad mecánica de aire).

La instalación de ductos se modelo en Revit utilizando la librería que incorpora el programa para los conductos, filtros y UMA generando el trazado de la instalación a partir de las rejillas planteadas en la fachada permitiendo aprovechar los vientos predominantes, siendo filtrados por la UMA y dirigidos a las habitaciones (ventilación positiva), se plantea una segunda red de ductos con filtros HEPA incorporando un esquema de ventilación negativa, dirigiendo los microorganismos por los ductos hasta la cubierta de la estructura por el punto fijo .

**Estructura propuesta conclusiones****Figura 48***Efectividad de la estructura propuesta hospital la Samaritana*

*Nota.* Estructura propuesta efectividad. Elaboración propia

Actualmente el hospital universitario la Samaritana, ha destinado 2157 m<sup>2</sup> para la atención de la pandemia afectando principalmente los servicios de UCI, hospitalización y cirugía en el cuarto piso, con la implementación de la estructura se implementarían un área de diagnóstico, habitaciones de cuidado intermedio y los servicios de instalaciones que requiere la propuesta.

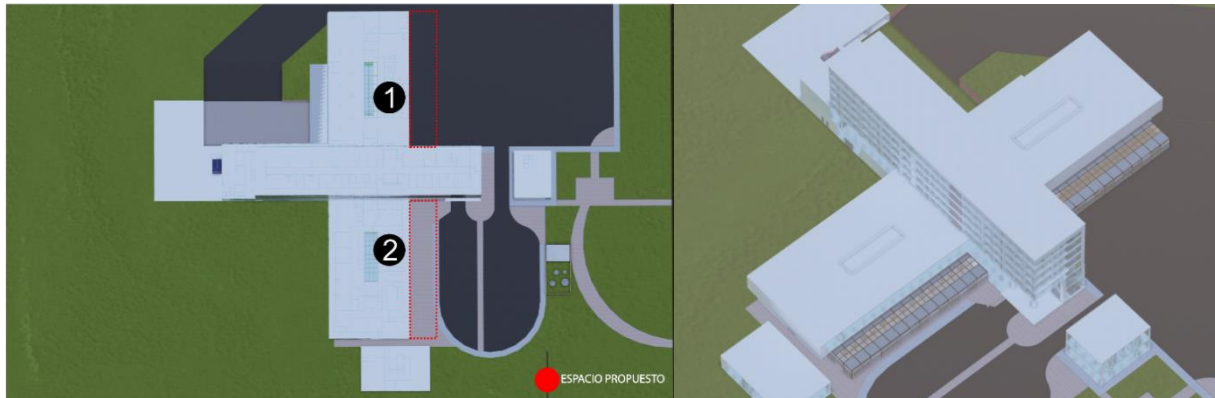
Con un área de 879,5 m<sup>2</sup> por lo que la implementación generaría una reducción del 41% sobre el área destinada para el tratamiento de la pandemia liberando servicios en el cuarto piso en las habitaciones de hospitalización y la cancha que fue destinada como pre triage en la parte posterior del hospital, generando un aumento en la capacidad que presenta el hospital.

## Planteamiento de estrategia hospital regional de Zipaquirá

### Espacio Propuesto

#### Figura 49

Área destinada para estrategia hospital regional de Zipaquirá



*Nota.* Espacio propuesto para implementación de estrategia. Elaboración propia

Para la elaboración de la propuesta de los siguientes casos de estudio se genera un planteamiento a nivel de esquema definiendo el área donde se podría implementar, con una posible distribución de los servicios hospitalarios y las conclusiones, en estas propuestas se utilizan las estrategias bioclimáticas, estructurales y principios de la propuesta del hospital universitario de la Samaritana.

En el caso del hospital regional de Zipaquirá se plantea una zona destinada para la incorporación de la estructura metálica con la modulación de 3.15 m de longitud con columnas de 15 cm de espesor y vigas de 3 m de longitud, la estructura parcial plantearía un parqueadero cubierto para aprovechar el parqueadero existente del hospital y una plazoleta con de venta de comida para el sendero existente junto al área de consulta externa, con el objetivo de generar un pequeño beneficio económico para la institución la estructura completa cerraría el espacio generando modulación para la incorporación de habitaciones de cuidado intermedio y estaciones de enfermería , en el caso del hospital regional de Zipaquirá solo tendría un nivel siguiendo el eje existente de la construcción.

**Uso estructura Parcial**

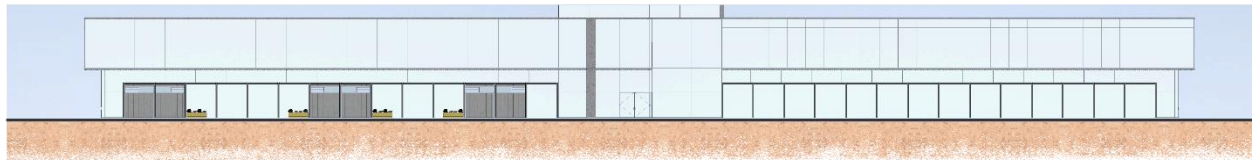
**Figura 50**

*Hospital regional de Zipaquirá uso parcial*

**PLANTA ESTRUCTURA PARCIAL**

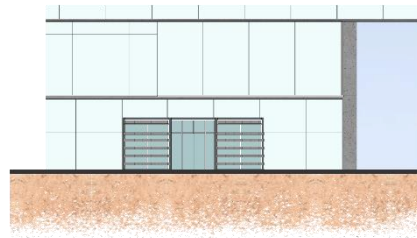


**FACHADA FRONTAL ESTRUCTURA PARCIAL**



<b>ESTRUCTURA PARCIAL</b>	
<b>ESPACIO</b>	<b>ÁREA</b>
PUNTO DE VENTA	54 m2
ESTAR/ CIRCULACIÓN	403 m2
PARQUEADERO	299 m2
<b>TOTAL</b>	<b>756 m2</b>

**FACHADA LATERAL ESTRUCTURA COMPLETA**



*Nota.* Estructura parcial propuesta primer piso. Elaboración propia

Para el hospital regional se propone una estructura de un solo nivel separada en dos espacios existentes, para aprovechar el parqueadero existente se plantea un parqueadero cubierto en el área de consulta externa hay una gran sendero pero no tiene zonas de descanso en este caso se plantea una pequeña plazoleta en este espacio incorporando los paneles propuestos para generar puesto de venta de comida acompañados de mesas y bancas, generando un ingreso adicional para el hospital permitiendo que la población que visita el área de consulta externa tenga zonas de descanso.



**Uso estructura completa**

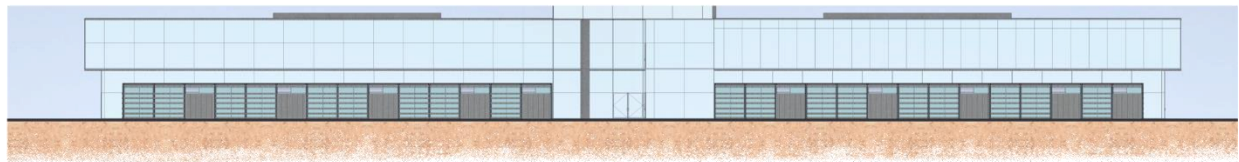
**Figura 51**

Hospital regional de Zipaquirá uso completo

**PLANTA ESTRUCTURA COMPLETA**

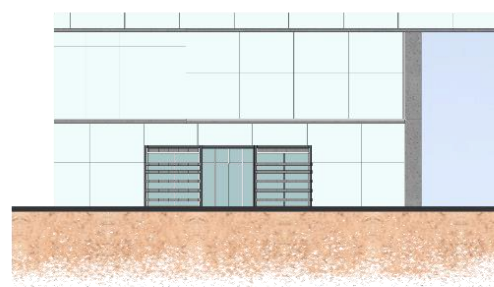


**FACHADA FRONTAL ESTRUCTURA COMPLETA**



<b>ESTRUCTURA COMPLETA</b>		
<b>PISO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>CANTIDAD</b>
PRIMER PISO	758 m2	/
CONSULTORIOS	54 m2	6 CONSULTORIOS
UCI	54 m2	6
CUIDADO INTERMEDIO	108 m2	12
ESTACIÓN ENFERMERÍA	81 m2	3
SERVICIOS/ CIRCULACIÓN	461 m2	/
<b>TOTAL</b>	<b>758 m2</b>	

**FACHADA LATERAL ESTRUCTURA COMPLETA**



*Nota.* Estructura completa propuesta primer piso. Elaboración propia

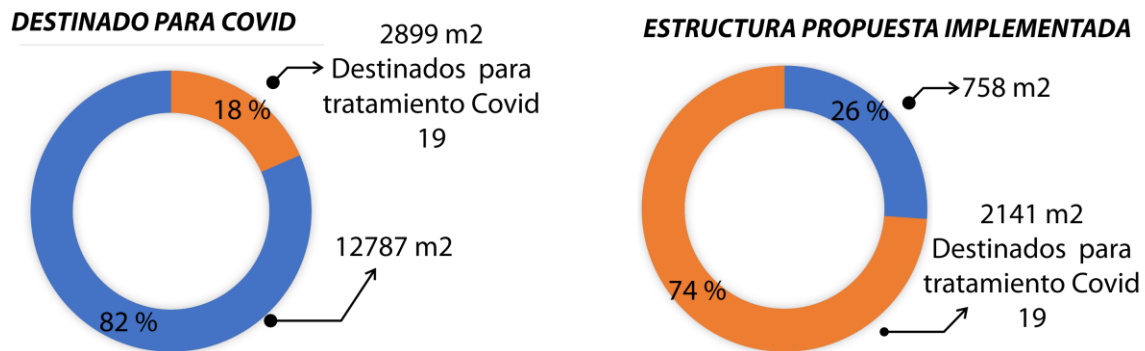
Siguiendo el modelo implementado en el hospital universitario de la samaritana se plantean principalmente habitaciones de cuidado intermedio, Para la zona de consulta externa se plantea un área de diagnóstico, con un pequeño laboratorio, con una zona de habitaciones de cuidado intermedio.

El segundo bloque junto a la zona de urgencias donde está ubicado el parqueadero se plantean dos usos uno para habitaciones de cuidado intermedio y otro para UCI cada una con su propia estación de enfermería, en este caso no se generan cambios sobre la infraestructura actual del hospital como en el caso del hospital universitario de la samaritana.

**Estructura propuesta conclusiones**

**Figura 52**

*Efectividad de la estructura propuesta hospital Regional de Zipaquirá*



*Nota.* Estructura propuesta efectividad. Elaboración propia

Actualmente el hospital regional de Zipaquirá, ha destinado 2899 m<sup>2</sup> para la atención de la pandemia afectando principalmente los servicios de UCI, hospitalización y cirugía en el segundo piso, y del tercer piso al sexto piso según lo requiera la emergencia sanitaria con la implementación de la estructura se implementarían un área de diagnóstico, habitaciones de cuidado intermedio.

La estructura propuesta contaría con un área de 758 m<sup>2</sup> por lo que su implementación generaría una reducción del 26% sobre el área destinada para el tratamiento de la pandemia liberando servicios del tercer al sexto piso en las habitaciones de hospitalización, generando un aumento en la capacidad que presenta el hospital.



**Planteamiento de estrategia hospital San Rafael de Facatativá****Espacio Propuesto****Figura 53**

*Área destinada para estrategia hospital San Rafael de Facatativá*



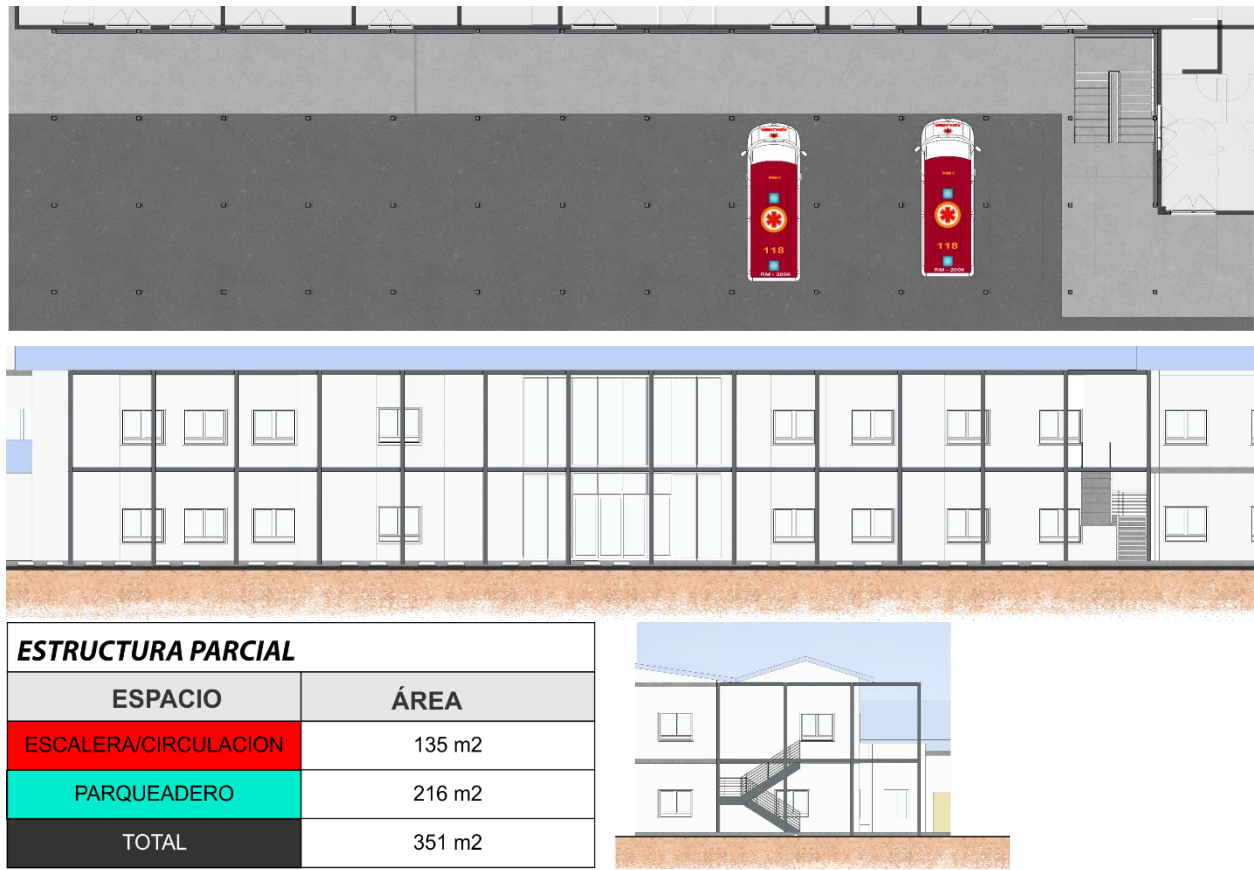
*Nota.* Espacio propuesto para implementación de estrategia. Elaboración propia

Para la elaboración de la propuesta del último caso de estudio se genera un planteamiento a nivel de esquema determinando el área donde se podría implementar la estructura propuesta, con la distribución de los servicios hospitalarios y las conclusiones, de igual forma en esta propuesta se utilizan las estrategias bioclimáticas, estructurales y principios de la propuesta del hospital universitario de la Samaritana. En el caso del hospital San Rafael de Facatativá se plantea una zona destinada para la incorporación de la estructura metálica con la modulación de 3.15 m de longitud con columnas de 15 cm de espesor y vigas de 3 m de longitud, la estructura parcial plantearía un parqueadero cubierto para aprovechar el parqueadero existente del hospital la estructura completa cerraría el espacio generando modulación para la incorporación de habitaciones de cuidado intermedio y estaciones de enfermería, en el caso del hospital tendría dos niveles.

**Uso estructura Parcial**

**Figura 54**

*Hospital San Rafael de Facatativá uso parcial*



*Nota.* Estructura parcial propuesta primer piso. Elaboración propia

Para el hospital san Rafael se propone una estructura de dos niveles planteando un punto fijo adicional en el área administrativa, para aprovechar el parqueadero existente se plantea un parqueadero cubierto en la zona administrativa cerca del acceso del hospital, la estructura seria metálica con las dimensione utilizadas en los casos de estudio analizados con columnas de 15 cm de espesor y vigas de 3 m de longitud.

## Uso estructura completa

Figura 55

Hospital San Rafael de Facatativá uso completo

### PLANTA PRIMER NIVEL ESTRUCTURA COMPLETA



### PLANTA SEGUNDO NIVEL ESTRUCTURA COMPLETA

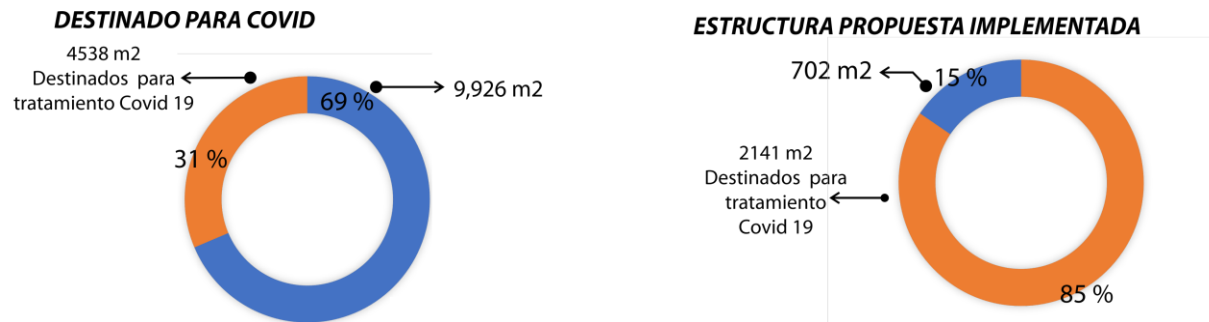


ESTRUCTURA COMPLETA		
PISO	ÁREA	CANTIDAD
PRIMER PISO	351 m <sup>2</sup>	/
CONSULTORIOS	36 m <sup>2</sup>	4
CUIDADO INTERMEDIO	54 m <sup>2</sup>	6
ESTACIÓN ENFERMERÍA	36 m <sup>2</sup>	1
SERVICIOS	63 m <sup>2</sup>	7
ESPERA/ CIRCULACIÓN	162 m <sup>2</sup>	/
SEGUNDO PISO	351 m <sup>2</sup>	/
CUIDADO INTERMEDIO	117 m <sup>2</sup>	13
SERVICIO	63 m <sup>2</sup>	7
ESTACIÓN ENFERMERÍA	36 m <sup>2</sup>	1
ESPERA/ CIRCULACIÓN	135 m <sup>2</sup>	/
TOTAL	702 m <sup>2</sup>	/

Nota. Estructura completa propuesta primer – segundo piso. Elaboración propia

Siguiendo el modelo implementado en los dos casos de estudio analizados se plantean principalmente habitaciones de cuidado intermedio con ventiladores mecánicos, Para la zona de administración se plantea un área de diagnóstico, con un pequeño laboratorio, con una zona de habitaciones de cuidado intermedio con su respectiva estación de enfermería y cada habitación contaría con su propio baño.

El segundo nivel se plantea principalmente para habitaciones de cuidado intermedio con ventiladores mecánicos con una capacidad de 13 habitaciones al igual que en el primer piso cada habitación cuenta con su propio baño este piso también contaría con su propia estación de enfermería, en este caso no se generan cambios sobre la infraestructura actual del hospital como en el caso del hospital universitario de la samaritana.

**Estructura propuesta conclusiones****Figura 56***Efectividad de la estructura propuesta hospital San Rafael*

*Nota.* Estructura propuesta efectividad. Elaboración propia

Actualmente el hospital San Rafael de Facatativá, ha destinado 4538 m<sup>2</sup> para la atención de la pandemia afectando principalmente los servicios de UCI, hospitalización en el bloque número 2, en el bloque 5 los servicios administrativos convirtiéndose en consultorios para atender la emergencia sanitaria siendo el caso de estudio que más ha destinado parte de sus servicios con la medidas implementadas con la adición de la estructura se implementarían un área de diagnóstico, habitaciones de cuidado intermedio.

La estructura propuesta contaría con un área de 702 m<sup>2</sup> con dos niveles para atención de pacientes por lo que su implementación generaría una reducción del 15% sobre el área destinada para el tratamiento de la pandemia liberando servicios en el área administrativa ubicada en el bloque 5 y servicios de hospitalización ubicados en el bloque 2, generando un aumento en la capacidad que presenta el hospital.

## CAPÍTULO V: Desarrollo análisis de coordinación

### Coordinación en Navisworks

Figura 57

#### Análisis de interferencias

Clash Detective

Sanitaria - Hidraulica

Última ejecución: viernes, 19 de noviembre de 2021 10:59:02 a. m.

Conflictos: Total: 4 (abiertos: 0 cerrados: 4)

Nombre	Estado	Confli...	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto
Sanitaria - Hidraulica	Terminado	4	0	0	0	0	4
Electrica - Incendio	Terminado	8	0	0	0	0	8
Ductos - Hi - Sa - El - In	Terminado	43	0	0	0	0	43
Hidraulica / Sa - In - El - Du	Terminado	3	0	0	0	0	3
Sanitaria / Hi - In - El Du	Terminado	0	0	0	0	0	0

Reglas Selección Resultados Informe

Selección A

Estándar

- Hospital la samaritana estructura propuesta X V2 .nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta red hidraulica sin aparatos.nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta red sanitaria sin aparatos.nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta red contraincendios.nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta red electrica.nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta ventilacion negativa.nwc

Selección B

Estándar

- Hospital la samaritana estructura propuesta X V2 .nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta red hidraulica sin aparatos.nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta red sanitaria sin aparatos.nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta red contraincendios.nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta red electrica.nwc
- Hospital la samaritana estructura propuesta ventilacion negativa.nwc

Configuración

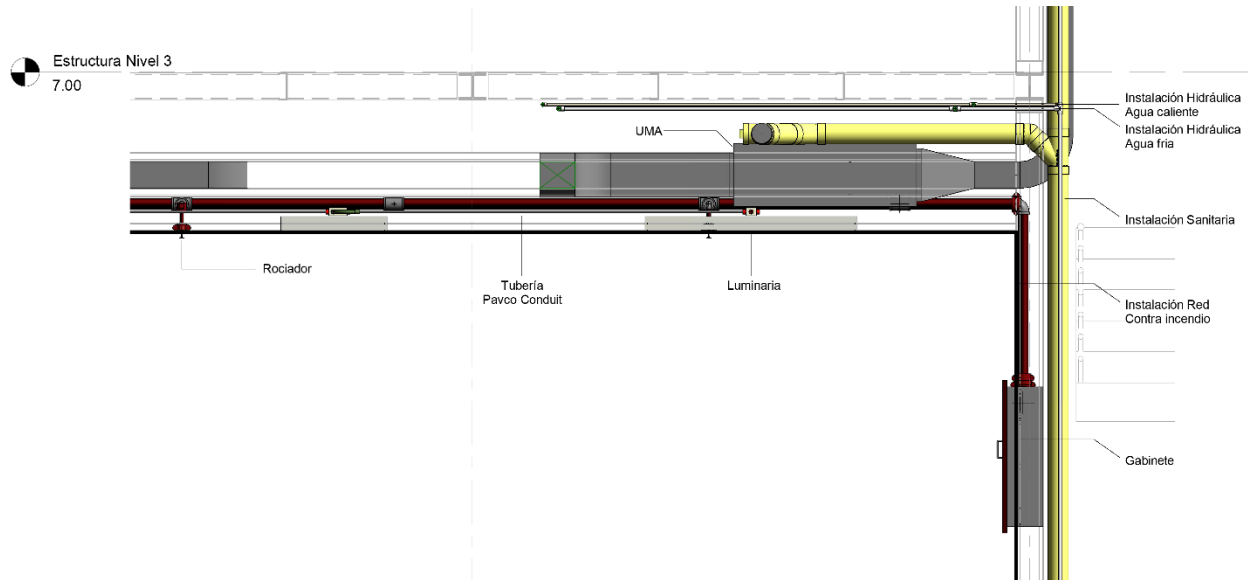
Tipo: Estático Tolerancia: 0,001 m

Vinculo: Ninguno Paso (s): 0,1

Ejecutar prueba

Nota. Análisis de interferencias redes propuestas. Elaboración propia

Para la coordinación de las redes propuestas se utiliza el programa Navisworks, tiene compatibilidad con Revit para ello se exporta cada uno de los modelos realizados en formato .nwc una vez importado el modelo se realiza el análisis de interferencia entre las redes que comparten cielo raso por ejemplo cielo raso tres, instalación hidráulica – sanitaria realizando el análisis para los tres cielos rasos, esto permite identificar los problemas en las redes como intersecciones entre las tuberías o equipos. Realizadas las correcciones se realiza nuevamente el análisis pero esta vez, se utiliza una de las redes ejemplo casilla #3 red de ductos y las demás redes, el análisis identifica 43 problemas debido a interferencias de tuberías de la red de incendios – instalación hidráulica y los conductos propuestos, en base al análisis se realizan las correcciones y se realiza la prueba de interferencias nuevamente, todos los errores fueron corregidos el software los identifica como resueltos.

**Figura 58***Detalle Redes*

*Nota.* Detalle interacción entre redes. Elaboración propia

Realizadas las correcciones basadas en el análisis en Navisworks se genera un corte con la relación entre las redes planteadas, para ello se utilizaron tres tipos de cielo raso, el superior fue destinado para la instalación hidráulica de agua fría, caliente y la instalación sanitaria con una pendiente del 3% para garantizar el correcto funcionamiento de la red.

El cielo raso intermedio se destinó para la red de ductos, en este caso la UMA se ubicó en las zonas libres de los tres cielos rasos debido a las dimensiones, el ultimo cielo raso se destinó para la instalación eléctrica con sus respectivos equipos y la instalación de la red contraincendios .

Esta división de los servicios por cielo raso permitió generar el trazado de la instalación propuesta agrupando los servicios por su uso, evitando en gran medida la intersección de las redes planteadas teniendo que generar unos pocos ajustes sobre la propuesta al realizar el análisis de interferencias en Navisworks

**Costo de la estructura****Tabla 3***Costo estructura parcial - completa*

Estructura parcial			
Nombre	Cantidad	Costo	Total
Excavación	180	<b>\$ 71.164,00</b>	\$ 12.809.520,00
Zapatas	30	<b>\$ 208.946,00</b>	\$ 6.268.380,00
Vigas de cimentación	48	<b>\$ 200.155,00</b>	\$ 9.607.440,00
Placa Contrapiso	180	<b>\$ 179.052,00</b>	\$ 32.229.360,00
Anclaje Columnas	30	<b>\$ 63.800,00</b>	\$ 1.914.000,00
Columnas de Acero	69	<b>\$ 355.960,00</b>	\$ 24.561.240,00
Vigas de Acero	212	<b>\$ 359.071,00</b>	\$ 76.123.052,00
Viguetas	222	<b>\$ 54.490,00</b>	\$ 12.096.780,00
Placa Entrepiso	180	<b>\$ 179.052,00</b>	\$ 32.229.360,00
Estructura Cubierta	15	<b>\$ 108.819,00</b>	\$ 1.632.285,00
Escalera de emergencia	1	<b>\$ 63.629.248,00</b>	\$ 63.629.248,00
Panel Tipo 1	8	<b>\$ 4.406.420,00</b>	\$ 35.251.360,00
Panel puerta sencilla	8	<b>\$ 2.725.664,00</b>	\$ 21.805.312,00
TOTAL	/	/	\$ 330.157.337,00
Estructura Completa			
Nombre	Cantidad	Costo	Total
Placa Entrepiso	360	<b>\$ 179.052,00</b>	\$ 64.458.720,00
Panel Tipo 1	79	<b>\$ 4.406.420,00</b>	\$ 348.107.180,00
Panel Tipo 2	19	<b>\$ 3.938.741,00</b>	\$ 74.836.079,00
Panel Tipo 3	14	<b>\$ 4.085.571,00</b>	\$ 57.197.994,00
Panel Tipo 4	4	<b>\$ 4.158.980,00</b>	\$ 16.635.920,00
Panel Tipo 5	14	<b>\$ 2.950.364,00</b>	\$ 41.305.096,00
Panel puerta sencilla	39	<b>\$ 2.725.664,00</b>	\$ 106.300.896,00
Panel Puerta doble	2	<b>\$ 2.860.464,00</b>	\$ 5.720.928,00
Instalación Sanitaria	/	<b>\$ 13.230.115,00</b>	\$ 13.230.115,00
Instalación Hidráulica	/	<b>\$ 31.608.887,00</b>	\$ 31.608.887,00
Instalación Eléctrica	/	<b>\$ 23.914.795,00</b>	\$ 23.914.795,00
Instalación Red contra incendios	/	<b>\$ 47.775.072,00</b>	\$ 47.775.072,00
Instalación Ductos	/	<b>\$ 55.024.000,00</b>	\$ 55.024.000,00
Costo adaptación estructura completa	/	/	\$ 1.216.273.019,00

Nota. Costo estructura propuesta. Elaboración propia

Figura 59

Herramientas utilizadas para cálculo de costo

<Tabla de planificación de uniones de tubería 2>				UNIVERSIDAD El Centro Colombiano							
Product Description			Catalogue Code	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (costo directo)							
			Recuento	ACTIVIDAD: Zapata en concreto para cimentación de resistencia 3000 psi							
				NOMBRE(S):							
				CURSO							
				Costos y presupuestos							
				Hoja No:							
				MATERIALES		Unidad	Cant. por Un.	Vr. General	Vr. Por Und	Sub-Total	Total
B			2	Separador homologado para cimentaciones.		Und	1,00	\$ 304,27	304,27	\$ 304,27	
BLUIE PRE 2X1/2 SOLD			2900952	Acero en barras corrugadas, Grado 60		Kg	20,00	\$ 44.000,00	\$ 2.200,00	\$ 44.000,00	
CODO PRE 90 1/2 SCH40			2901122	Alambre galvanizado para alfar, de 1,30 mm de diámetro.		Kg	0,20	\$ 438,02	\$ 2.190,08	\$ 438,02	
CODO PRE 90 2 SCH40			2901127	Cemento gris (bulto x 50 Kg)		Kg	90,00	\$ 37.890,00	\$ 421,00	\$ 37.890,00	
TAPON PRE 2 SCH40 SOLD			2901400	Arenilla		m3	100,00	\$ 0,60	\$ 60,00	\$ 6.000,00	
TEE PRE 1/2 SCH40			2901498	Agua		Lt	170,00	\$ 0,60	\$ 102,00	\$ 17.340,00	
TEE PRE 2 SCH40			2901503	Madera para encofrado		M2	0,10	\$ 481.885,91	\$ 4.818,86	\$ 481,89	
VALVULA DE BOLA HOFF 1/2" - SOLDADA			2903490								\$106.454,17
BLUIE SOLD 1 1/2X1/2 CPVC HOTPRO			2903742								
BLUIE SOLD 2X1 CPVC HOTPRO			2903748								
TEE 2 CPVC HOTPRO			2903765								
TRANSICIÓN IPSxCTS 2 HOTPRO			2908762								
ADAPT ROS HEM 1/2 CPVC HOTPRO			2910328								
ADAPT ROS MACH 1/2 CPVC HOTPRO			2910331								
BLUIE SOLD 3/4X1/2 CPVC HOTPRO			2910350								
CODO 45 1/2 CPVC HOTPRO			2910360								
CODO 90 1/2 CPVC HOTPRO			2910372								
CODO 90 3/4 CPVC HOTPRO			2910373								
CODO 90 1 1/2 CPVC HOTPRO			2910377								
TAPON SOLD 1 1/2 CPVC HOTPRO			2910389								
TEE 1/2 CPVC HOTPRO			2910396								
TEE 3/4 CPVC HOTPRO			2910397								
TEE 1 1/2 CPVC HOTPRO			2910400								
VALVULA DE ALIVIO CPVC LF1L-2 125-210 1/2			COD Pendiente								
<Tabla de planificación de tuberías>											
A	B	C	D								
Material	Diámetro	Longitud	Código de montaje								
		465,65 m	02020100								
		360,13 m	02020200								
				Observaciones		Vr. Equipo		Vr. Alquiler			
						Vr. Transporte		Otros			
						Vr. EQUIPO.				\$43.500,00	

Nota. Tablas de Revit y APU. Elaboración propia

Se realizaron APU (análisis de precio unitario), permitiendo calcular el costo de la estructura, primero se realizó el costo que tiene la estructura parcial, determinando el precio de las variaciones de paneles propuestos y cuanto se debe invertir adicionalmente para completar el esquema de la estructura completa.

Apoyado por el uso de Revit y el modelado realizado en cada una de las redes, se utiliza el programa para calcular los materiales necesarios de cada una de las instalaciones permitiendo agilizar el proceso del cálculo de costo, la estructura propuesta tiene un costo aproximado de \$ 330.157.337 millones para la estructura parcial y se requiere una inversión adicional de \$ 886.115.682 millones para completar la estructura completa con un costo total de \$ 1.216.273.019 millones por 879.5 m2 con un costo de \$ 1.382.914 por m2.

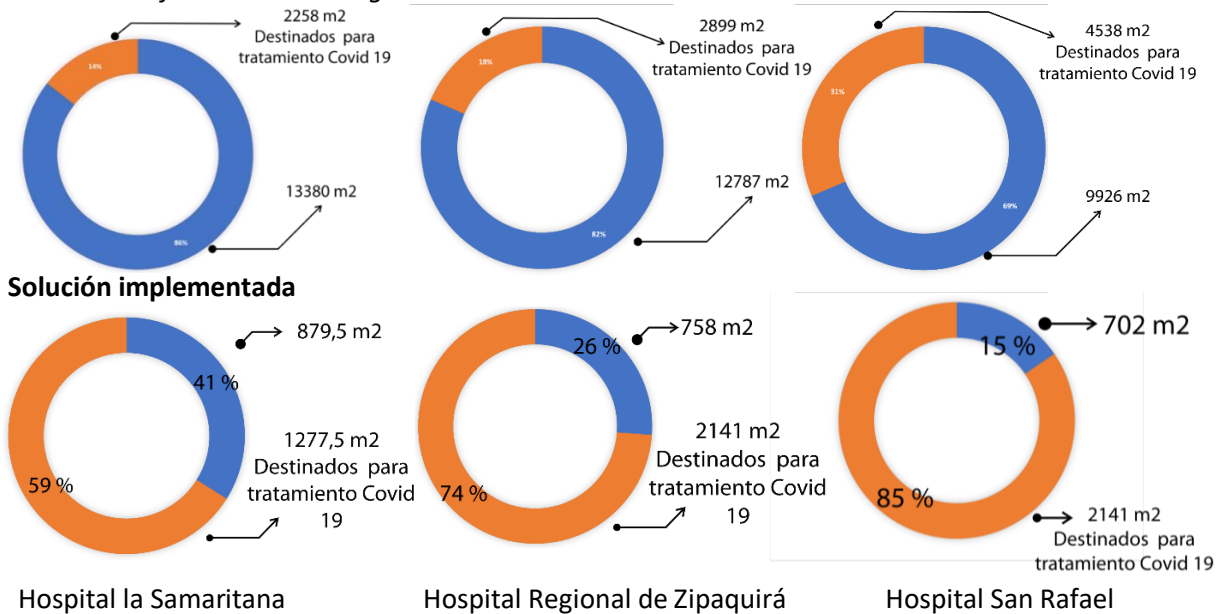


**CAPÍTULO VI: Conclusiones**

**Estrategias Implementadas en los casos de estudio – solución propuesta**

**Figura 60**

*Conclusiones efectividad estrategias*



*Nota.* Afectación – Estrategia propuesta en los casos de estudio. Elaboración propia

Las estrategias implementadas en los casos de estudio generaron una gran afectación sobre los casos de estudio con una media entre el 10 % y el 35 % es innegable que las instituciones de salud han realizado un gran trabajo en el tratamiento de la pandemia.

Pero mediante el análisis realizado al hospital Wuhan Huoshenshan y comparando con las carpas implementadas como pre triage para el diagnóstico de pacientes esta puede no ser la mejor solución, debido a las características de la enfermedad y su alta índice de contagio, la mejor solución es implementar áreas las cuales puedan implementar un esquema de ventilación negativa con filtros Hepa para evitar la dispersión de los microorganismos que propagan el virus garantizando la seguridad del personal médico y de las personas que asisten a las instituciones para realizar su diagnóstico.

La implementación de habitaciones de cuidado intermedio para el tratamiento de los pacientes mediante ventiladores mecánicos es pertinente debido a los síntomas que presenta los pacientes con problemas respiratorios, pero es importante considerar el impacto que genera destinar UCI, habitaciones de hospitalización y espacios de cirugía en los diferentes niveles, destinar los espacios que utilizan estos únicamente para el tratamiento de la emergencia genera una sobre carga extra en toda la infraestructura a nivel general afectando todos los servicios de las instituciones de salud.

Por ello como base de la propuesta se planteó el esquema de ventilación negativa como eje central de la estrategia, la implementación generaría una disminución significativa sobre el área afectada en cada uno de los casos de estudio con una media entre 15% y el 41 % respectivamente permitiendo liberar parte de los servicios afectados enfocándose en el área de diagnóstico y las habitaciones de hospitalización y cirugía de las instituciones. Esta situación que enfrentamos actualmente y el análisis realizado nos permite identificar la importancia de generar zonas dentro de las instituciones de salud que apoyen sus servicios pero que no sean de vital importancia para su funcionamiento que se puedan adaptar para el uso sistemas modulares vinculándolos directamente con el hospital, definiendo las especialidades que necesitan apoyo, permitiendo vincular estos módulos con la red de servicios existentes apoyando de manera eficiente las necesidades del hospital esta propuesta sería para los hospitales construidos.

Dentro del programa arquitectónico de las nuevas instituciones de salud es importante considerar el uso de estos espacios adaptables desde el planteamiento debido a los requerimientos que va tener la sociedad de ahora en adelante, la pandemia del COVID-19 marca un punto de inflexión para la sociedad en todos sus niveles, a nivel de infraestructura, social y económico, la pandemia genera nuevas reflexiones sobre la forma en la que se debe concebir la arquitectura a nivel general no solo hospitalaria, considerando los requerimientos que demandan los espacios para satisfacer las necesidades de Bioseguridad en caso de que vuelva a ocurrir una situación como la que enfrentamos actualmente.

**Lista de Referencia o Bibliografía**

Alba Fernández (2020, 20 de marzo) ¿Qué es un coronavirus?

<https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20200320/474266599253/coronavirus-virus-enfermedades-sars-mers.html>

Aguilar, K. & Ruth, K, (2008). *Readecuacion del hospital universitario la samaritana dentro del marco de ciudad salud*. [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes]. Repositorio – Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/20496>

Comunidad de Madrid (2020, marzo) Residuos biosanitarios y citotóxicos.

<https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/residuos-biosanitarios-citotoxicos>

EFE (2020, 13 de Noviembre) Italia supera de nuevo los 40.000 nuevos contagios y endurece restricciones

<https://www.hoy.com.py/mundo/italia-supera-de-nuevo-los-40.000-nuevos-contagios-y-endurece-restricciones>

Grupo Recoletas (2021, 17 de junio) ¿QUÉ ES LA UCI Y CÓMO ACTUAR CUANDO UN FAMILIAR ESTÁ INGRESADO EN ESTA UNIDAD?

<https://www.gruporecoletas.com/noticias/que-es-la-uci-hospital/>

Guiomar Huguet Pané (2020, 25 de marzo) Grandes pandemias de la historia

[https://historia.nationalgeographic.com.es/a/grandes-pandemias-historia\\_15178](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/grandes-pandemias-historia_15178)

Hernández, L. (2020, 05 de julio). Bogotá superó el 80% de ocupación de las UCI.

<https://www.agenciapi.co/noticia/bogota-supero-el-80-de-ocupacion-de-las-uci>

Hospital San Rafael de Facatativá [HSRF] (2020, Abril). *Plan de expansión ESE HSRF abril de 2020*

[https://drive.google.com/file/d/10gCfRFBFeD\\_IAKOy-ef3fggFk9cfbZMs/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/10gCfRFBFeD_IAKOy-ef3fggFk9cfbZMs/view?usp=sharing)

Hospital Universitario la Samaritana [HUS] (2020, 22 de septiembre). Documentos adoptados en la institución frente a la pandemia covid-19.

<https://www.hus.org.co/index.php?idcategoria=14521>

Hospital Universitario la Samaritana [HUS] (2019, 10 de marzo). Convocatoria pública n 14 remodelación y adecuación de la unidad de cuidado intensivo del 4-to piso.

<https://www.hus.org.co/index.php?idcategoria=13507>

Hospital Universitario la Samaritana [HUS] (2019, 12 de junio). Convocatoria pública n 13 adquisición, instalación y puesta en funcionamiento nuevo hospital regional de Zipaquirá.

<https://www.hus.org.co/index.php?idcategoria=13108>

Medicina udd, M. (2020, Marzo) Definición de Bioseguridad.

<https://medicina.udd.cl/sobre-la-facultad/comite-institucional-de-bioseguridad/definicion-de-bioseguridad/>

Minsalud (2021, 23 de Noviembre) Triage

<https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/triage.aspx>

Nope, B.; Garcia ,A & Bobadilla, R, (2017). *Método para la implementación de sistemas solares activos en establecimientos hospitalarios, estudio de caso en el Hospital Clínico del Sur, Concepción, Chile.*

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/58969/Nope%20Bernal%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Penadés, A. Gómez, C. Calvo, G. (2020, Marzo) Aislamiento. <https://n9.cl/lbsbn>

Raffino, M. (2020, Septiembre) ¿Qué es infraestructura? <https://concepto.de/infraestructura/>

Rea, B. (2020). Los tres niveles de atención de la salud. <https://www.meditips.com/los-tres-niveles-atencion-salud/>

Salvador-Ferrín Mariángel (2020) *Transformación de la arquitectura desde el covid-19*.

<https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/finibus/article/view/148/289>

Semana (2021, 19 de mayo) Ocupación de UCI en Bogotá supera el 95 % y se encuentra en su máximo nivel desde julio de 2020.

<https://www.semana.com/nacion/articulo/ocupacion-de-uci-en-bogota-supera-el-95-y-se-encuentra-en-su-maximo-nivel-desde-julio-de-2020/202104/>

Uniandes (2020, 5 de mayo) ¿cuál es la capacidad hospitalaria de Bogotá frente a la covid-19?

<https://uniandes.edu.co/es/noticias/salud-y-medicina/cual-es-la-capacidad-hospitalaria-de-bogota-frente-a-la-covid19>

Unidad de cuidados intensivos en Wikipedia. (2021, 3 de mayo). En *Wikipedia*.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad\\_de\\_cuidados\\_intensivos](https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_de_cuidados_intensivos)