

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“Elaboración de una guía de diseño y operación de UCI y cuidados intermedios modular para SARS/COVID19 aplicado a un Hospital nivel II siguiendo normas y regulaciones vigentes”

### **TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

### **MAGÍSTER EN INGENIERÍA BIOMÉDICA**

Presentado por:

Darío Xavier Romero Santistevan, Ulises Gabriel Pañora Reyna

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi esposa Johvana por su paciencia, apoyo incondicional y esa fuerza que me transmitía en mis momentos de quiebre, a mi madre Sandra por sus incansables consejos y esa guía necesaria para lograr cada desafío que me propongo. ¡¡A mi abuelo Wachito por todos esos consejos y de manera especial a mi abuela Mery (+), un escalón más en mi vida profesional para ti!!

Darío

El presente proyecto lo dedico a toda mi familia sobre todo a mi esposa Gabriela, mi hijo Ulises Leonardo, hermano David y mis padres Carlos y Josefina que han sido un pilar y un impulso constante en mi carrera profesional y ahora en la culminación de esta maestría.

Ulises

## AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos son para la Mgtr. Katty Cabrera Flores por sus sabios consejos en mis inicios laborales y por haberme impulsado a tomar esta maestría y al Ph. D. Luis Vilcahuaman por su gran apoyo para finalizar con éxito este proyecto.

Darío

Mi más sincero agradecimiento a todos los profesionales de la salud del Hospital General – Babahoyo en especial a la M. Sc. Liliana Junco, Directora Administrativa la cual brindó facilidades de datos técnicos para los respectivos análisis del caso de estudio, al Sr. Airton Álvarez por su guía para manejo del software de simulación y a todo el personal docente de la ESPOL en especial al Ph. D. Luis Vilcahuaman por ser una excelente guía para comenzar y culminar este trabajo de titulación.

Ulises

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Darío Xavier Romero Santistevan y Ulises Gabriel Pañora Reyna damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Darío Xavier Romero Santistevan

Ulises Gabriel Pañora Reyna



## **TRIBUNAL DE EVALUACIÓN**

---

**Ph.D. María Antonieta Álvarez Villanueva**  
**SUBDECANA DE LA FIEC**

---

**Ph.D. Luis Alberto Vilcahuaman Cajacuri**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

**M.Sc. Geovanny Manuel Argüello Andrade**  
**MIEMBRO PRINCIPAL DEL TRIBUNAL**

## RESUMEN

En la actualidad la mayoría de los centros de salud cuentan con deficiencias en la infraestructura y equipamiento hospitalario. Se requiere revertir este estado para alcanzar unas adecuadas y normadas instalaciones hospitalarias en el Ecuador con el fin de atender los requerimientos clínicos para la pandemia generadas por el virus SARS-CoV-2. La presente investigación tiene como propósito diseñar un medio informático para el diseño modelado de una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y de la Unidad de Cuidados Intermedios (UCIM) considerando su funcionalidad y operatividad.

Por tal razón, se realizó una guía de diseño y operación de Unidad de Cuidados Intensivos UCI y Unidad de Cuidados Intermedios UCIM, para el cual se consideró el diagrama funcional de cada unidad, con rutas de acceso, servicios generales, climatización, sistema de telecomunicaciones, gases medicinales, equipos médicos y protocolos de limpieza y desinfección. Para esto se analizaron normativas nacionales e internacionales entre las que se destacan: CONELEC 005/14, NTE INEM 1369, NEC 2008, ANSI/ASHRAE, TIA, NFPA99.

El modelado estructural de los planos se lo realizó en AUTODESK AUTOCAD, donde se especifica el recorrido de cada sistema con sus respectivas especificaciones técnicas normadas.

Finalmente, se mostró como la ingeniería biomédica pudo contribuir con una guía para ayudar a la modernización del sistema hospitalario y contener la pandemia COVID-19 en base a los criterios de diseño modular de la unidad de cuidados intensivos e intermedios.

**Palabras Clave:** COVID-19, Diseño Hospitalario, Iluminación, Climatización, Gases Medicinales, BIM

## **ABSTRACT**

*Currently, most health centers have deficiencies in hospital infrastructure and equipment. It is necessary to reverse this status to achieve an adequate and regulated hospital facilities in Ecuador in order to meet the clinical requirements for the pandemic generated by the SARS-CoV-2 virus. The purpose of this research is to design a computer medium for the modeled design of an Intensive Care Unit (ICU) and the Intermediate Care Unit (ImCU) considering their functionality and operability.*

*For this reason, a design and operation guide for ICU Intensive Care Unit and the ImCU Intermediate Care Unit was developed, for which the functional diagram of each unit was considered, with access routes, general services, air conditioning, telecommunications system, medicinal gases, medical equipment and cleaning and disinfection protocols. For this, national and international regulations were analyzed, among which the following stand out: CONELEC 005/14, NTE INEM 1369, NEC 2008, ANSI / ASHRAE, TIA, NFPA99.*

*The structural modeling of the plans was carried out in AUTODESK AUTOCAD, where the route of each system is specified with its respective standardized technical specifications.*

*Finally, it was shown how biomedical engineering could contribute with a guide to help modernize the hospital system and contain the COVID-19 pandemic based on the modular design criteria of the intensive and intermediate care unit.*

*Keywords: COVID-19, Hospital Design, Lightning, Air Conditioning, Medicinal Gases, BIM*

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iv
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	v
RESUMEN.....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ABREVIATURAS.....	vi
SIMBOLOGÍA .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE PLANOS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
1. Planteamiento de la problemática .....	1
1.1 Identificación del problema.....	1
1.2 Justificación del problema .....	6
1.3 Objetivos .....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos .....	7
1.4 Metodología.....	8
1.5 Alcance.....	9
CAPÍTULO 2.....	10
2. Fundamentos y estado del arte .....	10
2.1 Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) .....	10
2.1.1 Evolución del COVID-19.....	10

2.1.2	La pandemia .....	12
2.1.3	Estudios de observación sobre problemas con COVID-19 .....	12
2.1.4	Impacto en la salud sobre COVID-19 en Ecuador.....	13
2.1.5	Estrategias .....	18
2.2	Avances tecnológicos.....	20
2.2.1	Sistema de diseño y arquitectura hospitalaria .....	20
2.2.2	Modelado de Información de Construcción (BIM) .....	24
2.3	Unidad de cuidados intensivos.....	26
2.3.1	Descripción de la unidad .....	26
2.3.2	Componentes de la unidad.....	27
2.3.3	Diagrama funcional de la unidad .....	30
CAPÍTULO 3.....		32
3.	Diseño de unidad de cuidados intensivos e intermedios.....	32
3.1	Zona Geográfica.....	33
3.2	Diagrama funcional de la unidad de cuidados intensivos e intermedios.....	36
3.3	Acceso.....	39
3.4	Servicios Generales .....	44
3.4.1	Sistema de iluminación.....	44
3.4.2	Sistema hidrosanitario .....	56
3.4.3	Sistema eléctrico .....	63
3.5	Sistema de climatización.....	87
3.6	Sistema de telecomunicaciones.....	117
3.7	Equipamiento médico.....	123
3.8	Protocolos de limpieza y desinfección .....	127
3.9	Sistema de gases medicinales.....	131
CAPÍTULO 4.....		144
4.	Análisis e interpretación de los resultados .....	144

4.1	Sistema de Iluminación .....	147
4.2	Sistema hidrosanitario .....	149
4.3	Sistema eléctrico .....	151
4.4	Sistema de climatización .....	153
4.5	Sistema de telecomunicaciones .....	155
4.6	Sistema de gases medicinales .....	157
	Conclusiones .....	159
	Recomendaciones .....	161
	BIBLIOGRAFÍA .....	162
	ANEXOS .....	170

## ABREVIATURAS

AWG	Calibre de Alambre Estadounidense
BCoV	Coronavirus Bovino
BIM	Modelo de Información de Construcción
CCO	Salida Cardíaca Continua
CE	Ingenieros Clínicos
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
COE	Centro de Operaciones de Emergencia
COVID-19	Enfermedad del Coronavirus 2019
ECG	Electrocardiograma
EPP	Equipos de Protección Personal
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FCoV	Coronavirus Felino
HCoV-229E	Coronavirus Humano 229E
HGB	Hospital General Babahoyo
IBV	Virus de la Bronquitis Infecciosa
MERS	Síndrome Respiratorio de Oriente Medio
MHV	Virus de la Hepatitis del Ratón
MSP	Ministerio de Salud Pública
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PACS	Sistema de Almacenamiento y Distribución de Imagen
PCR	Proteína C Reactiva
PEDV	Virus de la Diarrea Epidémica Porcina
PHEV	Virus de la Encefalomiелitis Hemaglutinante Porcina
PMU	Puesto de Mando Unificado
PRCV	Coronavirus Respiratorio Porcino
SARS	Síndrome Respiratorio Agudo Grave
SIVE	Sistema Integral de Vigilancia Epidemiológica
TGEV	Virus de la Gastroenteritis Transmisible
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos
UCIM	Unidad de Cuidados Intermedios
VA	Departamento de Asunto de Veteranos

## SIMBOLOGÍA

m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
"	Pulgadas
seg	Segundo
min	Minuto
H	Hora
mg	Miligramo
cd	Candela
lx	Lux
lm	Lumen
V	Voltios
A	Amperios
W	Vatios
HP	Caballos de fuerza
BTU	Unidad Térmica Británica
kVA	Kilo Voltios Amperios
°C	Grados Celsius
Gbps	Giga bits por segundo
MHz	Mega Hertz
CFM	Pies cúbicos por minuto
LPM	Litros por minuto
Bar	Baros
PSI	Libras por pulgadas cuadradas



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Curva del estado de infección según los días transcurridos [10] .....	4
Figura 1.2. Periodo infeccioso según la gravedad de la enfermedad [10] .....	4
Figura 2.1. Los genomas, genes y proteínas de diferentes coronavirus [27] .....	11
Figura 2.2. Estadísticos de casos confirmados por sexo [45] .....	17
Figura 2.3. Histograma de casos confirmados por grupo etario [45] .....	17
Figura 2.4. BIM, Hospital Clínic de Barcelona [56] .....	25
Figura 2.5. BIM, Clínica Anglo Americana en Lima [56] .....	26
Figura 2.6. Diagrama funcional de UCI [63] .....	30
Figura 3.1. Mapa de la ubicación del Hospital General Babahoyo [68] .....	35
Figura 3.2. Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios, elaboración propia .....	38
Figura 3.3. Rutas de acceso de la UCI y UCIM, elaboración propia .....	43
Figura 3.4. Coeficiente de reflexión [72] .....	46
Figura 3.5. Programa de cálculo de luminarias, elaboración propia .....	49
Figura 3.6. Sistema de aguas pluviales [82] .....	59
Figura 3.7. Cuarto aislado con presión negativa [94] .....	89
Figura 3.8. Calor sensible y latente de las personas [96] .....	92
Figura 3.9. Ductos en pulgadas por CFM [98] .....	94
Figura 3.10. Codos para ductos de climatización [98] .....	95
Figura 3.11. Esquema típico horizontal de una red de datos [103] .....	118
Figura 3.12. Propiedades del oxígeno medicinal, elaboración propia .....	132
Figura 3.13. Impurezas aceptables para el oxígeno medicinal, [117] .....	132
Figura 3.14. Precauciones y riesgos del oxígeno medicinal, elaboración propia .....	133
Figura 3.15. Sistema de distribución de oxígeno medicinal [120] .....	135
Figura 3.16. Propiedades del aire medicinal, elaboración propia .....	137
Figura 3.17. Sistema de distribución de aire medicinal [120] .....	138
Figura 3.18. Sistema de vacío o presión negativa [120] .....	141

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Pacientes con pruebas PCR [45] .....	16
Tabla 2.2 Detalle de pacientes fallecidos [45] .....	16
Tabla 2.3 Pacientes con prueba RT-PCR a nivel de provincias del Ecuador [45] .....	18
Tabla 3.1 Especificaciones generales del Hospital General Babahoyo, elaboración propia .....	34
Tabla 3.2 Probabilidades de ocurrencia de riesgos, [69] .....	35
Tabla 3.3 Parámetros recomendados para las habitaciones [73] .....	47
Tabla 3.4 Parámetros recomendados para la UCI [73] .....	48
Tabla 3.5 Parámetros para determinar las luminarias 1 <sup>ra</sup> parte, elaboración propia .....	50
Tabla 3.6 Parámetros para determinar las luminarias 2 <sup>da</sup> parte, elaboración propia .....	51
Tabla 3.7 Cálculo del índice local k, elaboración propia .....	52
Tabla 3.8 Cálculo del Coeficiente de utilización $C_u$ , elaboración propia .....	53
Tabla 3.9 Cálculo del Flujo Luminoso Total $\phi_T$ , elaboración propia .....	53
Tabla 3.10 Cálculo del Número de luminarias, elaboración propia .....	54
Tabla 3.11 Cálculo de filas y columnas para el emplazamiento de las luminarias, elaboración propia .....	55
Tabla 3.12 Dotaciones de agua fría, [79] .....	57
Tabla 3.13 Demanda de caudales y diámetro de los aparatos sanitarios, [81] .....	58
Tabla 3.14 Consumo diario, elaboración propia .....	61
Tabla 3.15 Áreas médicas y equipos eléctricos, [87] .....	65
Tabla 3.16 Circuito de alimentación A1, elaboración propia .....	71
Tabla 3.17 Circuito de alimentación A2, elaboración propia .....	71
Tabla 3.18 Circuito de alimentación A3, elaboración propia .....	71
Tabla 3.19 Circuito de alimentación A4, elaboración propia .....	72
Tabla 3.20 Circuito de alimentación A5, elaboración propia .....	72
Tabla 3.21 Circuito de alimentación A6, elaboración propia .....	72
Tabla 3.22 Circuito de alimentación A7, elaboración propia .....	73

Tabla 3.23 Circuito de alimentación A8, elaboración propia .....	73
Tabla 3.24 Circuito de alimentación A9, elaboración propia .....	73
Tabla 3.25 Circuito de alimentación A10, elaboración propia .....	74
Tabla 3.26 Circuito de alimentación A11, elaboración propia .....	74
Tabla 3.27 Circuito de alimentación A12, elaboración propia .....	75
Tabla 3.28 Distribución de paneles para iluminación, elaboración propia .....	75
Tabla 3.29 Cargas por tomacorriente 1ra Parte, elaboración propia .....	77
Tabla 3.30 Cargas por tomacorriente 2da Parte, elaboración propia.....	80
Tabla 3.31 Cargas por maquinarias, elaboración propia.....	83
Tabla 3.32 Distribución de paneles para tomacorrientes, elaboración propia.....	84
Tabla 3.33 Cargas del diseño planteado, elaboración propia .....	86
Tabla 3.34 Transformador a usar en el diseño, elaboración propia .....	86
Tabla 3.35 Parámetro meteorológicos del cantón Babahoyo, [99].....	96
Tabla 3.36 Dimensionamiento por áreas, elaboración propia .....	98
Tabla 3.37 Cálculo de la carga originada a través de cerramientos traslúcidos, elaboración propia .....	102
Tabla 3.38 Cálculo de la carga originada a través de paredes y techos exteriores, elaboración propia .....	102
Tabla 3.39 Cálculo de la carga originada por la transmisión de paredes, techos, suelos y puertas interiores, elaboración propia .....	103
Tabla 3.40 Cálculo de la carga originada por la infiltración y ventilación de aire exterior, elaboración propia .....	103
Tabla 3.41 Consumo de equipos eléctricos, elaboración propia.....	105
Tabla 3.42 Cálculo de la carga originada por aportaciones internas, elaboración propia .....	106
Tabla 3.43 Cálculo de la carga sensible en BTU, elaboración propia.....	107
Tabla 3.44 Cálculo de la carga latente en BTU, elaboración propia .....	108
Tabla 3.45 Cálculo de flujo de ventilación, elaboración propia .....	109

Tabla 3.46 Carga total en CFM de UCIM, elaboración propia .....	110
Tabla 3.47 Ductos de suministro para UCIM, elaboración propia .....	110
Tabla 3.48 Ductos de retorno para UCIM, elaboración propia .....	112
Tabla 3.49 Carga total en CFM de Triage, elaboración propia.....	112
Tabla 3.50 Ductos de suministro y retorno para Triage, elaboración propia .....	113
Tabla 3.51 Carga total en CFM de UCI, elaboración propia .....	113
Tabla 3.52 Ductos de suministro para UCI, elaboración propia .....	114
Tabla 3.53 Ductos de retorno para UCI, elaboración propia .....	116
Tabla 3.54 Número de nodos en cada zona, elaboración propia .....	120
Tabla 3.55 Cantidad de accesorios del cuarto de telecomunicaciones, elaboración propia .....	121
Tabla 3.56 Cantidad de accesorios para los nodos, elaboración propia .....	121
Tabla 3.57 Equipamiento sugerido por la OPS, [108] .....	123
Tabla 3.58 Cargas eléctricas del equipamiento parte #1, elaboración propia.....	126
Tabla 3.59 Cargas eléctricas del equipamiento parte #2, elaboración propia.....	126
Tabla 3.60 Representación en litros por el volumen de los tanques, elaboración propia .....	134
Tabla 3.61 Recargas por capacidad de almacenamiento, elaboración propia.....	135
Tabla 3.62 Potencia de motor por número de camas, elaboración propia.....	139
Tabla 3.63 Potencia de motor por número de camas, elaboración propia.....	141
Tabla 3.64 Total de LPM a necesitar (Oxígeno), elaboración propia .....	142
Tabla 3.65 Total de LPM a necesitar (Aire medicinal), elaboración propia .....	142
Tabla 3.66 Total de LPM a necesitar (Vacío medicinal), elaboración propia .....	143
Tabla 3.67 Cálculo del diámetro de la tubería, elaboración propia .....	143
Tabla 3.68 Elección de tuberías, elaboración propia .....	143

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 4.1. Cubierta y fachada, Elaboración propia .....	145
Plano 4.2. Plano arquitectónico de la propuesta, Elaboración propia .....	146
Plano 4.3. Plano del sistema de iluminación de la propuesta, Elaboración propia .....	148
Plano 4.4. Plano del sistema hidrosanitario de la propuesta, Elaboración propia.....	150
Plano 4.5. Plano del sistema eléctrico de la propuesta, Elaboración propia.....	152
Plano 4.6. Plano del sistema de climatización de la propuesta, Elaboración propia...	154
Plano 4.7. Plano del sistema de telecomunicaciones de la propuesta, Elaboración propia .....	156
Plano 4.8. Plano del sistema de gases medicinales de la propuesta, Elaboración propia .....	158

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación sobre una guía de diseño y operación de la Unidad de Cuidados Intensivos y la Unidad de Cuidados Intermedios en el Ecuador muestra una visión amplia de la infraestructura hospitalaria misma que incluye: controles de acceso, sistemas de iluminación, hidrosanitario, eléctrico, climatización, de telecomunicaciones, de gases medicinales, equipamiento médico, limpieza y desinfección.

En este sentido se presenta un análisis de la problemática que el COVID-19 generó a nivel mundial de manera cronológica con una estadística de las personas infectadas a nivel nacional basadas en las infografías reportadas de manera semanal y mensual del Centro de Operaciones de Emergencia (COE), la importancia de plantear una solución contando con una infraestructura y metodología adecuada para resolver esta problemática y contar con un diseño con ayuda de un software de modelado como BIM. Además, se presentan los últimos avances tecnológicos con respecto a la arquitectura hospitalaria, cuidados intensivos y modelado BIM haciendo énfasis en los sistemas modulares.

Por esta razón se muestra una guía de diseño de la UCI y UCIM donde cada uno de estos sistemas comprenden una solución integral con el cumplimiento de normativas y regulaciones en forma ordenada para poder aplicarlo al caso de estudio del Hospital General Babahoyo, el mismo que no cuenta con una unidad de cuidados intensivos e intermedios para el tratamiento, cuidado y diagnóstico del virus que causa COVID-19.

Finalmente se realizó un análisis con los resultados en base a la aplicación de la guía sobre el caso de estudio donde se presentan planos arquitectónicos, detalles y una simulación con una representación en tres dimensiones donde se explica cada uno de los sistemas antes descritos.

# CAPÍTULO 1

## 1. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

### 1.1 Identificación del problema

El SARS-CoV2 virus originario de Wuhan China comenzó a propagarse de manera exponencial a nivel global [1]–[3], tanto así que fue declarado pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) [4].

Este virus llegó a Ecuador creando un colapso al sistema de salud, ya que hospitales de nivel I y II empezaron a saturarse con pacientes, llevando a la curva de propagación del virus crecer de manera abrupta.

Los hospitales ecuatorianos, e inclusive del mundo, se han visto con necesidades de crear centros o espacios totalmente improvisados para mantener de alguna manera el virus controlado; ahora esto no es del todo factible pues al ser centros improvisados estos no cumplen con normativas hospitalarias, tales como un correcto flujo de aire, instalaciones eléctricas adecuadas, distribución adecuada de gases medicinales, iluminación inadecuada, selección de equipos de telecomunicaciones según la demanda. [5], [6].

Uno de los equipos médicos que más se ha usado en esta pandemia ha sido el respirador mecánico ya que de manera patológica este virus ataca a la zona de los pulmones, dando paso a una neumonía aguda [6], [7].

Una vez declarada la pandemia a nivel mundial el Comité de Operaciones de Emergencia (COE) con la finalidad de minorar el impacto que el virus que provoca el COVID-19, emite la 1era Resolución con fecha 14 de marzo del 2020 en donde sugiere lineamientos para [8]:

- Ingreso y salida de personas al país.

- Eventos públicos.
- Cremación de cadáveres por COVID-19.
- Limpieza de transporte público.
- Sanciones para personas que obstaculicen la prestación de servicios de salud.
- Ingresos a espacios públicos y privados donde el aforo no sobrepase las 30 personas.
- Habilitación de laboratorios privados para realizar exámenes para COVID-19.
- Incentivar el uso del 171 para plataforma digital en triaje médico.
- Asistencia psicológica para las personas que se encuentren en cerco epidemiológico.
- Capacitaciones en línea en plataformas de la Organización Mundial de la Salud referente al COVID-19.
- Abastecimientos de productos de primera mano.

El Ministerio de Salud Pública (MSP) mediante sus boletines y paginas oficiales socializan los siguientes documentos normativos para combatir el COVID-19 en el Ecuador [9]:

- Criterios para la selección de infraestructuras para la implementación de centros de aislamiento preventivo obligatorio para personas en situación de vulnerabilidad.
- Guía de conformación del Puesto de Mando Unificado (PMU).
- Lineamientos para reportes de accidentes laborales de personas con COVID-19 confirmado.
- Reglamento de investigaciones en salud durante la emergencia sanitaria.
- Protocolos para la atención en pueblos, nacionalidades indígenas, afro ecuatorianos y montubios del Ecuador.
- Lineamiento para prevención de transmisión de COVID-19 en los centros de privación de la libertad.
- Recomendaciones para el cuidado de mujeres durante el embarazo, parto, lactancia y recién nacidos con sospecha o confirmación de COVID-19.



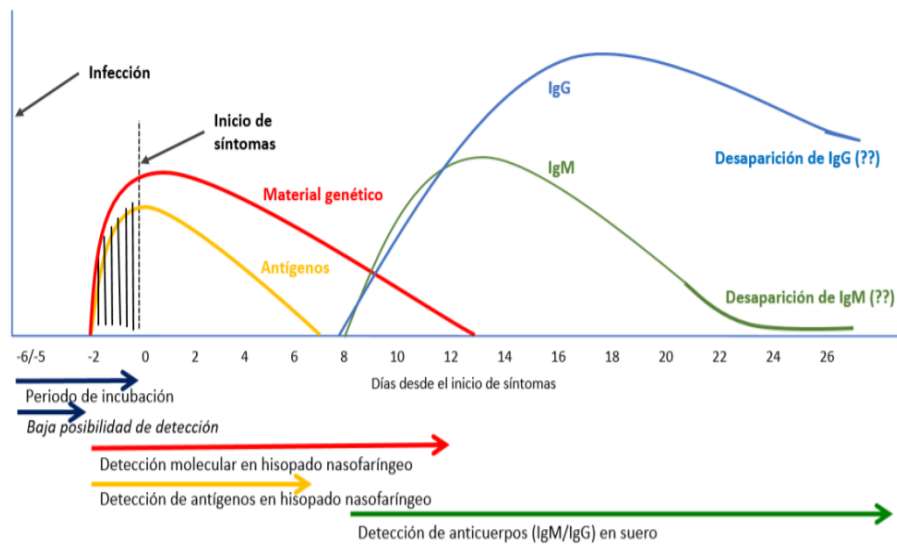
- Mesa técnica de respuesta frente a los efectos en la salud provocados por el SARS-CoV-2 causante del COVID-19.
- Lineamientos generales de pruebas rápidas de detección de antígenos – COVID-19.
- Lineamientos para la emisión de certificados médicos por COVID-19.
- Lineamientos para el ingreso de turistas a la provincia de Galápagos, en el contexto de la emergencia sanitaria por COVID-19.

#### Lineamientos generales de pruebas rápidas de detección de antígenos.

La importancia de estos lineamientos no hace referencia al diseño estructural o arquitectónico, se lo hace, por la forma de diagnosticar ya que se han realizado estudios para verificar que tipo de detección oportuna del COVID-19 es más eficiente.

La prueba (RT-PCR) para detectar SARS-CoV-2 es la herramienta para elegir a pesar de que en otros lugares para utilizarla es un verdadero reto debido a la escasez de dichas pruebas. Las pruebas rápidas de detección de antígenos (Antígeno PCR) son más precisas que las pruebas rápidas de anticuerpos y determinan si el paciente presenta infección.

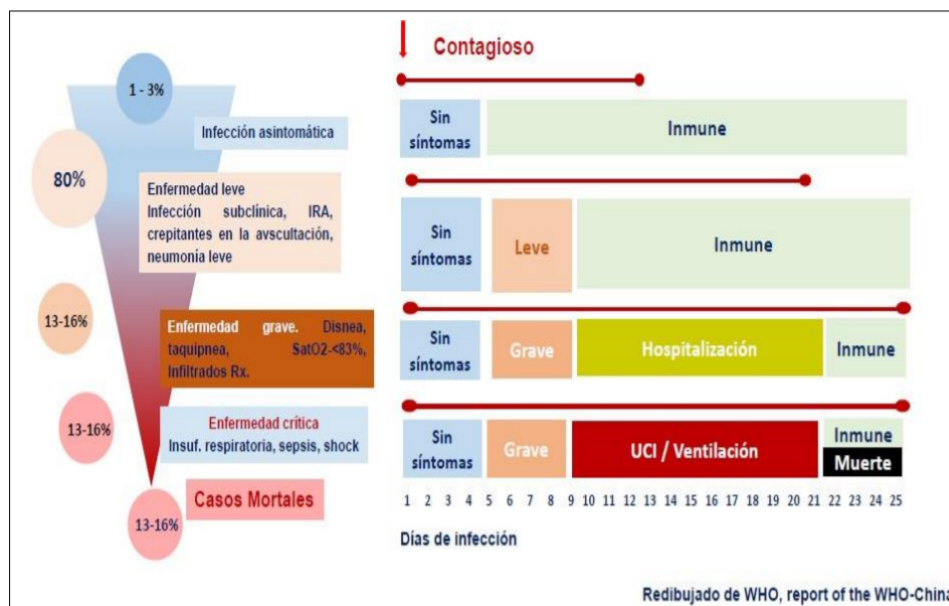
Los exámenes de detección de antígenos al ser mas rápidos y seguros podrán ayudar al personal sanitario de primera línea a mejorar la identificación y manejo de pacientes con COVID-19 los cuales se observan en la figura 1.1, en donde indica que con la detección molecular en hisopado nasofaríngeo se la puede realizar incluso durante los días de incubación, a diferencia de la detección de anticuerpos (IgM/IgG) que dan un resultado confiable a partir del octavo día desde que iniciaron los síntomas del paciente.



**Figura 1.1. Curva del estado de infección según los días transcurridos [10]**

El COVID-19 producida por SARS-CoV2 se le ha determinado hasta el momento un periodo de incubación medio de 5 a 6 días en un rango de 2 a 14 días con baja posibilidad de detección.

El periodo de infección es muy importante ya que según la Organización Mundial de la Salud indica que del 13 % al 16 % de los casos confirmados de COVID-19 son categorizados como graves el cual requiere una unidad de Cuidados Intensivos o Intermedios, observar la figura 1.2.



**Figura 1.2. Periodo infeccioso según la gravedad de la enfermedad [10]**

Recomendaciones para el cuidado de mujeres durante el embarazo, parto, lactancia y recién nacidos con sospecha o confirmación de COVID-19.

El Ministerio de Salud Pública emitió recomendaciones para brindar una adecuada atención a mujeres embarazadas, el parto, periodo de lactancia, anticoncepción y recién nacidos en caso de sospecha o confirmación de diagnóstico COVID-19 en donde se indica lo siguiente [11]:

- Acceso a servicios de anticonceptivos para mujeres de edad fértil.
- La tasa de letalidad por COVID-19 en mujeres embarazadas es hasta un 25 %, aunque los datos son limitados las complicaciones a ser identificadas son (hipertensión arterial o diabetes mellitus pre gestacionales, enfermedades cardiopulmonares, inmunosupresión), donde los criterios de ingreso hospitalario de este grupo deben cumplir con al menos una contusión aguda, urea mayor a 19 mg/dL, ruptura prematura de membranas mayor o igual a 30, presión sistólica menor o igual a 90 mmHg, la presión diastólica menor igual a 60 mmHg, edad mayor a 65 años donde la decisión de un ingreso hospitalario o a una unidad de cuidados intensivos dependerá de la clínica y el análisis completo de los resultados de laboratorio.

En este sentido la unidad médica Hospital General Babahoyo (HGB) cuenta con 120 camas para cuidados intermedios donde se atiende un promedio de 450 pacientes mensuales, 9 camas para cuidados intensivos que en un escenario posterior a la pandemia se atendía un promedio mensual de 45 pacientes, sin embargo al momento de atravesar el escenario post pandemia, la demanda que implicó combatir el coronavirus 2019-nCoV desde el 17 de marzo al 4 de junio del 2020 se han atendido 73 pacientes con dicha enfermedad a pesar de la funcionalidad de la infraestructura, sistemas sanitarios, equipos médicos no se cuenta con una normativa clara para enfrentar esta enfermedad como por ejemplo los sistemas de climatización, sistemas de desechos y desinfección, lo que puede provocar que se generen eventos relacionados a la seguridad del paciente [12].

## **1.2 Justificación del problema**

A lo largo del tiempo los servicios de la salud han sido una de las principales problemáticas a nivel mundial por lo que esto ha obligado a que este sector se mantenga en constante evolución a la par de las nuevas tecnologías que cambian en tan corto tiempo.

En la actualidad tener una infraestructura hospitalaria para poder combatir una problemática como lo es “enfermedades de Síndrome Respiratorio Agudo Grave (SARS)” demanda que proyectos de diseño y construcción de clínicas u hospitales cuenten con un plan maestro desde la decisión inicial, construcción y la apertura del servicio. El propietario y su departamento de construcción e ingeniería civil deben enfrentar muchos procesos administrativos y técnicas complejas que muchas veces al confrontarlo con la realidad queda sub dimensionado. Entonces con el papel del ingeniero biomédico se le da una solución modular, escalable y de fácil instalación de áreas aptas para recibir pacientes con este tipo de patologías, puede no solamente solucionar un problema de deficiencia en el diseño inicial y optar por un buen dimensionamiento a largo plazo en la capacidad resolutive sino más bien brindar un servicio de calidad con la finalidad de salvar vidas [13], [14].

Existen muchos proyectos de nivel hospitalario que no cuentan con un buen sistema de gases medicinales o un sistema de iluminación adecuado para los pacientes, en este sentido la simulación de Modelo de Información de Construcción (BIM) es necesaria para poder prevenir cualquier tipo de riesgo hospitalario y llevar un mejor control mediante esta simulación para evitar cualquier deficiencia en la funcionalidad en un hospital de nivel II [15].

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Elaborar una guía de diseño en medio informático, basada en simulación mediante Modelado de Información de Construcción (BIM), de una unidad modular de cuidados intensivos y cuidados intermedios para COVID 19 en un hospital nivel II, considerando funcionalidad y operatividad apropiada según normas y regulaciones vigentes nacionales e internacionales.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Analizar las estadísticas de los pacientes que por SARS/COVID19 requieran ser derivados a la unidad de cuidados intensivos e intermedios y realizar un dimensionamiento de los componentes tecnológicos del hospital nivel II para poder soportar la demanda planificada.
2. Diseñar la infraestructura de la unidad modular de cuidados intensivos y cuidados intermedios.
3. Diseñar los componentes tecnológicos hospitalarios: sistema eléctrico, sistema sanitario, sistema de gases medicinales, para esta unidad modular.
4. Seleccionar los componentes tecnológicos clínicos: equipos médicos, materiales, insumos y central de monitoreo.
5. Analizar los componentes de las Tecnologías de la Información (TIC): red de datos, tele monitoreo.
6. Elaborar una guía de diseño y simulación en BIM, en 3D, de la unidad modular de cuidados intensivos e intermedios.

## 1.4 Metodología

Se realizará una guía de diseño y operación de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y Unidad de Cuidados Intermedios (UCIM) mediante normativas que cumplan estándares de calidad médico-paciente, para esto se tendrá que realizar una introducción en cuanto a infraestructura que se quiere implementar, se tendrán en cuenta consideraciones funcionales y de planeamiento tales como modelos de operación, áreas funcionales y circulaciones. También se realizará un diseño que conste con estándares de construcción, seguridad, protección, equipos médicos, servicios básicos de edificación [16].

Como resultado final, esta guía podrá ser aplicada a hospitales y de ser necesario a pacientes con enfermedades de SARS/COVID-19, y así, además de evitar una proliferación de la enfermedad, se podrá mantener a los pacientes con los debidos cuidados que estos merecen.

En cada etapa del proceso de diseño de esta solución se identificará, anticipará limitaciones y se cuidará de la buena preparación en la integración de todos los subsistemas con los edificios ya existentes descritos a continuación: sistemas de iluminación [17], sistemas hidrosanitarios [18], sistema eléctrico [19], [20], sistema de climatización [21], sistemas de telecomunicaciones [22], equipamiento médico [23], flujo de trabajo [23], protocolos de limpieza y desinfección [17] [18], sistema de gases medicinales [23], [24].

Por tal razón se diseñará la infraestructura de una unidad modular de cuidados intensivos y cuidados intermedios mediante AUTODESK AUTOCAD software de Diseño Asistido por Computador, el mismo que será usado para incluir los sistemas eléctricos, sanitarios y de gases medicinales. En este sentido también se simulará mediante AUTODESK REVIT software de Modelado de Información de Construcción (BIM) para la verificación del diseño, funcionalidad y seguridad en 3D [25].

## **1.5 Alcance**

Se espera que esta guía sirva para uso en hospitales de nivel II haciendo referencia a las respectivas normas hospitalarias y que su enfoque sea para prevenir posibles pandemias como el SARS/COVID-19. En este sentido esta guía será para crear una infraestructura con una correcta instalación energética, sus respectivas consideraciones de climatización con un flujo de presiones positivas - negativas y a su vez el correcto mantenimiento en cuanto a infraestructura hospitalaria para tener en cuenta temas de asepsia o evitar contagios a los profesionales médicos y pacientes.

Por tal razón con el diseño que mostrará la infraestructura de la unidad modular de cuidados intensivos y cuidados intermedios se logre tomar en cuenta el proceso de diseño hospitalario aplicado en este proyecto de investigación.

# CAPÍTULO 2

## 2. FUNDAMENTOS Y ESTADO DEL ARTE

Los coronavirus son un grupo de virus que afectan a las personas causando infecciones al tracto respiratorio superior, sin embargo las mutaciones que tiene el virus en su superficie compuesta por proteínas afecta directamente al tracto respiratorio inferior como por ejemplo el Síndrome Respiratorio de Medio Oriente (MERS) y el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS) [26]. En la actualidad el coronavirus 2019-nCoV denominado así por la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha sido el causante de enfermedades graves e inclusive la muerte.

### 2.1 Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)

#### 2.1.1 Evolución del COVID-19

Los coronavirus causan infecciones respiratorias e intestinales no solo en personas también en animales, pero no se los consideraban altamente patógenos en personas hasta que en el año 2002 en Guangdong China se dio el primer brote de Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS). Diez años después en los países del Medio Oriente brota un nuevo coronavirus del Síndrome Respiratorio de Medio Oriente (MERS) [27].

Por tal razón ambos virus fueron transmitidos a las personas mediante las civetas y los camellos árabigos, aunque se cree que estos virus son originarios de los murciélagos [27], estos tres animales todos mamíferos de allí el contagio directo con los seres humanos.

#### Diversidad de Coronavirus.

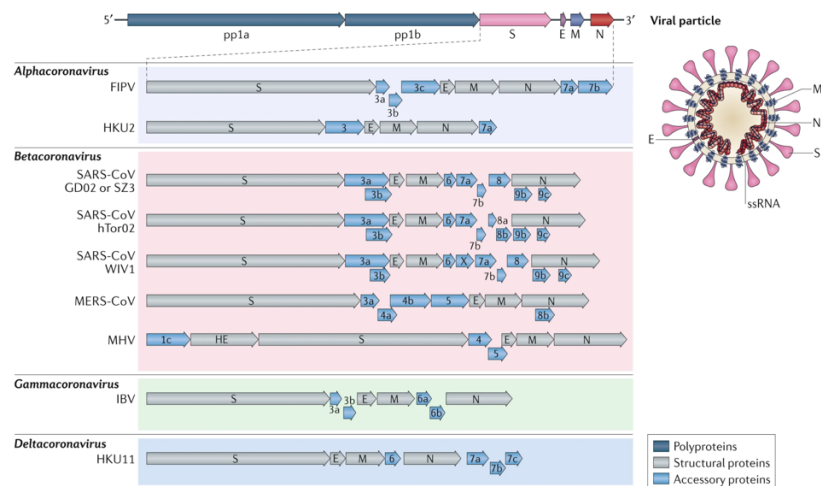
En 1937 el Virus de la Bronquitis Infecciosa (IBV), fue el primer corona virus en ser descubierto dado por los embriones de pollo. En consecuencia, se tuvo el Virus



de la Hepatitis del Ratón (MHV) en conjunto con otros coronavirus desarrollados en mamíferos en la década de 1940.

En 1960 se descubren dos nuevos corona virus que afectaron en aquel entonces ya a las personas, Corona Virus Humano 229E (HCoV-229E) y el Coronavirus Humano OC43 (HCoV-OC43).

Antes del 2003 ya habían 10 corona virus, los dos corona virus humanos (HCoV-229E, HCoV-OC43); siete corona virus mamíferos entre ellos el MHV, Corona Virus Bovino (BCoV), Virus de la Encefalomiелitis Hemaglutinante Porcina (PHEV), Virus de la Gastroenteritis Transmisible (TGEV), Virus de la Diarrea Epidémica Porcina (PEDV), Corona Virus Respiratorio Porcino (PRCV) y Corona Virus Felino (FCoV); un Corona Virus Aviar (IBV) [28].



**Figura 2.1. Los genomas, genes y proteínas de diferentes coronavirus [27]**

Los coronavirus tienen una forma de partícula esférica como se observa en la figura 2.1 y está formado por un genoma mono catenario (ssRNA), los dos tercios del extremo 5' llevan poli proteínas pp1a y pp1b mientras que el otro extremo 3' lleva proteínas estructurales incluida la glicoproteína de pico (S), envoltura (E), membrana (M) y nucleocápside (N).

### **2.1.2 La pandemia**

El COVID-19 al ser una enfermedad infecciosa que entre los síntomas graves e inclusive las muertes que este causó de manera oficial la OMS declaró la pandemia global el 11 de marzo del 2020 al ser una emergencia sanitaria y social mundial [29] [30] [31]. La causa de esta enfermedad es el virus SARS-CoV-2, virus originario de Wuhan provincia de Hubei China [32]. La propagación de este virus ha sido de pánico en muchas ciudades del mundo, sobre todo en España como lo dijo la OMS en sus guías técnicas [33]; ya que esto puso en aprietos a los gobiernos por la respuesta a la resiliencia de un sistema público de medicina [31] [34].

Por esta razón también se consideró las posibles enfermedades a nivel mental, ya que como parte de las decisiones que tomaron los gobiernos estuvo la cuarentena por periodos muy significativos de tiempo [31] [35].

En este sentido el COVID-19 se propaga en el contacto que existe entre personas, e inclusive sin tener un contacto físico la propagación del virus podría darse dentro de unos 2 metros de distancia entre personas. Por tal razón las personas que tienen COVID-19 cuando hablan, tosen o estornudan generan gotitas respiratorias, las cuales varían en su tamaño algunas inclusive se hacen más visibles al hablar pero estas gotitas causan una infección al inhalarlas y por ende son causantes del contagio [32].

### **2.1.3 Estudios de observación sobre problemas con COVID-19**

La pandemia a nivel global dejó varios inconvenientes referentes a nuevos casos de estudios, entre ellos imágenes médicas que por rayos X se observaban los pulmones de los pacientes contagiados tenían distribuido el virus ahí, muchos problemas psicológicos también formaban parte de estos casos de estudios, la muerte de los pacientes que ya venían con algunas enfermedades peligrosas los cuales no resistían este virus en sus pulmones.

### Detección automática de COVID-19 mediante rayos X.

Por estadísticas del Centro Europeo para Control y Prevención de Enfermedades aproximadamente se tenían 34'986.502 casos con la enfermedad, en este sentido los kits para la realización de las pruebas empezaron a escasear. Por esta razón fue necesario la implementación de sistemas de detección automática haciendo uso de los rayos X, de tal manera que se hizo convolución con radiografías de pacientes con neumonía para luego poder dar un posible diagnóstico [36].

### Consecuencias psicológicas que causó el confinamiento por el COVID-19.

La salud mental es un factor esencial para el bienestar de la salud pública e inclusive el bienestar de esta se asocia con evitar enfermedades más crónicas como por ejemplo: Obesidad, demencia o enfermedades del corazón [37]. Según la OMS "Un estado de bienestar en el que el individuo se da cuenta de sus propias capacidades, puede hacer frente a las tensiones de la vida, puede trabajar de forma productiva y fructífera, y puede hacer una contribución a la comunidad" [38].

### Tasas reales de infección de COVID-19 a partir de muertes.

En el mes de octubre del 2020 se propuso aplicar el método Monte Carlo para crear modelos de casos reales de infección a través de los datos generados por pacientes muertos. Se estudió el número de casos de cada muerte y sacaron ratios de letalidad por infección (IFR), luego se estimó el retraso de infección y la muerte usando un Tiempo de Muerte (TTD) [39].

## **2.1.4 Impacto en la salud sobre COVID-19 en Ecuador**

El termino pandemia no es una palabra que se puede usar a la ligera, debido a que al mal utilizarse podría causar miedo irrazonable o aceptación de que la batalla contra alguna emergencia sanitaria no se pueda resolver por lo consecuente puede causar sufrimientos o muertes innecesarias.

En el Ecuador debido a su diversidad cultural y sus distintas regiones lo que más afectó el COVID-19 sin duda fue la actividad turística dado que el confinamiento que decretó el gobierno fue muy riguroso para cumplir con las respectivas normas de bio seguridad.

En este sentido Ecuador estuvo entre los tres países de Sudamérica con la mayor cantidad de contagiados, y en el mes de mayo del 2020 se reportaban ya 1.564 muertes [40]. Por tal razón muchos hospitales se vieron escasos de implementos necesarios para que el foco contagioso no se dé entre médicos, pero a pesar de entender el problema que se tenía la propagación del virus se empezó a suscitar entre personal médico, licenciadas de enfermería e incluso el personal administrativo de los hospitales también empezaron a obtener los síntomas que presentaba tener COVID-19.

El día 31 de diciembre del 2019 La Comisión Municipal de Salud de Wuhan notifica un conglomerado de casos de neumonía en la ciudad. Posteriormente se determina que están causados por un nuevo coronavirus [41].

El 10 de enero del 2020 la OMS publica un comunicado donde informa de recomendaciones para los países con la finalidad de detectar casos tomando como base la experiencia la transmisión de virus respiratorios como enfermedades del SARS y el MERS.

El 11 de marzo del 2020 después de los alarmantes niveles de propagación de la enfermedad y sus consecuencias la OMS determina en su evaluación clasificar como PANDEMIA al COVID-19 [42].

Según decreto presidencial 1017 el estado decreta mediante artículo 1 el estado de excepción por calamidad pública en todo el territorio nacional, por los casos confirmados de coronavirus y la declaratoria de la pandemia COVID-19 por parte de la Organización Mundial de la Salud, además se dispuso que el Ministerio de Salud Pública y el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias informen de manera permanente la atención y evolución de la emergencia en el Ecuador [43].

Ante esto el Ecuador dispuso un hospital para atención exclusiva para los primeros pacientes confirmados con Coronavirus teniendo en cuenta que podrán sumarse 14 centros de salud con las condiciones necesarias para tratar esta patología. Esto obligó a que los establecimientos de salud que ya se encontraban

construidos mediante alcances donde no se contemplaron desde su construcción a combatir con posibles emergencias sanitarias o pandemias tuvieron que adaptarse mediante cambios de flujos, usos de Equipos de Protección Personal (EPP) y cerrar ciertos servicios los cuales podían ayudar a que el virus se propague de manera más agresiva.

En el Ecuador existen pocos establecimientos que cuentan con la infraestructura para poder combatir de manera adecuada esta enfermedad y evitar contraer una enfermedad nosocomial.

Se tomó en referencia la situación en un hospital de nivel 2 en la provincia de Los Ríos donde se remite el informe de la semana epidemiológica con la finalidad de dar cumplimiento a los lineamientos de vigilancia epidemiológica para contribuir al seguimiento de la problemática de la salud pública en el Ecuador. Estos datos fueron receptados de esta casa de salud los cuales son integrados de manera paralela al Sistema Integrado de Vigilancia Epidemiológica (SIVE) – Ministerio de Salud Pública (MSP) donde se vigilan los eventos de alto potencial epidémico y brotes infecciosos. Esto tiene respaldo en el Artículo 81 de la constitución de la República del Ecuador, el cual indica “El Estado garantizará el derecho a acceder a fuentes de información; a buscar, recibir, conocer y difundir información objetiva, veraz, plural, oportuna y sin censura previa, de los acontecimientos de interés general, que preserve los valores de la comunidad, especialmente por parte de periodistas y comunicadores sociales” [44].

Mediante “INFOGRAFÍA N°349 SITUACIÓN NACIONAL POR COVID-19 Inicio 29/02/2020- Corte 10/02/2021 08:00” donde el COE nacional emite un indicador que se actualiza de forma diaria del estado actual del Ecuador referente a como se propaga el virus, se reporta lo siguiente:

- Número acumulado de las muestras tomadas para la realización de la prueba RT-PCR en laboratorios autorizados del Ecuador.
- Número de casos confirmados con pruebas PCR.
- Número de pacientes recuperados que fueron diagnosticados por PCR.
- Número de pacientes fallecidos por COVID-19 confirmados por PCR.

- Número de pacientes fallecidos por COVID-19 por presunta sintomatología y otras pruebas de laboratorio.
- Total, de casos descartados.
- Total, de casos con alta hospitalaria.
- Casos de pacientes hospitalizados en estado estable.
- Casos de pacientes hospitalizados con pronóstico reservado.
- Cuántas llamadas al 171 relacionadas a COVID-19, tele consulta.

Con datos desde el 29 de febrero del 2020 a fecha de corte del 10 de febrero del 2021 se muestra la siguientes estadísticas [45]. En este sentido como se observa en la infografía del Centro de Operaciones de Emergencia (COE) Nacional se habían tomado 917.956 muestras para RT-PCR, en la tabla 2.1 se puede concluir que un 85,33% de los pacientes fueron recuperados tras haber sido confirmados con COVID-19 mediante las pruebas Proteína C Reactiva (PCR); en la tabla 2.2 se muestra el número de pacientes fallecidos confirmados de COVID-19 y los probables indican pacientes por otras pruebas como rayos X al tórax.

**Tabla 2.1 Pacientes con pruebas PCR [45]**

Estados	Cantidad
Casos confirmados	260.076
Pacientes recuperados	220.398

**Tabla 2.2 Detalle de pacientes fallecidos [45]**

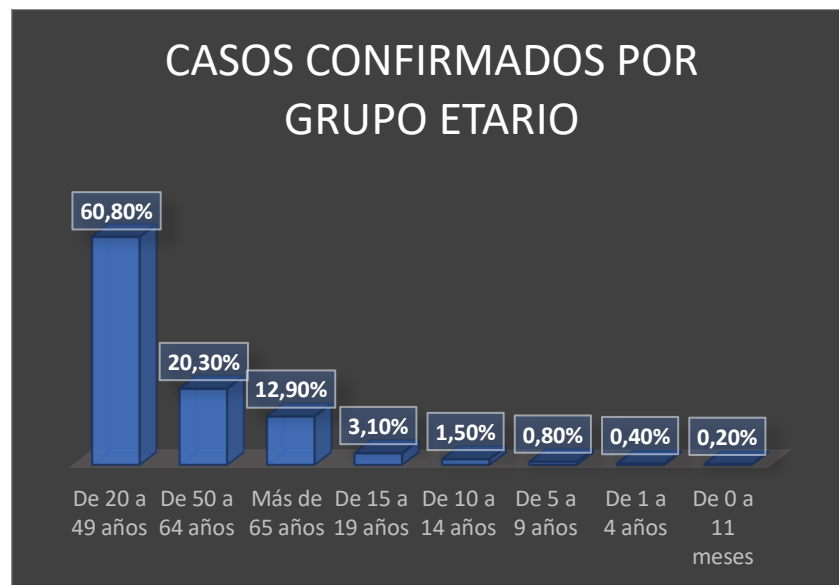
Estados	Cantidad
Confirmados	10.413
Probables	4.703
Total	15.116

De esta manera se muestra en la figura 2.2 que el 52 % de los casos confirmados pertenece al género femenino, mientras que el otro 48 % el género masculino, no existe un sesgo hacia alguno de los géneros lo cual se podría interpretar que existe alguna semejanza en los casos confirmados.



**Figura 2.2. Estadísticos de casos confirmados por sexo [45]**

En la figura 2.3 se observa que en su mayoría los casos confirmados por grupo etario están desde los 20 a los 49 años, mientras que para los niños menores a 14 años representa solo una minoría del 1,50 %.



**Figura 2.3. Histograma de casos confirmados por grupo etario [45]**

Como se observa en la tabla 2.3 en la provincia de Pichincha se alcanzó un total de 91.118 pacientes confirmados por RT-PCR siendo esta la provincia con mayor caso de contagiados en el país; y la provincia de Galápagos aquella con menor casos de contagiados confirmados por RT-PCR con solo 1.272 pacientes.

**Tabla 2.3 Pacientes con prueba RT-PCR a nivel de provincias del Ecuador [45]**

Provincia	Confirmados	Fallecidos	Fallecidos probables
Azuay	16.457	291	25
Bolívar	3.197	75	15
Cañar	3.653	109	6
Carchi	5.290	172	3
Chimborazo	4.461	387	126
Cotopaxi	7.468	356	81
El Oro	11.029	658	213
Esmeraldas	5.584	251	57
Galápagos	1.272	8	3
Guayas	32.771	1.959	1.702
Imbabura	7.973	245	18
Loja	9.347	275	49
Los Ríos	6.348	370	247
Manabí	18.259	1.474	1.076
Morona Santiago	4.259	41	0
Napo	2.000	80	3
Orellana	2.256	57	20
Pastaza	2.555	67	17
Pichincha	91.118	2.128	312
Santa Elena	3.092	408	280
Sto. Domingo Tsáchilas	7.049	428	120
Sucumbíos	3.292	108	3
Tungurahua	9.522	408	326
Zamora Chinchipe	1.824	58	1
Total, General	260.076	10.413	4.703

### 2.1.5 Estrategias

Desde la Organización Panamericana de la Salud (OPS) se elaboró el documento: “Recomendaciones para la reorganización y ampliación progresiva de los servicios de salud para la respuesta a la pandemia de COVID-19”, entre esas recomendaciones las siguientes [40]:



- Reorganización y reforzamiento de la capacidad resolutive del primer nivel de atención.
- Mecanismo de gestión centralizada de camas.
- Protocolo para el diagnóstico y toma de muestras a pacientes con sospecha de COVID-19.
- Reconversión y habilitación de camas según riesgo clínico y dependencia de cuidado de enfermería.
- Fortalecimiento a la atención domiciliaria con o sin tele salud.
- Coordinación con red de servicios de atención pre hospitalaria.
- Gestión clínica en red para la continuidad de la atención y eficiencia del uso de los recursos hospitalarios.
- Reorganización, reclutamiento y capacitación de personal con énfasis en seguridad y protección personal.
- Cadena de suministros fortalecida.

A partir de febrero del 2020 la OMS en sinergia con la OPS rescatan las siguientes precauciones para el cuidado de pacientes con sospecha o confirmados de COVID-19 [40]:

- Para cualquier caso sospechoso o confirmado de COVID-19:
  - Precauciones estándares.
  - Contacto.
  - Transmisión por gotitas.
  - Transmisión aérea.
- El uso de equipos de protección personal (EPP) por los trabajadores de la salud requiere evaluación de riesgo relacionada a las actividades de salud.

Por tal razón se encontró mucha incongruencia al establecer estas normas de carácter obligatorio a los trabajadores.

En este sentido con todos estos análisis de como se ha venido desarrollando la pandemia, así como el diagnóstico, el cuidado y tratamiento para combatir esta enfermedad de afectación a escala mundial, se determinan los lineamientos que contribuyen a fortalecer la lucha contra esta enfermedad. Sin embargo, a pesar de que el diagnóstico y tratamiento cada día va evolucionando se debe tener en cuenta como la ingeniería biomédica puede contribuir a contener la pandemia teniendo unos buenos criterios de diseño modular de unidad de cuidados intensivos e intermedios para las personas con el fin de contener el virus.

## **2.2 Avances tecnológicos**

### **2.2.1 Sistema de diseño y arquitectura hospitalaria**

Tiempo atrás del año 1930, comenzaron a idearse formas de diseñar y construir viviendas en cadena, ya para esto en 1837 se empezaron a vender las primeras casas modulares a los inmigrantes de Australia, estas fueron construidas en talleres de carpintería. Desde los años noventa la necesidad de reducir costos de construcción juntamente con la preocupación ambiental los arquitectos se apoyan en construcción con materiales prefabricados y ya desde los años 20 a sido un constante de los arquitectos enfocarse en diseños modulares [46].

Un diseño arquitectónico modular obedece a condiciones controladas en las cuales se utilizan los mismos estándares de construcción convencional, pero en mucho menos tiempo de ejecución. El diseño apunta a que sus partes sean producidas de forma modular y que al ser unificadas estas cumplen con las especificaciones adoptadas desde el inicio del proyecto [46].

En este sentido, la construcción modular deberá por lo general ser más resistente a las construcciones convencionales ya que estas deberán soportar las logísticas de ensamblaje y transporte. Además, no es lo mismo la construcción que la arquitectura ya que puede existir arquitectura sin construcción (proyecto o simulación) y construcción sin arquitectura (construcciones no normadas).

En la práctica al momento de realizar la construcción modular tiene la ventaja de minorar tiempos de finalización teniendo en cuenta que puede eliminar el 80 % de la logística de construcción in situ, esto se traduce en que no causará molestias como tráfico vehicular, minorar riesgos, cierre de vías que pueden conectar a otros centros de salud e incluso escuelas aledañas [46].

Por esta razón la construcción modular temporal o permanente es más ecológica, rápida e inteligente que la construcción convencional a pesar de que se pueden utilizar los mismos materiales de construcción.

Los establecimientos de salud ya sean sub centros, clínicas u hospitales son lugares donde sus instalaciones están destinadas a dar atención de salud de calidad. Estos establecimientos requerirán de una integración de recursos humanos, materiales tecnológicos y económicos donde su estructura será sostenible y estos generen resultados [47].

Los planes de inversión en establecimientos de salud del gobierno buscan que el servicio de salud siempre se encuentre disponible, esto se puede lograr mediante un diseño con acabados duraderos y de fácil mantenimiento adecuados a las condiciones medioambientales de Ecuador [48].

Algunas de las normas para el sistema de diseño y estructuras hospitalarias se mostrarán a continuación:

- INEN 308.
- American Concrete Institute (ACI).
- AISC - Steel Connection Design - Work Faster with IDEA StatiCa.
- American National Standards Institute (ANSI).
- American Standards of Testing and Materials (ASTM).
- NEC-SE-CG, Norma Técnica Ecuatoriana de la Construcción.

Según la normativa de diseño y construcción de hospitales dice que los requerimientos mínimos en un programa médico arquitectónico, se deben cumplir en condiciones normales y en condiciones de emergencia; estos son [49]:

- Demanda proyectada.
- Operación de los servicios.
- Personal necesario para atender la demanda.

Además, se debe considerar los siguientes requisitos físicos:

- Contar con servicios básicos como agua potable, drenaje pluvial y sanitario, comunicaciones y energía eléctrica.
- Acceso al establecimiento mediante entrada peatonal o mediante acceso vehicular, estos deberán estar vinculados al menos a dos vías de comunicación.
- No estar cerca de entornos nocivos como basureros, crematorios, depósito de combustibles y evitar focos de insalubridad.
- Libre de peligros potenciales como inundaciones, deslizamientos de terrenos, fallas geológicas y otros que puedan presentar un peligro al establecimiento.
- Topología plana y regular.
- Contar con áreas libres las cuales podrán ser utilizadas para situaciones de emergencia teniendo un 30 % de área construida, 20 % de área en crecimiento y un 50 % de área libre.

Para elaborar el programa y contar con un diseño arquitectónico se deberá conformar un equipo el cual llevará a cabo la elaboración de una solución integral del establecimiento de salud, este deberá estar constituido por profesionales con especialidad en cada sistema que compone el diseño arquitectónico con el apoyo de un equipo de planificación médica por lo que al menos el programa deberá contar con los siguientes puntos [49]:

- Descripción de los servicios incluidos.

- Características físicas y ambientales del sitio.
- Información de recursos económicos y técnicos aplicables al proyecto.
- Información de la circulación y funcionalidad de cada espacio.
- Información del programa de todos los sistemas a instalar con cada uno de sus componentes técnicos.
- Zonificación: la edificación deberá contar con una clara identificación de los accesos desde el exterior.
- Anteproyecto: se debe definir de forma arquitectónica todos los servicios médicos en el programa integral y contar con un plan de contingencia en casos de desastres o declaración de emergencia.
- Proyecto ejecutivo: en este paso se deberán desarrollar los planos con las especificaciones técnicas de cada área.
- Acceso: se deberá definir rutas de acceso al hospital con la finalidad de evitar cruce entre diferentes tipos de usuario sobre todo la diferenciación entre vehículos y peatones.
- Relación entre servicios: en el diseño se deberá observar la relación de contigüidad entre las áreas; por ejemplo, consulta externa y emergencias.
- Bloque de ingenierías: en el diseño el área de ingeniería deberá estar separada de los demás servicios.
- Contar con un manejo de disposición final de desechos hospitalarios y las instalaciones ser sismo resistente.
- Sistema de evacuación: el diseño deberá contar con un sistema de evacuación para casos de emergencia, este debe estar diseñado de tal manera que ayude a la evacuación de manera fácil y segura. En este sentido deberán constar en los planos o programa arquitectónico debidamente señalizada, iluminada y con alarmas.
- Aspectos geotécnicos: estudios preliminares como reconocimiento del sitio, topografía, sismicidad, clima, existencia de edificaciones aledañas.
- Estudio de mecánica de suelo: para establecimientos de salud de 1 a 2 plantas deberán realizar 4 perforaciones mínimas en un espacio entre puntos de 25 metros a una profundidad de 4 metros de las cimentaciones, en cambio para establecimientos de salud de mas de 2 plantas el número de perforaciones serán de 5 con un espacio entre punto de 20 metros a una

distancia de 6 metros de las cimentaciones. Estas pruebas deberán ser debidamente estudiadas según la normativa INEN 688 con la finalidad de determinar la capacidad portante del suelo [50].

- Materiales estructurales: concreto estructural a utilizar debe contar con una resistencia a la compresión a los 28 días no menor a  $250 \text{ kg/cm}^2$  (25 Mpa), el acero de refuerzo con un esfuerzo a la fluencia de al menos  $4.200 \text{ kg/m}^2$  y  $2.800 \text{ kg/cm}^2$  para el resto.
- Mampostería: resistencia mínima a la compresión de 10 [Mpa], ladrillos sólidos de barro con una resistencia a la compresión de al menos 4,50 [Mpa].
- Sistemas estructurales: deberá apegarse a la norma de diseño de estructura sismo resistente [51].

La elaboración del programa deberá garantizar la suficiente información para el entendimiento global de los establecimientos de salud.

Para el diseño modular los arquitectos tienen la tendencia de usar el hormigón como material principal para sus diseños por la gran versatilidad a los eventos climatológicos, absorbe ruidos externos, durabilidad, diseño, calidad, protección para el ser humano y mayor valor agregado al producto final [52].

### **2.2.2 Modelado de Información de Construcción (BIM)**

Este modelamiento de edificios se está transformando en una herramienta muy necesaria en la industria de la arquitectura y construcción. A pesar de su corto tiempo y sus evoluciones históricas que se remiten desde 1975 donde se iniciaba con el Sistema de Descripción de Construcción (BDS) lo que anticipaba el futuro de las compañías que desarrollaban software, el BIM crea un lenguaje común para todas las partes que conforman un producto integrado lo cual ayuda a la dirección de un proyecto y crea disciplinas de análisis, viabilidad, estima de costos y tiempos de ejecución de la obra. En esencia el BIM es una tecnología de modelado asistido por computadora el cual representa un proyecto en forma virtual con datos confiables, digitales y tridimensionales que ayudan a la toma de decisiones, planificación y programación de la construcción [53], [54].

El BIM presenta características que se desarrollan cada vez más y se pueden resumir de la siguiente manera [54]:

- Detección de choques: poder visualizar los problemas de diseño entre diferentes tipos de sistemas.
- Integración de equipo multidisciplinario para revisión y manejo de problemas de constructibilidad.
- Ayudar a los gerentes de proyecto, diseñadores e ingenieros a realizar más análisis y permitir reducir el consumo de energía, encontrar mejores soluciones como materiales, orientación, espacios, acabados, análisis de luz y todos los sistemas que componen el proyecto.
- Se podría determinar los tiempos de ejecución y costos del proyecto.
- Integración.

En la actualidad existen algunas empresas que se dedican al diseño arquitectónico integral una de ellas es ESTUDI PSP ARQUITECTURA [55], destacando sus obras en hospitales, viviendas e industrias. Cuentan con varios proyectos como:

- “Plan director del nuevo Hospital Clínic De Barcelona”, ver figura 2.4.

PLAN DIRECTOR DEL NUEVO  
HOSPITAL CLÍNIC DE BARCELONA  
EN LA AVENIDA DIAGONAL

Emplazamiento:	Barcelona, España
Promotor:	Hospital Clínic de Barcelona
Co-autores:	AIB Estudi d'arquitectes
Proyecto:	2007
Superficie:	242.547 m <sup>2</sup>



Figura 2.4. BIM, Hospital Clínic de Barcelona [56]

- “Plan director de la nueva Clínica Anglo Americana en Lima”, ver figura 2.5.

PLAN DIRECTOR DE LA NUEVA  
CLÍNICA ANGLLO AMERICANA  
EN LIMA

Emplazamiento:	Lima, Perú
Promotor:	British American Hospital SA
Proyecto:	2014
Superficie:	87.354 m <sup>2</sup>



**Figura 2.5. BIM, Clínica Anglo Americana en Lima [56]**

En donde ambos presentan una metodología de trabajo cumpliendo los siguientes puntos:

- Trabajo colaborativo.
- Coordinación y gestión de la información.
- BIM: Integra un ciclo de 1D, 2D, 3D, 4D, 5D.
- Humanización de espacios.
- Integración de espacios arquitectónicos.
- Sostenibilidad y eco eficiencia.

## 2.3 Unidad de cuidados intensivos

### 2.3.1 Descripción de la unidad

Poco a poco se fueron creando las diferentes áreas tomando en cuenta las necesidades de cada época, una de ellas fue los cuidados intensivos la cual tiene sus inicios en contención de lo sucedido en la “Guerra de Crimea (1854- 1856)”, esta idea fue tomando fuerza ya que en los años 50 - 60 se crearon las primeras unidades de cuidados intensivos y pasos firmes sobre la medicina crítica lo cual incluían los sistemas de circulación extracorpórea (1952), los primeros



respiradores (1954), los primeros desfibriladores externos (1956), catéteres venosos centrales y el uso extensivo de antibióticos [57][58].

Una unidad de cuidados intensivos (UCI) son servicios especializados que proveen cuidados médicos de media y alta complejidad con diversas afectaciones como signos vitales inestables, arritmias, fluidos y desequilibrio electrolítico e insuficiencia respiratoria. Se suelen clasificar en médicos, quirúrgicos, coronarios y para hospitales o clínicas pequeñas se lo utiliza de forma general, estas cuentan al menos con una sala de aislamiento [59].

Las unidades de enfermería de cuidados intensivos se pueden clasificar en [60]:

- Unidad de enfermería de cuidados intensivos Generales.
- Unidad de enfermería de cuidados intensivos Médicos.
- Unidad de enfermería de cuidados intensivos Quirúrgicos.
- Unidad de enfermería de cuidados intensivos Coronarios.

### **2.3.2 Componentes de la unidad**

Para la ingeniería clínica u hospitalaria se presenta un entorno más complejo y desafiante por lo que se categoriza las tecnologías y equipos para contar con una unidad de cuidados intensivos funcional los cuales se pueden dividir en cinco elementos necesarios:

- El monitoreo y diagnóstico: se encarga de visualizar los estados cardiacos, hemodinámicos y respiratorios del paciente mediante un monitor fisiológico los cuales suelen incluir la capacidad de mostrar valores, formas de onda y tendencias de los siguientes parámetros:
  - Electrocardiograma de 12 derivaciones (ECG).
  - Monitoreo e interpretación de la arritmia.
  - Análisis del segmento ST.
  - Respiración basada en la impedancia.

- De uno a tres presiones arteriales invasivas.
- Presión arterial no invasiva.
- Oximetría de pulso (SaO<sub>2</sub>).
- Dos temperaturas.
- Salida cardíaca de dilución térmica.

Aunque también existen módulos separados que pueden ser opcionales dependiendo del tipo de unidad de cuidado intensivo como:

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- Salida cardíaca continua (CCO).
- Salida cardíaca basada en impedancia.
- Monitoreo metabólico.
- Monitorización de gases sanguíneos en tiempo real.
- Espectrometría de masas.
- Ventilador mecánico: A pesar de que como parte del sistema terapéutico de una UCI el respirador o ventilador mecánico proporciona una gama completa de parámetros de monitoreo pulmonar.
- Exploración ultrasonido / imágenes médicas.

En los últimos años debido a los bajos costos se ha implementado una estación central de monitorio la cual ha provocado un efecto positivo y disminución de eventos adversos en los pacientes [61].

- Recopilación de información y sistemas de información clínica: desde el siglo XXI los sistemas de salud han tenido la necesidad de manejar grandes cantidades de información como historias clínicas, parámetros de los pacientes, datos de los equipos biomédicos por lo que se ha tenido que implementar infraestructura de sistemas de información lo cual permite la difusión de información crítica de manera segura siguiendo directrices, normas y recomendaciones de entidades internacionales y gubernamentales. Esto ha producido que cualquier estudio se pueda comparar con un historial y pueda generar mejores resultados en los casos de estudios de cada

paciente, se pueden mencionar los ECG o Sistema de Almacenamiento y Distribución de Imágenes (PACS).

- Interpretación: para abordar condiciones que son potencialmente mortales y que requieren una intervención inmediata, se han desarrollado varios algoritmos que, hasta cierto punto, abordan una situación clínica aguda dada. Estos algoritmos se pueden enseñar al personal más reciente de la UCI y compensar en cierta medida la experiencia que de otro modo sería necesaria. Hay dos escuelas de pensamiento prevalecientes con respecto a este tema. En algunos hospitales, cuando un paciente es ingresado en la UCI, la mayoría, si no todos, de la gestión médica posterior del paciente está en manos de un personal dedicado de especialistas en cuidados intensivos (especialistas en IC) cuyas responsabilidades residen principalmente en el entorno de la UCI. Este equipo de especialistas incluye médicos con especialidades en áreas como pulmonar, cardiovascular, enfermedades infecciosas y medicina interna.
- Terapias: una vez que un paciente es admitido a una UCI es debido que presenta problemas en su salud que pueden o no ser mortales como deshidratación grave, dificultad respiratoria y dolor en el pecho. que indican que la entrada a UCI es inminente. Las alteraciones en el ritmo cardiaco y frecuencia se visualizan inmediatamente, saturación de Oxígeno son uno de los parámetros que pueden dar paso a la intervención terapéutica como:
  - Terapia respiratoria.
  - Cuidado cardiaco.
  - Terapia por infusión de fármacos.
  - Terapia por diálisis.
- Ingeniería en una UCI: Tal vez el entorno hospitalario más complejo y técnicamente desafiante es la UCI. Tradicionalmente, los Ingenieros Clínicos han participado en la evaluación, inspección, mantenimiento, diseño e integración de los diversos sistemas de instrumentación. A medida que la complejidad de los dispositivos y sistemas ha aumentado a lo largo de los años, los ingenieros clínicos han sido considerados como repositorios de conocimientos técnicos que están más allá de los usuarios (es decir, las

enfermeras y los médicos). Esto requiere mantener un nivel sustancial de experiencia en la física y fisiología de las mediciones y terapias; conocimiento de los sistemas operativos informáticos; redes y protocolos de comunicaciones; y las peculiaridades de muchos instrumentos diferentes, así como una apreciación de las formas de mantener todos estos sistemas en funcionamiento. Las numerosas interacciones y cuestiones de seguridad de los diversos instrumentos terapéuticos y de seguimiento deben entenderse y traducirse para que el ingeniero clínico pueda dar respuesta a las preguntas planteadas por el personal clínico, cuya responsabilidad es la atención del paciente, no la tecnología [62].

### 2.3.3 Diagrama funcional de la unidad

Las relaciones funcionales internas y externas se muestran en la figura 2.6.

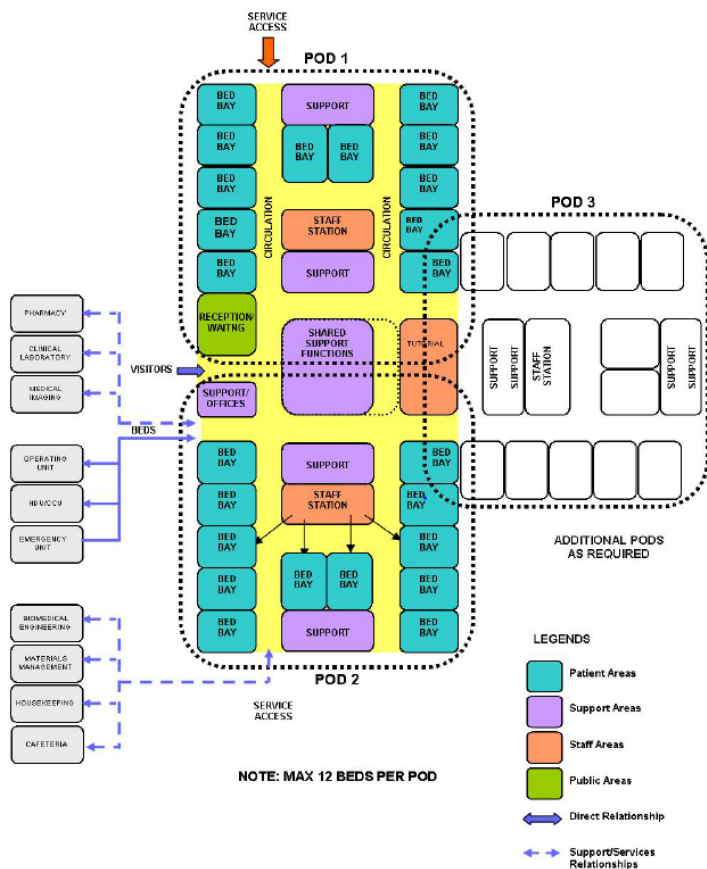


Figura 2.6. Diagrama funcional de UCI [63]

Las relaciones funcionales externas descritas en el diagrama incluyen:

- Entrada para visitantes directamente desde ascensores dedicados y corredor público
- Acceso a la cama desde unidades clínicas claves asociadas con la llegada de pacientes y traslados a través de corredor de servicio
- Acceso listo a las unidades de imágenes médicas y farmacias
- Entrada para el personal a través del corredor público o de servicio
- Acceso de servicio independiente para ingeniería biomédica, materiales, catering y limpieza.

Las relaciones internas descritas en el diagrama incluyen:

- Habitación(es) de cama en el perímetro dispuesta en un modelo lineal, aunque otros modelos también convenientes.
- Estación(es) de personal situadas cerca de la entrada de la Unidad con supervisión y control sobre la entrada corredor y las áreas del paciente.
- Zonas de apoyo clínico situadas cerca de la(s) estación(es) del personal y centralizadas para facilitar al personal acceso.
- Zonas administrativas situadas en la entrada de la unidad y en los pasillos accesibles del personal.
- Buena visibilidad y acceso desde la estación del personal a las habitaciones del paciente [63].

# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑO DE UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS E INTERMEDIOS

En este capítulo se desarrollará la **guía de diseño** modular de una Unidad de Cuidados Intensivos y una Unidad de Cuidados Intermedios, además se mostrará con un **caso de estudio** aplicado al Hospital General Babahoyo ubicado en la Provincia de Los Ríos, Ecuador (Ver anexo 1). En este sentido la guía contiene los siguientes puntos, mismos que se irán aplicando al caso de estudio [16].

1. Describir la zona geográfica.
2. Realizar un diagrama funcional de la Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios.
3. Realizar las rutas de acceso tanto para personal médico como para pacientes.
4. Justificar los servicios generales que requieren la Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios, tales como:
  - a. Sistema de iluminación.
  - b. Sistema de hidrosanitarios.
  - c. Sistema eléctrico.
5. Establecer un ambiente hospitalario con todas las consideraciones en dependencia de la parte climática.
6. Adaptar todo el sistema de telecomunicaciones, adecuando redes de datos lo suficientemente robustas para el manejo de imágenes médicas.
7. Analizar el equipamiento médico en estas áreas críticas.
8. Elegir protocolos de limpieza y desinfección.
9. Establecer un correcto sistema de gases medicinales.

### 3.1 Zona Geográfica

#### **Guía de diseño de la zona geográfica**

Para diseñar esta guía se debe tener en cuenta algunas políticas en base a lineamientos estratégicos dados por la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales (IEDG), impulsados por el Consejo Nacional de Geo informática (CONAGE) [64], [65]:

1. Generación y actualización de geo información.
2. Uso de geo información.
3. Difusión de la geo información.
4. Entrega, intercambio y venta de información geo espacial.

Además, se deberán considerar parámetros del clima, zonas de inundaciones y tipo de riesgos naturales. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) se deben considerar los siguientes factores [66]:

- a. Altitud: Determinar el nivel del mar en el que se encuentra el edificio.
- b. Topografía: Describir en las superficies del terreno los accidentes geográficos.
- c. Geología: Analizar el grado de sismicidad.
- d. Micro y macro localización.
- e. Área del terreno en metros cuadrados.

#### **Caso de estudio de la zona geográfica**

El Hospital General Babahoyo corresponde al segundo nivel de atención, con un cuarto nivel de complejidad. La categoría del establecimiento es II-5 por lo que se determina como hospital general y se ampara en la constitución de la república Art. 32 donde la salud es considerada de interés público y con decretos ministeriales [67].

Por esta razón comenzó a funcionar desde el 1 de marzo del 2013 con una nueva, moderna y funcional edificación con equipamiento de tecnología avanzada, una

capacidad de 122 camas censales y 65 no censales. En la tabla 3.1 se muestran algunos datos informativos del Hospital General Babahoyo [12].

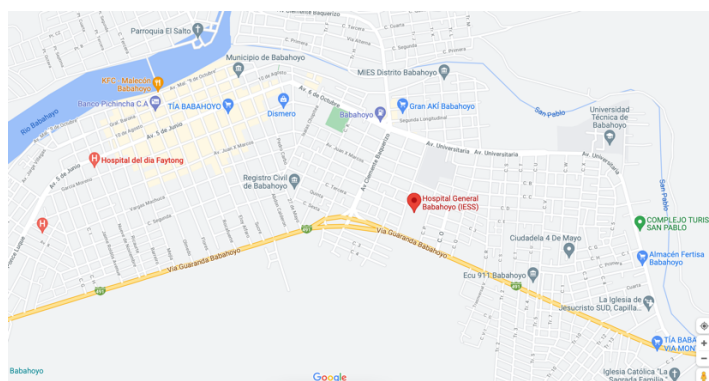
**Tabla 3.1 Especificaciones generales del Hospital General Babahoyo, elaboración propia**

INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre de la unidad	Hospital General Babahoyo
Nivel de atención:	Nivel II
Tipo de Establecimiento:	Hospital General Babahoyo
Capacidad:	122 camas censales
	65 camas no censales
UBICACIÓN	
Provincia:	Los Ríos
Cantón:	Babahoyo
Parroquia:	Clemente Baquerizo
Dirección	Av. Juan Agnoletto y Av. 25 de Julio
LÍMITES DE LA UNIDAD	
Norte:	Santo Domingo de los Tsáchilas
Sur:	Guayas
Este:	Cotopaxi y Bolívar
Oeste:	Guayas
Infraestructura física:	Propia
Zona de influencia	Total, Población de las zonas de influencia: 778.115
	Directa: Zona 5 (Bolívar, Guayas, Los Ríos)
	Indirecta: Zona 4, 5, 8: (Manabí, Santa Elena, Guayaquil)
Autoridades:	Mgs. Liliana Junco Vaca, Directora Administrativa.
	Dr. Edmundo Encalada Salcedo, Director Médico
	Dr. Edwin Mejía Tapia, Director Técnico de Hospitalización y Ambulatoria.
	Dr. Marlon Martínez Álvarez, Director Técnico de Medicina Crítica.
	Dr. Francisco Córdova Loor, Director Técnico de Auxiliares de Diagnóstico y Tratamiento

En la figura 3.1 se muestra mediante el mapa cuál es la posición geográfica del Hospital General Babahoyo. Con un clima tropical cuyas temperaturas oscilan entre 20 grados centígrados (meses de mayo - octubre) y 34 grados centígrados para los



meses restantes en temporada de lluvias o estación invernal, la provincia de Los Ríos se encuentra localizada en la cuenca del río Guayas, factor que se considera ideal para la proliferación bacteriana, el cual desencadena infecciones de tipo parasitarias en la población, al no tener una correcta higiene de manos y calidad de agua [12].



**Figura 3.1. Mapa de la ubicación del Hospital General Babahoyo [68]**

La red fluvial de esta provincia es extensa; los ríos nacen en la cordillera occidental de Los Andes, el principal es el Babahoyo con sus afluentes el San Pablo y El Caracol; también recibe las aguas de los ríos Pueblo Viejo, Vinces, Zapotal y Yaguachi, con los que se une al río Daule y forman el gran río Guayas [69]. En la tabla 3.2 se muestra la probabilidad de suceso de riesgos.

**Tabla 3.2 Probabilidades de ocurrencia de riesgos, [69]**

Riesgos	Probabilidad de ocurrencia	Daño potencial	Evaluación cualitativa del riesgo
Inundaciones	Muy probable	Muy importante	Muy alto
Sismos	Muy probable	Muy importante	Muy alto
Incendio	Muy probable	Muy importante	Muy alto

Debido a la ubicación geográfica de la provincia, uno de los factores de riesgos son las inundaciones por el desborde de los ríos que le atraviesan ya que esta zona es baja, en la estación invernal, las lluvias exageradas y las bajadas de los ríos de la sierra. Además, que el hospital está edificado en una zona que, por una lluvia constante de unas horas, tiene tendencia a inundarse las zonas aledañas al ingreso de este, que es donde existe el problema.

## 3.2 Diagrama funcional de la unidad de cuidados intensivos e intermedios

### Guía de diseño del diagrama funcional

Para la guía de diseño se recomienda diagramas funcionales sugeridos por la OMS para tratamientos severos de casos respiratorios [16]. Además, se mencionan algunas de las normativas internacionales para el diseño de una Unidad de Cuidados Intensivos [58]:

- Estadística de Establecimientos Sanitarios con Régimen de Internado (ESCRI).
- American College of Critical Care Medicine (ACCM).
- Institute of Medicine (IoM).
- National Health Service (NHS).
- Intensive Care Society.
- Royal College of Nursing (RCN).

En este sentido la Federación Mundial de Sociedades de Medicina Intensiva y de Cuidados Intensivos, estableció criterios de diseño para la UCI y la UCIM, estos son:

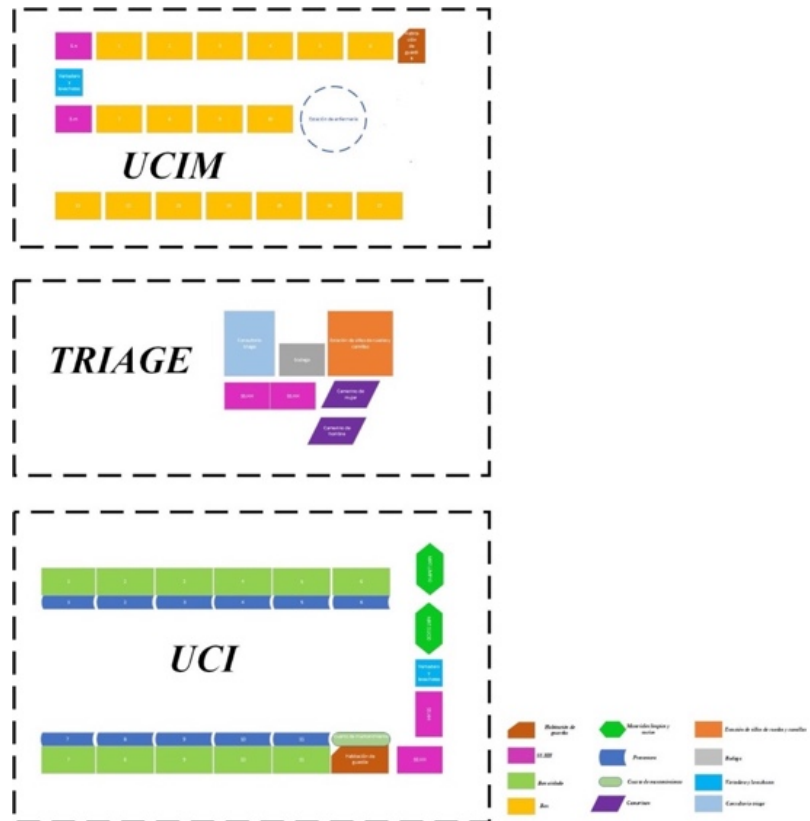
1. Localización y dimensionamiento de la UCI y UCIM.
2. Antecedentes: Infección Nosocomial.
3. Programa funcional.
4. Relaciones espaciales con otras unidades hospitalarias.
5. Aspectos estructurales de la UCI y UCIM:
  - a. Para el paciente.
    - i. Espacio para recibir el tratamiento en cama y considerar a 4 profesionales de salud.
    - ii. Contar con suficientes toma corrientes y gases medicinales
    - iii. Contar con espacio para equipos de radiología o ecógrafos.

- iv. Privacidad visual.
  - v. Disponibilidad de iluminación.
- b. Para el personal sanitario.
- i. Observación hacia los pacientes ingresados en la unidad.
  - ii. Acceso desde la zona de enfermería hacia los distintos espacios de apoyo.
  - iii. Suficiente espacio alrededor de la cama del paciente.
  - iv. Espacio para el lavado de manos, ubicados en la habitación del paciente.
  - v. Suficiente nivel de iluminación para trabajos de exploración.
  - vi. Espacio para almacenamiento de fármacos.
- c. Para las visitas.
- i. Definir horarios de visita para la visita de los pacientes ingresados en las unidades.

### **Caso de estudio del diagrama funcional**

Para este caso en el Hospital General Babahoyo se plantearon tres áreas principales con cada una de sus secciones como se observa en la figura 3.2. Además, definir cuáles serán las secciones de cada área como se indica a continuación:

- UCI, secciones:
  - Box o habitación del paciente.
  - Pre cámara por habitación.
  - Estación de enfermería.
- UCIM, secciones:
  - Box o habitación del paciente.
  - Estación de enfermería.
- Triage.



**Figura 3.2. Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios, elaboración propia**

Además, se puede observar mediante el desarrollo de cada sistema la compartición de estas áreas con más detalle en los planos 4.1 y 4.2.

### 3.3 Acceso

#### Guía de diseño del acceso

En la guía de diseño se toman como referencia estándares y recomendaciones del ministerio de salud pública de España MSPS las zonas de acceso a una UCI para visitantes, pacientes, personal y suministros debe tener una anchura no inferior a 2,40 metros de manera que permitan el paso equipos y suministros, debido a que una Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios tiene una relación directa con urgencias, bloque quirúrgico, radiodiagnóstico y gabinetes de exploración funcionales centrales. A continuación, se establecen estándares para las siguientes zonas [58]:

1. Zona de acceso y recepción de familiares: Esta zona es para recibir la información acerca del paciente ingresado, la entrada y vestíbulo del acceso a la unidad desde el exterior no se podrá compartir con el acceso de los profesionales de la unidad, debido a que estas áreas están destinadas a pacientes con patologías de fácil contagio como el COVID-19 y deben ser limitadas. El acceso a esta sala deberá ser por una esclusa debidamente equipada para lavado de manos, colocación de bata, gorro y calzas. Esta zona debe disponer de 0,50 cómodos asientos por paciente ingresados.
2. Zona de habitaciones de pacientes y control de enfermería: Esta zona se encuentra destinada para los pacientes ingresados localizados en la misma zona de trabajo de enfermería donde exista un control directo e indirecto en todo momento.
3. Zona de habitaciones de los pacientes: La superficie mínima recomendada por habitación del paciente es de 24 m<sup>2</sup>, en el caso que sean habitaciones aisladas esta tendrá que contar con un área de 6 m<sup>2</sup> para ubicar lavado de manos, preparación con equipos de protección personal, se debe tener en cuenta las características de la cama del paciente, la posibilidad de que alrededor de ella cuenten con cuatro profesionales y la colocación de equipamiento habitual.
4. Zona de estación de enfermería: Esta área servirá para realizar el control y monitoreo de pacientes, no tiene una dimensión definida, pero si su área

deberá ser suficiente para permitir el desarrollo del trabajo del personal de la unidad con condiciones de iluminación, impresoras y sistemas de comunicación.

5. Zonas de apoyo para estación de enfermería: Deberá contar con un espacio específico y accesible para oficio limpio y medicamentos, oficio sucio y clasificación de residuos, aseo personal. Para dimensionar esta zona es necesario tomar como referencia el área de construcción.

- a. Oficio de limpieza: Esta pequeña área sirve para dar apoyo y facilidad a las tareas de limpieza el cual debe contar con un lavabo, encimera, espacio para equipos y material de limpieza.
- b. Almacén de equipos: Esta área sirve para guardar equipos portátiles como electrocardiógrafo, equipos de hemodiálisis, respiradores, accesorios de los equipos de electro medicina el mismo que debe contar con las respectivas tomas eléctricas, tomas de oxígeno para revisión y reparación de respiradores.
- c. Almacén de material fungible: Sirve para almacenar el material limpio y estéril para uso cotidiano, por lo que debe existir espacio suficiente para el correcto almacenaje.
- d. Almacén de lencería: Área de almacenaje de ropa limpia, equipos o material esterilizado.
- e. Recogida de ropa sucia: Área de almacenaje de ropa sucia, equipos o material que requiera esterilización.

6. Zona de Personal:

- a. Vestuarios y aseos de personal: Esta unidad debe contar con duchas, inodoros, lavabos y vestuarios para que el personal mantenga una correcta preparación antes de acceder a la sala principal de UCI.
- b. Dormitorios de médicos de guardia: Dependiendo del dimensionamiento de la UCI esta debe de disponer de al menos una habitación adecuada que contenga unidad de aseo como lavabo e inodoro con ducha.

Además, se plantean los siguientes puntos que recomienda la OMS de una Unidad de Cuidados Intensivos modular [16].

- Acceso externo cuenta una o varias entradas separadas para el flujo de bienes, suministros y personal autorizado a diferencia que la entrada para pacientes en los cuales entran camas, carritos deben tener las siguientes características:
  - Fácil acceso desde la unidad de emergencia.
  - Fácil acceso hacia el área de diagnóstico por imágenes (Si no cuentan con un equipo portátil).
  
- El acceso interno dependiendo del tipo de unidad de cuidados intensivos e intermedios debe haber un solo punto de ingreso público debidamente supervisado en el cual se debe:
  - Monitorear y prevenir el acceso de visitantes dependiendo de la condición del paciente
  - Monitorear al paciente dentro y fuera de la unidad [63].

Las características de los acabados deben responder al uso intenso de equipos pesados, criterios de limpieza como los siguientes [58]:

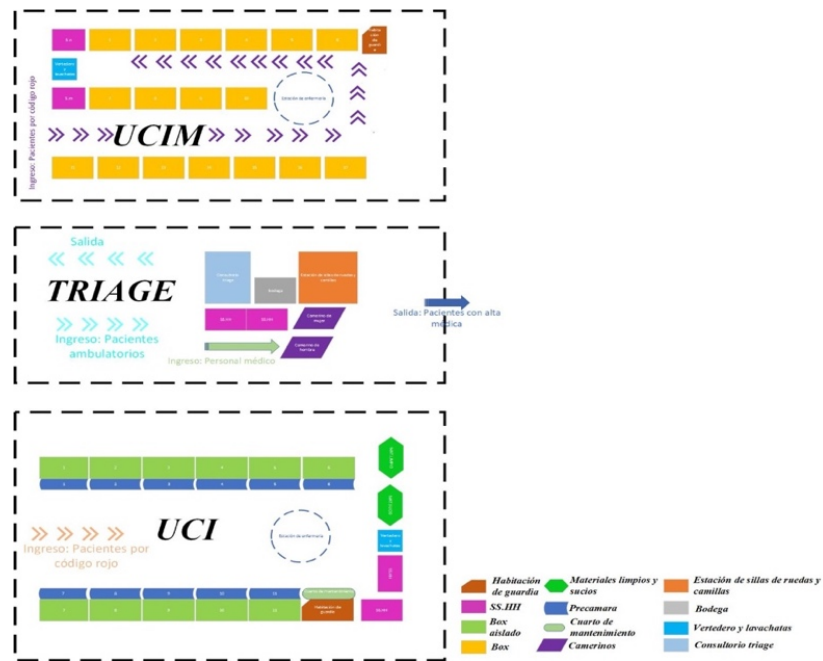
- Materiales del suelo deben ser de clase 2 (Valores de resistencia de deslizamiento Rd, comprendidos entre 35 y 45) de acuerdo con el código técnico (CTE-DB-SU1 Resbaladidad). Se recomienda instalar suelos vinílicos con junta soldada ya que presenta los siguientes beneficios:
  - Resistentes a la humedad.
  - Absorbe pequeñas dilataciones de la estructura.
  - No son muy duros.
  - Buen comportamiento acústico.
  - Son confortables.

- Se debe seleccionar el espesor y dureza ya que deben tener un buen comportamiento ante tráfico de cargas pesadas de ser el caso.
  - Permiten limpieza agresiva.
  - No deben ser brillantes.
  - No tener colores fuertes ni muy oscuros.
- Puertas de acceso: La dimensión debe ser amplia para minimizar el riesgo de golpes de equipos, estas deben permitir un paso libre de 1,40 m, de ser el caso si la puerta es de dos hojas de 0,93 m. El material de estas puertas se recomienda de vidrio al menos con relación al mostrador de enfermería.
  - Ventanas: Estas deben cumplir condiciones establecidas en el CTE-DB-SU respecto a la limpieza, riesgos de caídas (SU1) y seguridad de elementos frágiles (SU2). Se recomienda ubicar las ventanas según la orientación en la que se encuentre el edificio estas deberán estar en el este, ya que por ahí se aprovecharía la luz solar.
  - Acústica: Se recomienda que la unidad cuente al menos en las habitaciones de pacientes capacidad de absorción. Para salas internas del hospital el ruido no debe de pasar los 30 dB.
  - Servicios Generales: La unidad de cuidados intensivos e intermedios deben contar con tomas de gases medicinales, tomas eléctricas, suministro de agua, sistema de control ambiental adecuados.

### **Caso de estudio del acceso**

Para el caso particular del Hospital General Babahoyo se muestran las rutas de acceso del personal médico y de los pacientes, además se creó una salida común para los pacientes para así evitar el contagio en una zona que es considerada de alto riesgo, observar la figura 3.3.





**Figura 3.3. Rutas de acceso de la UCI y UCIM, elaboración propia**

Mediante las normativas citadas en la guía de diseño se aplicaron dos rutas de acceso por código rojo para pacientes a la UCI y UCIM, es decir un fácil acceso desde la zona de emergencia. Además, se tienen un acceso único de personal sanitario al cuarto de mantenimiento, a la habitación de guardia, cuartos de materiales limpios y sucios.

Por tal razón se muestran a detalle cada una de estas áreas con sus respectivas rutas de acceso en el plano 4.2.

## 3.4 Servicios Generales

### 3.4.1 Sistema de iluminación

La iluminación es una utilidad esencial en un centro de atención médica, quirófanos, unidad de cuidados intermedios, emergencias, unidad de cuidados intensivos y requieren una atención especial a la iluminación debido a las delicadas tareas a pequeña escala que deben realizarse.

#### Guía de diseño del sistema de iluminación

Para la guía de diseño de una Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios se considerará el siguiente flujo para optimizar el sistema de iluminación:

1. Analizar la luminosidad según lo establece la CONELEC 005/14 [70], mediante los siguientes parámetros.
  - a. Intensidad luminosa.
  - b. Luminancia.
  - c. Eficiencia luminosa.

Para poder realizar un análisis de luminosidad se debe tener en consideración varias definiciones como lo estipula la regulación **CONELEC 005/14 [70] [71]**.

- **Flujo luminoso ( $\varphi$ ):** Es la potencia radiactiva luminosa a la sensibilidad del ojo humano y su unidad esta descrita en Lumen (lm).
- **Iluminancia (E):** Es el flujo luminoso recibido en una superficie, su unidad de medida es el lux (lx), y está definida por la ecuación 3.1.

$$E = \frac{\varphi}{m^2} \quad (3.1)$$

Para determinar el nivel de iluminancia se debe considerar los siguientes criterios:

- El tipo de tarea a realizar.
  - Condiciones ambientales.
  - Duración de la actividad.
  - Luminarias horizontales.
  - Luminarias verticales.
- **Intensidad luminosa (I):** Es la relación entre el flujo luminoso por unidad de ángulo sólido  $\Omega$  en una dirección concreta, su unidad es candela (cd), se define por la ecuación 3.2.

$$I = \frac{\varphi}{\Omega} \quad (3.2)$$

- **Luminancia (L):** Es la intensidad lumínica emitida en una dirección por una área o superficie iluminada, su unidad de medida es (cd/m<sup>2</sup>), se define por la ecuación 3.3.

$$L = I \frac{1}{m^2 \cdot \cos(\beta)} \quad (3.3)$$

- **Eficiencia luminosa ( $\epsilon$ ):** Es la relación entre un flujo luminoso y la potencia eléctrica absorbida por una lámpara. La unidad de medida es el (lm/W), se define por la ecuación 3.4.

$$\epsilon = \frac{\varphi}{W} \quad (3.4)$$

- **Color:** Color de la luz y reproducción cromática.
- **Estética:** Selección de tipo de iluminación de las lámparas y de las luminarias.
- **Índice local K:** Se averigua por la geometría de la zona a iluminar con la ecuación 3.5.

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a+b)} \quad (3.5)$$

Se utiliza esta fórmula ya que es para iluminación directa.

- **Coefficiente de utilización:** Para seleccionar el coeficiente de utilización, una vez obtenido el índice local k se va a definir el coeficiente de reflexión como lo indica la figura 3.4; se toma primero el coeficiente del techo según su color o material, luego el de la pared y finalmente el del plano de trabajo.

PINTURA/COLOR	COEF. REFL.	MATERIAL	COEF. REFL.
BLANCO	0.70-0.85	MORTERO CLARO	0.35-0.55
TECHO ACUSTICO	0.50-0.65	MORTERO OSCURO	0.20-0.30
BLANCO (según edificio)	0.40-0.50	HORMIGON CLARO	0.30-0.50
GRIS CLARO	0.10-0.20	HORMIGON OSCURO	0.15-0.25
GRIS OSCURO	0.03-0.07	ARENISCA CLARA	0.30-0.40
NEGRO	0.50-0.75	ARENISCA OSCURA	0.15-0.25
CREMA, AMARILLO CLARO	0.35-0.40	LADRILLO CLARO	0.30-0.40
MARRON CLARO	0.10-0.20	LADRILLO OSCURO	0.15-0.25
MARRON OSCURO	0.45-0.55	MARMOL BLANCO	0.60-0.70
ROSA	0.30-0.50	GRANITO	0.15-0.25
ROJO CLARO	0.10-0.20	MADERA CLARA	0.30-0.50
ROJO OSCURO	0.45-0.65	MADERA OSCURA	0.10-0.25
VERDE CLARO	0.10-0.20	ESPEJO DE VIDRIO PLATEADO	0.80-0.90
VERDE OSCURO	0.40-0.55	ALUMINIO MATE	0.55-0.60
AZUL CLARO	0.05-0.15	ALUMINIO ANODIZADO Y ABRILLANTADO	0.80-0.85
AZUL OSCURO		ACERO PULIDO	0.55-0.65

**Figura 3.4. Coeficiente de reflexión [72]**

Por tal razón ya definidos estos elementos procedemos con el cálculo de nivel de iluminación en un espacio, se utilizará el método de los lúmenes el cual proporciona una iluminancia media con un error de +- 5 % [72].

2. Determinar los parámetros de iluminación por cada una de las zonas, debido a que las condiciones cambian por cada una de ellas.

La iluminación de las salas de equipos debe disponerse de modo que no interfiera con el equipo. Se debe proporcionar iluminación de emergencia conmutada en las salas eléctricas principales [60].

Aunque la elección de una lámpara es subjetiva, se deben abordar varias características. Los criterios incluyen intensidad de luz, color de la luz, capacidad y rango de enfoque, grado de producción de sombras, producción y disipación de calor, elección de montaje, maniobrabilidad dependiendo de los casos y facilidad de limpieza [61].

Para una unidad de hospitalización y cuidados intermedios se debe tener al menos los siguientes factores [73]:

- Luminarias de paredes y techo deben ser de 30 [cd/m<sup>2</sup>] y esto se consigue con 200 [lux] para la mayoría de las superficies, esto es importante debido a que los pacientes normalmente miran hacia el techo.
- Apariencia de las luminarias deben crear un ambiente de bienestar para el paciente.

- Evitar el deslumbramiento de los pacientes por iluminación directa, por lo que no debe ser expuesto a iluminancias mayores a 750 [cd/m<sup>2</sup>], se recomienda iluminación indirecta.
- La iluminación de cabecera debe ser regulable y accesible para el paciente con un mínimo de 300 [lux].
- Iluminación adicional para exámenes, tratamientos o recogimientos por lo que deberíamos contar con al menos 1.000 [lux] según norma EN12464 [73], esto se podría conseguir con una lámpara de cabecera o portátil, normalmente están reguladas por la norma EN793 [73] “Requerimientos de seguridad para los equipos médicos”.
- Para la iluminación nocturna (vigilia) se recomienda un nivel de 5 lux en la habitación y utilizar lámparas empotradas individuales de pared a baja altura.

En este sentido se aplican parámetros de iluminancia, tono de luz, color y calidad al deslumbramiento, observar la tabla 3.3.

**Tabla 3.3 Parámetros recomendados para las habitaciones [73]**

Tipo de estancia	Tipo de iluminación	Iluminancia media [lux]	Tono de luz	Grupo de rendimiento de color	Clases de calidad al deslumbramiento
Zona de cama	Iluminación general	100	Cálido	1B	A
	Iluminación de lectura	300	Cálido	1B	A
	Iluminación de reconocimiento	800 – 1.000	Cálido	1B	D
	Iluminación de vigilancia	5	Cálido	1B	B
Servicios	Servicios	200	Neutro	2A	C

Para la unidad de cuidados intensivos se puede determinar 3 zonas diferentes:

- a. Iluminación general de toda la sala de 100 [lux].

- b. En la zona de la cama se recomienda 300 [lux] para examinar pacientes en condiciones normales y hasta 1.000 [lux] de iluminación localizada para exámenes riguroso.
- c. Para situaciones de emergencia al menos contar con 2.000 [lux] esto se puede conseguir con iluminación adicional localizada o mediante iluminación general supletoria.

Estas fuentes de luz deben tener un tono neutro y del grupo de rendimiento de color 1B, como se observa en la tabla 3.4.

**Tabla 3.4 Parámetros recomendados para la UCI [73]**

Tipo de estancia	Tipo de iluminación	Iluminancia media [lux]	Tono de luz	Grupo de rendimiento de color	Clases de calidad al deslumbramiento
Zona de cama	Iluminación general	100	Cálido, neutro	1B	A
	Iluminación de cama	300	Cálido, neutro	1B	A
	Iluminación de reconocimiento	1.000	Cálido, neutro	1B	B
	Iluminación de reconocimiento para emergencias	2.000	Cálido, neutro	1B	B
	Iluminación de vigilancia	20	Cálido	1B	A

3. Encontrar el flujo luminoso total, mediante la ecuación 3.6.

$$\varphi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m} \quad (3.6)$$

Donde:

- $E_m$  es el nivel de iluminación medio (lux).
- $S$  es la superficie por iluminar ( $m^2$ ), y es igual al producto del ancho  $a$  por el largo  $b$  de la zona a estudiar.
- $C_u$  es el coeficiente de utilización, este lo proporciona el fabricante de la luminaria.

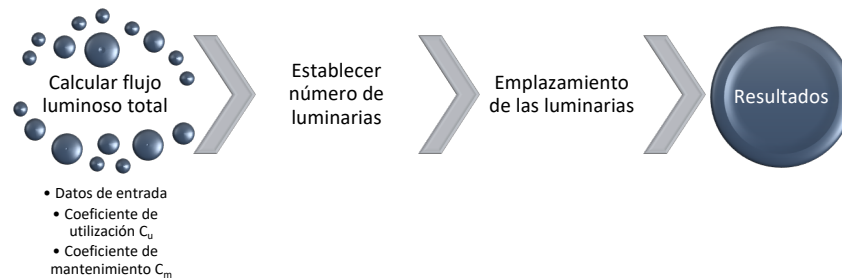
- $C_m$  es el coeficiente de mantenimiento, indica el grado de conservación de la luminaria.
4. Calcular el número de luminarias, mediante la ecuación 3.7.

$$NL = \frac{\varphi_T}{n \cdot \varphi_L} \quad (3.7)$$

Donde:

- $\varphi_L$  es el flujo luminoso de una lámpara, este se obtiene del catálogo.
- N es el número de lámparas de la luminaria

Por tal razón se presenta de manera esquemática los pasos a seguir para esta guía, como se observa en la figura 3.5.



**Figura 3.5. Programa de cálculo de luminarias, elaboración propia**

### **Caso de estudio del sistema de iluminación**

Para el caso de estudio se tienen los siguientes datos de entrada:

- Dimensión del local (a, b, H):
  - a es el ancho.
  - b es el largo.
  - H es el alto.
- Altura del plano de trabajo (h').

- Nivel de iluminancia media ( $E_m$ ).
- Elección del tipo de lámpara.
- Elección del tipo de luminaria.
- Altura de suspensión de las luminarias ( $h$ ).

En la tabla 3.5 se tienen las siguientes áreas a considerar en el proyecto.

**Tabla 3.5 Parámetros para determinar las luminarias 1<sup>ra</sup> parte, elaboración propia**

Unidad	Zona	Ancho a, [m]	Largo b, [m]	Alto H, [m]	Altura, plano de trabajo h', [m]
UCI	Habitación de pacientes	4,35	3,60	3,00	1,00
	Pasillo	6,00	22,50	3,00	0,00
	Almacén de equipos médicos	2,10	3,60	3,00	0,00
	Habitación de guardia	3,50	3,60	3,00	0,00
	SS.HH. Hombres	1,35	2,40	3,00	1,00
	SS.HH. Mujeres	2,55	1,25	3,00	1,00
	Lavachatas	2,30	1,25	3,00	1,00
	Material sucio	1,25	1,25	3,00	1,00
	Material limpio	1,30	1,25	3,00	1,00
	Pasillo zona de baños	8,00	1,00	3,00	0,00
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	19,65	2,40	3,00	0,00
UCIM	Habitación de pacientes	3,50	3,10	3,00	1,00
	Pasillo 1	2,40	23,05	3,00	0,00
	Pasillo 2	4,66	24,90	3,00	0,00
	Enfermería	3,65	9,30	3,00	1,20
Triaje	Sala de espera	10,00	22,35	3,00	0,50

Por esta razón se toman las luminarias en base a los cálculos obtenidos en el flujo luminoso dado por la ecuación 3.6, todas de tipo LED de la marca PHILIPS [74] los cuales se detallan en la tabla 3.6.



**Tabla 3.6 Parámetros para determinar las luminarias 2<sup>da</sup> parte, elaboración propia**

Unidad	Zona	Iluminancia media $E_m$ , [lux]	Altura de suspensión h, [m]	Lámpara	Flujo de la Iluminaria [lm]	Potencia [W]
UCI	Habitación de pacientes	300,00	2,00	LED43S/840 W60L60	4.300,00	34,50
	Pasillo	200,00	3,00	LED40S/940 W60L60	4.000,00	28,50
	Almacén de equipos médicos	300,00	3,00	LED43S/940 W8L150	4.300,00	28,50
	Habitación de guardia	100,00	3,00	LED34S/940 W30L120	3.400,00	24,50
	SS.HH. Hombres	200,00	2,00	LED20S/830 EII WH	2.100,00	22,50
	SS.HH. Mujeres	200,00	2,00	LED20S/830 EII WH	2.100,00	22,50
	Lavachatas	200,00	2,00	LED20S/830 EII WH	2.100,00	22,50
	Material sucio	200,00	2,00	LED20S/830 EII WH	2.100,00	22,50
	Material limpio	200,00	2,00	LED20S/830 EII WH	2.100,00	22,50
	Pasillo zona de baños	100,00	3,00	LED50S/940 W8L145	450,00	37,00
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	100,00	3,00	LED40S/940 W8L120	4.000,00	34,00
UCIM	Habitación de pacientes	300,00	2,00	LED34S/940 W60L60	3.400,00	24,50
	Pasillo 1	200,00	3,00	LED40S/940 W60L60	4.000,00	28,50
	Pasillo 2	200,00	3,00	LED40S/940 W60L60	4.000,00	28,50
	Enfermería	500,00	1,80	LED40S/940 W60L60	4.000,00	28,50
Triaje	Sala de espera	200,00	2,50	LED34S/940 W60L60	3.400,00	24,50

Para elegir la iluminación media nos basaremos en la información que tienen las tablas 3.5 y 3.6 de este proyecto, en base a estos mismos valores se han elegido

las lámparas y luminarias. Mientras que, para determinar la altura de suspensión de las luminarias, para las habitaciones se toma el punto más alto con referencia al plano de trabajo.

A continuación, en la tabla 3.7 se muestran los cálculos del índice local k de cada una de las zonas.

**Tabla 3.7 Cálculo del índice local k, elaboración propia**

Unidad	Zona	k
UCI	Habitación de pacientes	0,99
	Pasillo	1,58
	Almacén de equipos médicos	0,44
	Habitación de guardia	0,59
	SS.HH. Hombres	0,43
	SS.HH. Mujeres	0,42
	Lavachatas	0,41
	Material sucio	0,31
	Material limpio	0,32
	Pasillo zona de baños	0,30
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	0,71
UCIM	Habitación de pacientes	0,82
	Pasillo 1	0,73
	Pasillo 2	1,31
	Enfermería	1,46
Triaje	Sala de espera	2,76

Por tal razón según el diseño de la UCI y UCIM se trabajará con 0,70 para el techo; 0,50 para las paredes y 0,30 para el plano de trabajo.

Después de definir el coeficiente de reflexión y haciendo un análisis en conjunto con el índice local k, se puede obtener ahora el coeficiente de utilización  $C_u$ , como se muestra en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8 Cálculo del Coeficiente de utilización  
 $C_u$ , elaboración propia**

Unidad	Zona	$C_u$
UCI	Habitación de pacientes	0,74
	Pasillo	0,92
	Almacén de equipos médicos	0,77
	Habitación de guardia	0,60
	SS.HH. Hombres	0,57
	SS.HH. Mujeres	0,57
	Lavachatas	0,57
	Material sucio	0,57
	Material limpio	0,57
	Pasillo zona de baños	0,77
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	0,57
UCIM	Habitación de pacientes	0,70
	Pasillo 1	0,65
	Pasillo 2	0,92
	Enfermería	0,92
Triaje	Sala de espera	1,07

Se puede ahora encontrar el flujo luminoso total mediante la ecuación 3.6; con un coeficiente de mantenimiento  $C_m$  de 0,80 pues se asumen ambientes limpios [72], observar tabla 3.9.

**Tabla 3.9 Cálculo del Flujo Luminoso Total  $\varphi_T$ , elaboración propia**

Unidad	Zona	$\varphi_T$ [lm]
UCI	Habitación de pacientes	7.935,81
	Pasillo	36.684,78
	Almacén de equipos médicos	3.681,82
	Habitación de guardia	2.625,00
	SS.HH. Hombres	1.421,05
	SS.HH. Mujeres	1.398,03
	Lavachatas	1.260,96
	Material sucio	685,31
	Material limpio	712,72
	Pasillo zona de baños	1.298,70
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	10.342,11

UCIM	Habitación de pacientes	5.812,50
	Pasillo 1	21.276,92
	Pasillo 2	31.530,98
	Enfermería	23.060,46
Triaje	Sala de espera	52.219,63

Finalmente se calcula el número de luminarias que se necesitan por cada una de las zonas, para esto se utiliza la ecuación 3.7 y en la tabla 3.10 se muestra cada resultado obtenido.

**Tabla 3.10 Cálculo del Número de luminarias,  
elaboración propia**

Unidad	Zona	NL
UCI	Habitación de pacientes	1,85 $\cong$ 2
	Pasillo	9,17 $\cong$ 10
	Almacén de equipos médicos	0,86 $\cong$ 1
	Habitación de guardia	0,77 $\cong$ 1
	SS.HH. Hombres	0,68 $\cong$ 1
	SS.HH. Mujeres	0,67 $\cong$ 1
	Lavachatas	0,60 $\cong$ 1
	Material sucio	0,33 $\cong$ 1
	Material limpio	0,34 $\cong$ 1
	Pasillo zona de baños	2,89 $\cong$ 3
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	2,59 $\cong$ 3
UCIM	Habitación de pacientes	1,71 $\cong$ 2
	Pasillo 1	5,32 $\cong$ 6
	Pasillo 2	7,88 $\cong$ 8
	Enfermería	5,77 $\cong$ 6
Triaje	Sala de espera	15,36 $\cong$ 16

Este número de luminarias se procederá a redondear al entero mayor inmediato. En este sentido una vez teniendo el número de luminarias se realizará un cálculo para obtener el emplazamiento de las luminarias, en la tabla 3.11 se muestra cuántas filas y cuántas columnas se tomarán en cuenta para ubicar las luminarias.

**Tabla 3.11 Cálculo de filas y columnas para el emplazamiento de las luminarias, elaboración propia**

Unidad	Zona	$N_{Filas}$	$N_{Columnas}$
UCI	Habitación de pacientes	1,49	1,24
	Pasillo	1,56	5,86
	Almacén de equipos médicos	0,71	1,21
	Habitación de guardia	0,87	0,89
	SS.HH. Hombres	0,62	1,10
	SS.HH. Mujeres	1,17	0,57
	Lavachatas	1,05	0,57
	Material sucio	0,57	0,57
	Material limpio	0,59	0,57
	Pasillo zona de baños	4,80	0,60
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	4,60	0,56
UCIM	Habitación de pacientes	1,39	1,23
	Pasillo 1	0,74	7,15
	Pasillo 2	1,21	6,49
	Enfermería	1,50	3,83
Triaje	Sala de espera	2,62	5,86

Por tal razón se ha cumplido en este caso de estudio del Hospital General Babahoyo con todas las normas y regulaciones propuestas en la guía de diseño. Además, se puede observar en el plano 4.3 a detalle la distribución de cada una de las luminarias en sus respectivas zonas.

### 3.4.2 Sistema hidrosanitario

#### Guía de diseño del sistema hidrosanitario

En esta guía se van a realizar los diseños del sistema de agua potable, aguas servidas y aguas pluviales, a continuación, se detallan cada uno de ellos según las normas y regulaciones que se plantean en el Ecuador [75]–[77]:

- NTE INEM 1569.
  - INEM 1752.
  - Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).
1. Definir el sistema de agua potable y aguas servidas teniendo en consideración:
    - a. Seleccionar el tipo de agua potable a utilizar en el diseño si es agua fría o caliente.

En este sistema se incluyen agua fría y agua caliente, debido a que para el diseño de la UCI y UCIM del presente proyecto no será de consideración el agua caliente debido a que no se tiene un control para neonatos, sin embargo podría utilizarse el agua caliente para la limpieza de equipos médicos en caso de no contar con métodos como el de esterilización y desinfección [58]. En este sentido el agua fría que será parte de la instalación cabe mencionar que es el agua tomada del exterior a temperatura ambiente, esta será direccionada a varios puntos de las unidades de cuidados intensivos e intermedios. La tubería de llegada será ramificada en algunas derivaciones para llevar el agua a los diferentes aparatos sanitarios como inodoros, duchas entre otros [78].

- b. Determinar las dotaciones de agua por cada zona y teniendo en cuenta el personal que vaya a usarlas.

En este sentido se debe mencionar las dotaciones de agua ya que permiten conocer si es que la fuente de suministro tiene la suficiente capacidad además determinar volumen del tanque de almacenamiento o cisterna. Para cualquier sistema de dotación de agua estas van a ser muy variables dependiendo del uso que se de por las zonas en las que se esté, hábitos en este caso del personal médico y/o pacientes.

Existen algunas referencias en base a estas dotaciones que llevan ciertas variaciones, para este diseño se tomará las siguientes dotaciones que se muestran en la tabla 3.12 [78].

**Tabla 3.12 Dotaciones de agua fría, [79]**

Descripción	Dotación	Unidad
Personal administrativo	60,00	Litros/pers/día
Personal residente	250,00	Litros/pers/día
Hospitales	500,00	Litros/cama/día
Lavandería industrial	5.000,00	Litros/lavadora de ropa/día

- c. Considerar el almacenamiento de la cisterna debido a que la presión de la red no será suficiente ni estable por tal razón es indispensable el uso de una cisterna el cual se obtiene el volumen de almacenamiento mediante la ecuación 3.8.

$$\forall c = \text{ConsumoDiario} * D \quad (3.8)$$

Donde:

- $\forall c$  es el volumen de almacenamiento de cisterna [Lts].
- *ConsumoDiario* es el consumo medio diario [Lts/día].
- *D* es los días de reserva [día].

- d. Encontrar el caudal nominal de la acometida y de cada punto de dotación mediante la ecuación 3.9, debido a que este valor es solicitado por la empresa de agua potable para así usar el de manera correcta el

diámetro de la tubería, aunque la norma NEC-11 CAP-16 recomienda usar una tubería de 16 mm [77].

$$Q = \frac{\text{ConsumoDiario}}{T} \quad (3.9)$$

Donde:

- Q es el caudal nominal de la acometida [Lts/seg].
  - *ConsumoDiario* es el consumo medio diario [Lts/día].
  - T es el tiempo de llenado de la cisterna [seg].
- e. Definir los diámetros de las tuberías según cada uno los caudales encontrados en lo posterior, como lo indica NTE INEN 1369 [80]. Observar la tabla 3.13.

**Tabla 3.13 Demanda de caudales y diámetro de los aparatos sanitarios, [81]**

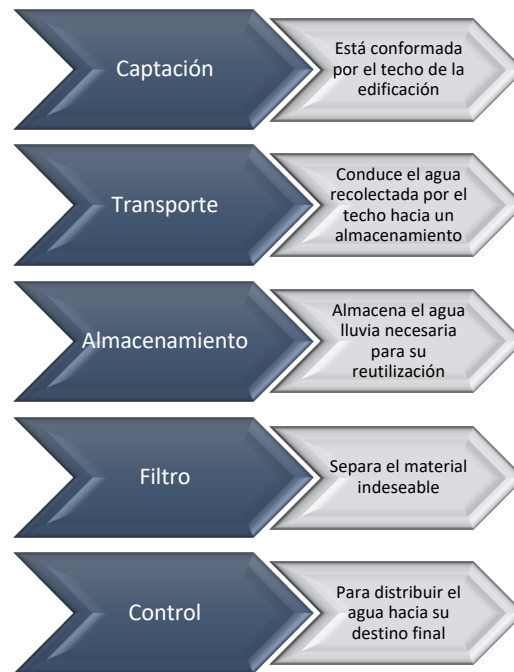
Aparato sanitario	Caudal [Lts/seg]	Diámetro [mm]
Bañera / tina	0,30	20,00
Ducha	0,20	16,00
Inodoro con fluxómetro	1,25	25,00
Lava chata	1,25	25,00
Urinario con fluxómetro	0,50	20,00

Para el sistema de agua fría se usarán tuberías de PVC que son recomendadas para plomería interior.

2. Definir el sistema de aguas pluviales, considerando:
  - a. Tener en consideración el techo de la edificación para recolectar el agua.
  - b. Transportar el agua recolectada a una zona de almacenamiento.
  - c. Adaptar un sistema de filtrado.
  - d. Incluir un sistema de control para la redistribución del agua.



En la figura 3.6 se muestra el proceso del sistema de recolección de aguas lluvias.



**Figura 3.6. Sistema de aguas pluviales [82]**

- Equipo de bombeo: estos equipos conforman un sistema que se encarga de transportar o impulsar el agua a todas las instalaciones del proyecto de construcción cuando el suministro de agua potable no es suficiente para el funcionamiento correcto. Las bombas se pueden clasificar en:
  - Electrobombas: necesitan un punto eléctrico para funcionar.
  - Motobombas: normalmente estas utilizan combustibles para su uso, es más para lugares donde no se cuenta con un punto eléctrico.
  - A vapor: su uso es en las industrias.

La capacidad de la bomba deberá ser igual o mayor a la capacidad máxima simultánea del establecimiento. Es recomendable tomar como referencia la norma INEN 2517 [83].

- Cisterna de agua: es un depósito subterráneo con la finalidad de almacenar un volumen máximo de agua que esta pueda ser distribuida a toda la red

integral hídrica del establecimiento, en caso de que no sea agua potable esta deberá pasar por un proceso de potabilización. Esta debe tener como dotación mínima igual al consumo diario del establecimiento, se deberá tener como referencia la norma INEN 1108 [84].

- Tratamiento de agua: según la OMS el agua potable es la que no causa ningún riesgo a la salud al momento de consumirla, y deberá cumplir con los siguientes requisitos y normas como la INEM 1108

Para una planta de tratamiento de agua se deben considerar las siguientes etapas:

- Deposición de materia suspendida:
  - Filtros de pantalla.
  - Filtración por lecho profundo.
  - Pre filtros.
  - Filtros de presión
  - Filtros lentos de arena.
  - Filtración de flujo cruzado.
  - Filtración por cartucho.
- Tratamiento químico de coloides:
  - Clarificación y coagulación química.
  - Des ionizar y ablandar.
  - Desinfección.

En este sentido la planta de tratamiento deberá contar con un conjunto de operaciones que pueden ser de tipo físico, químico o biológico:

- Pre tratamiento: se deberá eliminar los sólidos grandes.
- Tratamiento primario: para eliminar materia suspendida.
- Operaciones unitarias: para eliminar contaminación orgánica.

- Tratamiento terciario: elimina contaminantes orgánicos que no son de característica biodegradable.
- Desinfección: para eliminar bacterias.

### **Caso de estudio del sistema hidrosanitario**

#### Agua potable

El consumo diario el hospital general Babahoyo muestra en la tabla 3.14, cuáles son las dotaciones según lo que recomienda la tabla 3.12.

**Tabla 3.14 Consumo diario, elaboración propia**

Ítem	Cantidad	Consumo diario [Lts/día]
Personal administrativo	3	180,00
Personal residente	10	2.500,00
Camas	30	15.000,00
Lavadoras	4	20.000,00
TOTAL		37.680,00

Se asume en base a este total de consumo un valor de 40.000,00 Lts/día, además para considerar los días de reserva se suele tomar 1 día, pero se espera una regularidad en el servicio por tal razón se tomarán reservas mayores tal que D=3 días. Aplicando la fórmula 3.8 se tiene la capacidad de la cisterna:

$$V_c = 120.000,00 \text{ Litros}$$

En este sentido para mostrar esta capacidad de manera comercial se considera que 1.000,00 Litros es igual a 1 m<sup>3</sup>, por lo que la capacidad de la cisterna es:

$$V_c = 120,00 \text{ m}^3$$

Para este sistema se tiene el caudal nominal mediante la ecuación 3.9 y con un tiempo de llenado de 2 horas por día el siguiente valor:

$$Q = 5,56 \text{ Lts/seg}$$

### Aguas pluviales

Este sistema se basa en el drenaje pluvial del edificio, es decir previene el estancamiento de aguas lluvias en techos y así evitar futuras filtraciones de agua dentro de las instalaciones. Además, la recolección de estas aguas pluviales se da de forma horizontal, luego son conducidas en forma vertical hasta el nivel establecido para finalmente poder ser re utilizadas [78].

Por esta razón se debe mencionar que este tipo de sistemas reduce el consumo suministrado por acueductos. Para ello se toman en cuenta diversos factores como son:

- Hidrología de la zona.
- Tipo de edificación.
- Área de captación.
- Consumos y otras variables que influyen en el dimensionamiento.

### Aguas servidas.

Es la etapa final del sistema general de agua potable, aquí se completa con las rutas de evacuación cuyo fin es recolectar el agua utilizada y sucia por cada uno de los aparatos sanitarios, para finalmente ser conducida a la red de alcantarillado público. Esta red de drenajes está constituida por una serie de tuberías que inician en los orificios de desagües de los aparatos sanitarios. Son construidas de tal manera que al interior del edificio no lleguen malos olores o gases que podrían afectar la salud de los pacientes [78].

Para este diseño de red de tuberías se considera exactamente los mismos caudales para el agua potable como se observó en la tabla 3.14, es decir los diámetros de las tuberías serán los mismos. Se usarán tuberías PVC de 16, 20 y 25,00 mm de diámetro.

Por esta razón en el plano 4.4 se muestra el diseño de hidrosanitario donde se han cumplido con todas las normativas planteadas en la guía de estudio.

### **3.4.3 Sistema eléctrico**

Las instalaciones eléctricas engloban un grupo de factores que permiten transformar, transportar y entregar energía eléctrica desde la distribución principal hasta alimentar los equipos que van a utilizar este servicio por lo que se debe tomar en cuenta ciertas recomendaciones al momento de diseñar e instalar:

- La seguridad de las personas (debe existir protección contra electrocuciones e incendios).
- La protección de los aparatos (protección contra incendios, la inestabilidad en el suministro de electricidad y los efectos de los rayos).
- La continuidad del servicio (protección contra la interrupción del servicio, la falla de las fuentes de electricidad o cualquier otro tipo de interrupción)
- El control de gastos y el cuidado del medio ambiente (aspectos que permiten optar por la opción más pertinente, calibrar las necesidades en materia de fuentes de electricidad y controlar la demanda de electricidad).
- Facilidad de operación y mantenimiento de los sistemas instalados.

En este sentido las intervenciones de carácter técnico que precisen los sistemas eléctricos deben llevarse a cabo exclusivamente por electricistas certificados.

#### **Guía de diseño del sistema eléctrico**

1. Para lograr que la instalación eléctrica sea fiable, solamente debe adquirirse e instalarse material que al menos cuente con la certificación de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

En cuanto al diseño de las instalaciones:

- a. Utilizar material que emplee términos y símbolos reconocidos en el plano internacional.
- b. Adquirir exclusivamente material eléctrico que cuente con certificaciones internacionales.
- c. Seguir las recomendaciones internacionales autorizadas.

Para esto deben cumplirse todas las disposiciones de carácter obligatorio y las prohibiciones que figuren en los reglamentos nacionales, incluso si no se ajustan a las normas o las recomendaciones internacionales. Antes de instalar cualquier aparato eléctrico, siempre debe leer los datos técnicos que figuran en la chapa de identificación o en el manual del usuario y verificar si el aparato se ajusta plenamente a las normas locales.

Entre las principales normativas como referencia se tienen:

#### NFPA 99 Health Care Facilities Code

Este estándar establece criterios para niveles de servicios de cuidados de la salud o sistemas basados en el riesgo del paciente, trabajadores o visitantes minimizando riesgos eléctricos, de explosión o fuego [85].

#### NFPA 70 y NEC 2008

Hace referencia al Código Eléctrico Nacional para protección al público mediante la determinación de requisitos de equipamiento y cableado para cualquier edificación para sistemas aislados [86].

Por esta razón las instalaciones eléctricas se clasifican en diferentes tipos, entre ellas las más conocidas son residenciales, industriales, comerciales, hospitalarias y especiales. Por lo que para su diseño deben contar con análisis de carga, cálculo de transformadores, análisis de tensión, distancias de seguridad, cálculos de regulación, cálculos de pérdida de energía, análisis de corto circuito, protecciones, conductores, ductos, sistema de puesta a tierra, análisis de proyección contra rayos, diagramas unifilares, planos eléctricos de construcción.

2. Para la selección de materiales y para la instalación se deben considerar los siguientes puntos [87]:

- Tensión nominal de instalación:  $110 V_{ac}$ .
- Corriente.
- Frecuencia: 60Hz.

- Potencia.
- Equipos que soporten corrientes de cortocircuito.
- Materiales compatibles para evitar deterioro con instalaciones cercanas.

Normalmente las clínicas, hospitales o áreas destinadas a dar servicios de salud cuentan con gran diversidad de ambientes que se clasifican en ambientes de uso médico y de uso no médico, siendo el de uso no médico como salas de espera, sala de máquinas, oficinas y baños.

Mientras que el área de uso médico se clasifica en diferentes grupos como se indican en la tabla 3.15.

**Tabla 3.15 Áreas médicas y equipos eléctricos, [87]**

Grupo de aplicación	Salas de uso médico	Tipo de utilización médica
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internación.</li> <li>• Esterilización para cirugías.</li> <li>• Lavado para cirugías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna utilización de equipos eléctricos.</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecografía.</li> <li>• Internación.</li> <li>• Medicina humana y dental.</li> <li>• Diagnóstico radiológico.</li> <li>• Parto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipo médico eléctrico a través de aberturas naturales en el cuerpo con intervenciones quirúrgicas menores.</li> </ul>
2a	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación para cirugías.</li> <li>• Endoscopía.</li> <li>• Diálisis.</li> <li>• Yesos quirúrgicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operaciones de cirugía menor sin introducción de catéteres en el corazón, sin riesgo de microshock.</li> </ul>
2b	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambulatorios quirúrgicos.</li> <li>• Exámenes intensivos con mediciones intensivas.</li> <li>• Recuperación post quirúrgica.</li> <li>• Cirugías.</li> <li>• Cuidados intensivos.</li> <li>• Cuidados intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operaciones de órganos de todo tipo.</li> <li>• Introducción de catéteres en el corazón.</li> <li>• Introducción de quirúrgica de equipos médicos eléctricos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemodinámica.</li> <li>• Obstetricia.</li> <li>• Diálisis de emergencia.</li> <li>• Neonatología.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de funciones vitales con equipos médicos.</li> <li>• Intervenciones a corazón abierto.</li> <li>• Otros procedimientos médicos.</li> </ul>
--	---	---

Por tal razón para este diseño se hace referencia al grupo 2b y se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones [87]:

- Limitar las corrientes de fuga.
- Garantizar la calidad y continuidad del fluido eléctrico.
- Evitar eventos por microshock.
- Valor de resistencia de pisos limitados entre 27 a 47 kΩ.
- Deben contar con tomacorrientes polarizados tal que:
  - Cada tomacorriente se debe considerar con una carga de 200 W.
  - Cada circuito deberá tener como máximo 10 tomacorrientes.
  - El calibre de los conductores por ningún caso deberá ser menor a 6 mm<sup>2</sup> (N<sup>o</sup> 10 AWG).
  - Para salidas especiales donde se considere una conexión de aparatos de alto consumo como calefactores, lavadoras, secadores, esterilizadores se deberá considerar un circuito separado donde el calibre no deberá ser menor a 4 mm<sup>2</sup> (N<sup>o</sup> 12 AWG).
  - La caída de tensión no debe superar el 3 % en el punto más lejano.
- Contar con tableros eléctricos para controlar la conexión, protección, medición de los circuitos eléctricos tanto de tomacorrientes, tomas especiales y alumbrado.
- Contar con una maya de tierra para proporcionar protecciones por corto circuito, limitar voltajes elevados por fenómenos eléctricos o naturales



como los que producen los rayos y evitar eventos adversos que puedan involucrar al paciente.

- Contar con espacios necesarios para que el sistema eléctrico pueda ser instalado.
- En cuanto al diseño este debe considerar y analizar lo siguiente:
  - Tipo de carga.
  - Material y equipo.
  - Clases de ambiente.
  - Seguridades.
  - Proyecciones a futuro de crecimiento de la carga.
  - Niveles de voltaje o tensión.

3. Dimensionar las cargas proyectadas y distribuirlas por cada uno de los tableros teniendo en consideración lo siguiente [47], [88]:

- Cálculo de interruptor principal.
- Acometida principal.
- Se debe colocar de forma numérica, cantidad y volt amperes de cada salida.
- Con los amperios obtenidos se calcula el calibre del conductor y de la tubería para cada panel.
- Escoger un interruptor apropiado que puedan funcionar correctamente con las luminarias.
- Se deben instalar circuitos separados para servicios que son necesarios para controlar de forma separada los mismos que no deberían ser afectados por fallos.
- Se deben separar los circuitos de tomacorrientes con los de iluminación.
- Se deberá reservar un 25 % de carga total para cada uno de los tableros de distribución, es decir se deja un circuito de reserva por cada cinco circuitos.

- Los tableros principales y secundarios administran la energía en cada área y sección los mismos que brindan seguridad por sobrecargas que puedan generar cada circuito.
  - Se deben ubicar lo más cercano al cuarto eléctrico principal donde normalmente están los transformadores para minorar el recorrido ya que normalmente estos conductores son de gran calibre y pueden llegar a ser muy costosos dependiendo del recorrido de este.
  - Estos deben estar protegidos de tal forma que se encuentren siempre secos.
  - El acceso debe ser restringido.
  - Los tableros secundarios deberán ser divididos por zonas para este diseño, La Unidad de Cuidados Intermedios, Triage y Unidad de Cuidados Intensivos.
    - Deben estar lo mas cerca posible al área.
    - Fácil acceso.
    - Debe permitir el fácil trabajo y mantenimiento de manera segura.
  - Desde el tablero principal se recomienda sea diferenciado con el circuito de luminarias, tomacorrientes y cargas fuertes, estos deben contar con protecciones con disyuntores termo magnéticos.
  - El cableado y los disyuntores deben cumplir con el dimensionamiento correcto para soportar los circuitos de alumbrado, tomacorriente y tomas especiales.
4. Una vez obtenida la carga total que va a demandar la instalación hay que dimensionar un transformador donde se debe considerar lo siguiente:
- Evaluar la potencia máxima que va a suministrar el transformador.
  - Considerar aumento de carga en instalaciones futuras.
  - La potencia instalada es la suma de todas las potencias nominales de los equipos eléctricos.

- La potencia instalada [kW] es necesaria para seleccionar la potencia nominal de los generadores (grupo electrógeno) o UPS (batería de respaldo).
- La potencia aparente [kVA] es la suma aritmética de todas los kVA individuales de los equipos.
- Tensión primaria y secundaria.
- Regulación de tensión en la salida.
- Frecuencia.
- Temperatura externa e interna.
- Altura sobre nivel del mar.

Por tal razón para calcular el tamaño tomaremos las siguientes consideraciones:

- Luego de obtener el total de las cargas se utilizará esta relación

$$kVA = (V * I) / 1000$$

- Si el transformador es trifásico el cálculo será con la ecuación 3.10.

$$kVA = V * I * (\sqrt{3} / 100) \quad (3.10)$$

Para el transformador se debe contar con la normativa “NTE INEN 2684 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICOS” [89]

- Se deberá considerar para expansiones futuras un 20% de sobredimensionamiento, observar la tabla 3.34.
5. Planta de emergencia – Grupo electrógeno, debe estar acorde a la capacidad del transformador que se encuentra en el mercado, las mismas que deben cumplir con la normativa “UNE-EN 12601 Grupos electrogenos accionados por motores alternativos de combustión interna”. Seguridad, UNE-EN ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad [90], [91].

6. Sistema de puesta a tierra es para la protección de cualquier instalación eléctrica con la finalidad de disipar corrientes eléctricas en la tierra tanto producidos por una falla técnica o por una mala conexión.

Para esta guía de diseño se usará el estándar IEEE 80-2013 en donde se debe considerar los siguientes puntos [92]:

- Área de estudio: Estudio de la resistividad del terreno.
- Selección de conductor eléctrico.
- Tensiones tolerables.
- Resistencia a tierra.
- Corriente máxima de la malla.

## Caso de estudio del sistema eléctrico

Para el caso del Hospital General Babahoyo se tienen las cargas por iluminación divididas en 12 circuitos los mismo que se han seccionado como se observan en las tablas 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24, 3.25, 3.26 y 3.27. Además, se considera un 25 % de la carga como reserva.

**Tabla 3.16 Circuito de alimentación A1, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	No de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCIM	Box 1	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 2	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 3	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 4	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 5	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 6	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
						Total	2,67
						25 %	3,34

**Tabla 3.17 Circuito de alimentación A2, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	No de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCIM	Pasillo 1	LED40S/940 W60L60	28,50	6	171,00	110,00	1,55
	Habitación de guardia	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
	SS.HH. Mujeres	LED20S/830 EII WH	22,50	1	22,50	110,00	0,20
	SS.HH. Hombres	LED20S/830 EII WH	22,50	1	22,50	110,00	0,20
	Lavachatas	LED20S/830 EII WH	22,50	1	22,50	110,00	0,20
						Total	2,39
						25 %	2,99

**Tabla 3.18 Circuito de alimentación A3, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	No de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCIM	Box 7	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45

	Box 8	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 9	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 10	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
						Total	1,78
						25 %	2,23

**Tabla 3.19 Circuito de alimentación A4, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	Nº de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCIM	Estación de enfermería	LED40S/940 W60L60	28,50	6	171,00	110,00	1,55
						Total	1,55
						25 %	1,94

**Tabla 3.20 Circuito de alimentación A5, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	Nº de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCIM	Pasillo 2	LED40S/940 W60L60	28,50	8	228,00	110,00	2,07
						Total	2,07
						25 %	2,59

**Tabla 3.21 Circuito de alimentación A6, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	Nº de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCIM	Box 1	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 2	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 3	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 4	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 5	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 6	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
	Box 7	LED34S/940 W60L60	24,50	2	49,00	110,00	0,45
						Total	3,12
						25 %	3,90

**Tabla 3.22 Circuito de alimentación A7, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	Nº de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
Triaje	Sala de espera	LED34S/940 W60L60	24,50	6	392,00	110,00	1,34
						Total	1,34
						25 %	1,67

**Tabla 3.23 Circuito de alimentación A8, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	Nº de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
Triaje	Sala de espera	LED34S/940 W60L60	24,50	10	392,00	110,00	2,23
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	LED40S/940 W8L120	34,00	3	102,00	110,00	0,93
						Total	3,15
						25 %	3,94

**Tabla 3.24 Circuito de alimentación A9, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	Nº de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCI	Box 1	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Box 2	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Box 3	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Box 4	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Box 5	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Box 6	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Pre cámara 1	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
	Pre cámara 2	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
	Pre cámara 3	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22

	Pre cámara 4	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
	Pre cámara 5	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
	Pre cámara 6	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
						Total	5,10
						25 %	6,38

**Tabla 3.25 Circuito de alimentación A10, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	Nº de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCI	Pasillo de estación de enfermería	LED40S/940 W60L60	28,50	10	1.285,00	110,00	2,59
						Total	2,59
						25 %	3,24

**Tabla 3.26 Circuito de alimentación A11, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	Nº de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCI	Box 7	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Box 8	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Box 9	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Box 10	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Box 11	LED43S/840 W60L60	34,50	2	69,00	110,00	0,63
	Pre cámara 7	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
	Pre cámara 8	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
	Pre cámara 9	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
	Pre cámara 10	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22



	Pre cámara 11	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
						Total	4,25
						25 %	5,31

**Tabla 3.27 Circuito de alimentación A12, elaboración propia**

Unidad	Zona	Lámpara	Potencia [W]	Nº de luminarias	Potencia Total [W]	Voltaje [V]	Corriente I=V/P [A]
UCI	Cuarto de mantenimiento	LED43S/940 W8L150	28,50	1	28,50	110,00	0,26
	Habitación de guardia	LED34S/940 W30L120	24,50	1	24,50	110,00	0,22
	SS.HH. Mujeres	LED20S/830 EII WH	22,50	1	22,50	110,00	0,20
	SS.HH. Hombres	LED20S/830 EII WH	22,50	1	22,50	110,00	0,20
	Lavachatas	LED20S/830 EII WH	22,50	1	22,50	110,00	0,20
	Material sucio	LED20S/830 EII WH	22,50	1	22,50	110,00	0,20
	Material limpio	LED20S/830 EII WH	22,50	1	22,50	110,00	0,20
	Pasillo zona de baños	LED50S/940 W8L145	37,00	3	111,00	110,00	1,01
						Total	2,51
						25 %	3,14

En lo posterior se seccionan estos 12 circuitos en 3 paneles: PD-1, PD-2 y PD-3; con sus respectivos disyuntores como se muestra en la tabla 3.28.

**Tabla 3.28 Distribución de paneles para iluminación, elaboración propia**

Panel	Circuito					Disyuntor		Puntos	Potencia [W]
	Nº	Fase	Voltaje [V]	Conductor [awg]	Ducto [pulgadas]	Amperios	Polos		
PD-1 (UCIM)	A1	A	110,00	2#14	1/2"	15,00	1	0	0,00
	A2	A						10	263,00
	A3	A						8	196,00
	A4	B						6	171,00
	A5	B						8	228,00
	A6	B						14	343,00

PD-2 (TRIAGE)	A7	A						6	147,00
	A8	B						13	347,00
PD-3 (UCI)	A9	A						18	561,00
	A10	A						10	285,00
	A11	B						15	467,50
	A12	B						10	276,50

A continuación, se procede a obtener las cargas por tomacorrientes en cada área, observar las tablas 3.29 y 3.30

**Tabla 3.29 Cargas por tomacorriente 1ra Parte, elaboración propia**

Unidad	Zona	Televisor 100 [W]	Total, carga de televisores [W]	Computadoras 350 [W]	Total, carga de computadoras [W]	Monitor multi parámetro 165 [W]	Total, carga de monitores [W]	Bomba de infusión 44 [W]	Total, de carga de bombas [W]	Ventilador mecánico 297 [W]	Total, de Carga de Ventiladores
UCI	Box 1	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 2	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 3	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 4	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 5	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 6	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 7	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 8	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 9	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 10	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 11	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Pre cámara 1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 3	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 4	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 5	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 7	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 8	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 9	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pre cámara 11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

	Pasillo de estación de enfermería	1	100,00	4	1.400,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Cuarto de mantenimiento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Habitación de guardia	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	SS.HH. Mujeres	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	SS.HH. Hombres	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Lavachatas	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Material sucio	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Material limpio	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pasillo zona de baños	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
UCIM	Box 1	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 2	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 3	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 4	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 5	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 6	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 7	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 8	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 9	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 10	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 11	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 12	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 13	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00

	Box 14	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 15	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 16	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Box 17	0	0,00	0	0,00	1	165,00	4	176,00	1	297,00
	Pasillo 1	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Pasillo 2	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Estación de enfermería	4	400,00	4	1.400,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Habitación de guardia	1	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	SS.HH. Mujeres	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	SS.HH. Hombres	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Lavachatas	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Triaje	Sala de espera	2	200,00	2	700,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

**Tabla 3.30 Cargas por tomacorriente 2da Parte, elaboración propia**

Unidad	Zona	Ecógrafo 165 [W]	Total, carga de ecógrafos [W]	Desfibrilador 198 [W]	Total, carga de desfibriladores [W]	Electrocardiógrafo 60,5 [W]	Total, carga de electrocardiógrafos [W]	Otras cargas	Total [W]	Corriente $I=V/P$ [A]
UCI	Box 1	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 2	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 3	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 4	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 5	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 6	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 7	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 8	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 9	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 10	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 11	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Pre cámara 1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pre cámara 2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pre cámara 3	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pre cámara 4	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pre cámara 5	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pre cámara 6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pre cámara 7	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pre cámara 8	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pre cámara 9	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pre cámara 10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
Pre cámara 11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00	

	Pasillo de estación de enfermería	0	0,00	1	198,00	0	0,00	-	1.698,00	15,44
	Cuarto de mantenimiento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	500,00	500,00	4,55
	Habitación de guardia	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	100,00	0,91
	SS.HH. Mujeres	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	SS.HH. Hombres	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Lavachatas	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2.400,00	2.400,00	10,91
	Material sucio	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Material limpio	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Pasillo zona de baños	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
-	Pasillo de conexión UCI - UCIM	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
UCIM	Box 1	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 2	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 3	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 4	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 5	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 6	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 7	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 8	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 9	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 10	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 11	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 12	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 13	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85

	Box 14	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 15	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 16	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Box 17	1	165,00	0	0,00	1	60,50	-	863,50	7,85
	Pasillo 1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	100,00	0,91
	Pasillo 2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	100,00	0,91
	Estación de enfermería	0	0,00	1	198,00	0	0,00	-	1.998,00	18,16
	Habitación de guardia	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	100,00	0,91
	SS.HH. Mujeres	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	SS.HH. Hombres	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	0,00	0,00
	Lavachatas	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2.400,00	2.400,00	10,91
Triaje	Sala de espera	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-	900,00	8,18
									Total	291,58

Por tal sentido se deben mostrar también las cargas por maquinarias como se ve en la tabla 3.31.



**Tabla 3.31 Cargas por maquinarias, elaboración propia**

Unidad	Equipo	Características	Corriente por fase [A]	Total [A]
UCI	Central de aire acondicionado	150000 BTU 220 V - 3 FASES 60 HZ Modelo: ZE14A2A1AA1A111L2	32,80	98,40
UCIM	Central de aire acondicionado	Evaporador ducto 180000 BTU 220 V- 3 FASES 60 HZ Modelo: YC180C00A2AAA4	90,00	270,00
Triaje	Central de aire acondicionado	Paquete 60000 BTU 220 V - 1 FASE 60 HZ Modelo: YMFE60BNJMCMS-X	32,90	65,80
Todas las unidades	Compresor de aire medicinal	AS300-T2-RD Scroll Air System Duplex Horizontal Tank Mount System Capacity: 9.8 SCFM @ 50 PSIG Capacity per Pump: 9.8 SCFM @ 50 PSIG Motor: 3 HP	10,49	31,47
Todas las unidades	Compresor de vacío medicinal	C300B-T2-V80 – Oil-Less Rotary Claw Vacuum System Configuration: Duplex Tank Mount System Capacity: 23 SCFM Capacity per Pump: 23 SCF Motor: 3 HP	10,49	31,47
			Total [A]	497,14

Después de definir cada tomacorriente se debe mostrar en los paneles como esta su distribución y que disyuntores se deben usar según su amperaje, observar la tabla 3.32.

**Tabla 3.32 Distribución de paneles para tomacorrientes, elaboración propia**

Panel	Circuito					Disyuntor		Puntos	Servicios
	Nº	Fase	Voltaje [V]	Conductor [awg]	Ducto [pulgadas]	Amperios	Polos		
PD-1 (UCIM)	T1	A	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T2	A	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	10	Equipos médicos
	T3	A	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T4	A	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	10	Equipos médicos
	T5	A	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T6	A	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T7	B	110,00	3#10	1/2"	30,00	1	10	Equipos médicos
	T8	B	110,00	3#12	1/2"	15,00	1	6	Equipos médicos
	T9	B	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	10	Equipos médicos
	T10	B	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T11	B	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T12	B	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	TE1	A-B	220,00	3#12	3/4"	15,00	2	1	Lavachatas
PD-2 (TRIAGE)	T13	A	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	8	Equipos médicos
PD-3 (UCI)	T14	B	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T15	B	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T16	B	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T17	B	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T18	B	110,00	3#12	1/2"	15,00	1	8	Equipos médicos
	T19	A	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T20	A	110,00	3#12	1/2"	15,00	1	10	Equipos médicos
	T21	A	110,00	3#12	1/2"	20,00	1	9	Equipos médicos
	T22	A	110,00	3#12	1/2"	15,00	1	6	Equipos médicos
	T22	A	220,00	3#12	3/4"	20,00	2	1	Lavachatas
PD-4 (MÁQUINAS)	T23	B	110,00	3#12	1/2"	15,00	1	5	Sistema de monitoreo
	T24	A	110,00	3#12	1/2"	15,00	1	5	Cuanto de Rack – TIC`s
	T25	A-B-C	220,00	4#10	3/4"	50,00	3	1	Compresor aire medicinal

	T26	A-B-C	220,00	4#10	3/4"	50,00	3	1	Compresor vacío medicinal
PD-5 (CLIMATIZACION)	T27	A-B-C	220,00	4#10	3/4"	100,00	3	1	Climatización UCI
	T28	A-B-C	220,00	4#6	3/4"	300,00	3	1	Climatización UCIM
	T29	A-B-C	220,00	4#10	3/4"	100,00	3	1	Climatización Triaje
	T30	A	110,00	3#12	1/2"	15,00	1	3	Tomas de Servicio Climatización

Una vez mostradas las cargas por luminarias, tomacorrientes y maquinarias, en la tabla 3.33 se muestra el total de la carga de todo el diseño.

**Tabla 3.33 Cargas del diseño planteado, elaboración propia**

Sistema	Corriente por fase [A]
Luminarias	31,70
Toma corrientes	291,58
Maquinaria	497,14
Total	820,42

Cálculo de transformador a utilizar para en el caso de estudio mediante la ecuación 3.10, observar tabla 3.34.

**Tabla 3.34 Transformador a usar en el diseño, elaboración propia**

Transformador	Potencia [kVA]
$kVA = V * I * (\sqrt{3}/100)$	170,52
20% para expansión futura	34,10
Total	204,62

Por esta razón se debe seleccionar el transformador con un valor de potencia que sea inmediata superior que se encuentre en el mercado. Para este diseño se puede usar un transformador seco no encapsulado de 225 kVA.

#### Planta de emergencia – Grupo electrógeno

Se usará una planta de emergencia del grupo electrógeno de 220 kVA que se encuentra en el mercado.

Por esta razón, una vez cumplidas las regulaciones y normativas del sistema eléctrico mencionadas en la guía de diseño se muestra en el plano 4.5 toda la distribución eléctrica con sus respectivos tableros eléctricos.

### 3.5 Sistema de climatización

#### **Guía de diseño del sistema de climatización**

En esta guía de una unidad de cuidados intensivos e intermedios cuyo diseño se adapta a pacientes con enfermedades del SARS-CoV-2 es importante determinar el estado de los pacientes ya que requiere un nivel de atención y monitoreo electrónico considerable en comparación a otras áreas. Para establecer una guía de diseño se tomará en cuenta estos siguientes pasos:

1. Requerimiento inicial para UCI y UCIM, la norma ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2008 recomienda los siguientes parámetros para tener en cuenta [81]:
  - Temperatura de 21,10 a 23,9 [°C].
  - Humedad relativa entre 30 a 60 %.
  - 6 recambios de aire.
  - 2 recambios de aire exterior.
  - Presión negativa 185 CFM.
  
2. Analizar los planos arquitectónicos de las áreas a climatizar, existen 4 tipos de salas:
  - a. Sala de aislamiento infeccioso en el aire (para pacientes con enfermedades de transmisión por el aire).
  - b. Sala de ambiente protector (para pacientes con sistema inmunológico debilitado).
  - c. Sala combinada (Aislamiento infeccioso en aire y ambiente protector).
  - d. Sala de aislamiento de contacto.

Debido a que es una sala de UCI y UCIM para pacientes con una enfermedad de transmisión por vía aérea o aerosol se tomará de referencia la primera "Sala de aislamiento infeccioso en el aire" debido a que se utilizan para

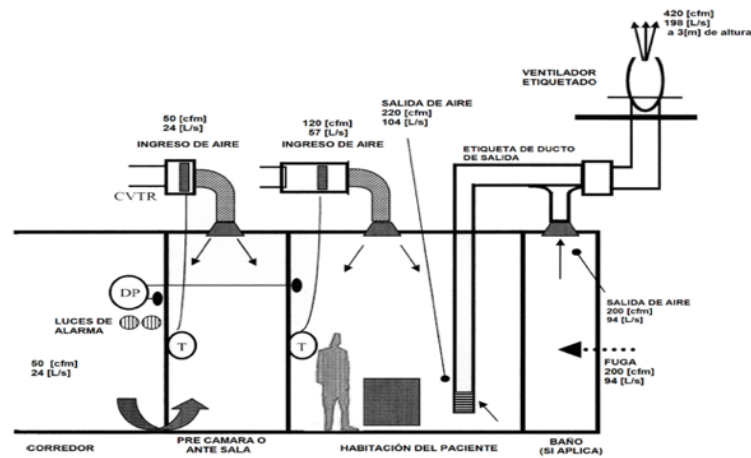
enfermedades respiratorias sospechosas o conocidas, estas tienen 2 criterios principales de diseño:

- Sala con presión negativa de aire en relación con los espacios adyacentes.
- Sala con distribución de aire dentro de la habitación.

Para estos dos casos una antesala no es obligatoria en las habitaciones, pero es recomendable por lo que se utilizará para habitaciones de UCI una pre cámara mientras que para UCIM no [94].

- Esta sala debe contar con 6 recambios de aire.
- Se deberá tomar como referencia que las cargas sensibles y latentes por habitación podrán superar fácilmente 1.172 W, por lo que esta magnitud de ganancia requiere aproximadamente 185 CFM de 12 °C de temperatura [94].
- Contar con un sensor y controlador de presión relativa el cual muestre el diferencial de presión entre una sala, pasillo o ante sala con un rango de 2,50 [Pa].
- El aire suministrado no tiene que ser 100 % aire exterior y un 95 % de retorno de aire.
- Todo el aire debe agotarse directamente al aire libre, si se combina con otros escapes debe proporcionar filtración HEPA antes de fusionar los flujos de aire.
- Localizar las rejillas de extracción o de retorno encima de la cama del paciente.
- El aire suministrado debe estar situado en el centro de la habitación ligeramente hacia la entrada.
- Proporcionar un mecanismo de alarma para alertar al personal de la pérdida de presión negativa la cual debe estar instalada fuera de la habitación.
- El pozo de escape de aire debe estar bien señalizado para evitar posible contaminación del personal de mantenimiento y operación.

Estos parámetros se pueden observar en la figura 3.7.



**Figura 3.7. Cuarto aislado con presión negativa [94]**

3. Calcular las cargas térmicas en referencia a la ubicación del edificio, dimensiones, altura al techo y paredes, estos se los podría obtener de un plano arquitectónico del sitio.

Una de las condiciones principales son la orientación, área total de vidrio expuesto al exterior, marcos utilizados, promedio de personas que podrían encontrarse en este espacio, fuentes de calor internas, ventilación requerida en el área, cálculos de cargas térmicas, cargas sensibles y cargas latentes [93].

#### Cálculo de cargas térmicas sensibles

La carga sensible es la transmisión a través de cerramientos opacos; transmisión a través de cerramientos traslúcidos; radiación solar; ventilación / infiltración de aire; ocupación del local; iluminación; por último, maquinaria.

Para calcular las cargas sensibles se usará la ecuación 3.11.

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai} \quad (3.11)$$

Donde:

- $Q_{sr}$  es la carga originada por la transmisión a través de cerramientos traslúcidos [W], se calcula mediante la ecuación 3.12.

$$Q_{sr} = S * R * F \quad (3.12)$$

Donde:

- S es la superficie traslúcida [m<sup>2</sup>]. Se realizó el análisis solo en la zona de triaje, pues dentro del diseño planteado es la única zona que lleva techo traslúcido.
  - R es la radiación solar que atraviesa la superficie traslúcida [W/m<sup>2</sup>]
  - F es el factor de corrección de la radiación en función del tipo de vidrio, según el Código Técnico de Edificación (CTE-DB) este valor será 0,60 [95].
- $Q_{str}$  es la carga originada por la transmisión a través de paredes y techos exteriores [W], se calcula mediante la ecuación 3.13.

$$Q_{str} = K * S * (T_{ec} - T_i) \quad (3.13)$$

Donde:

- K es el coeficiente de transmisión térmica del cerramiento, se conoce también como transmitancia térmica [W/m<sup>2</sup>.°C].
- S es la superficie del cerramiento [m<sup>2</sup>].
- $T_{ec}$  es la temperatura exterior de diseño, se calcula teniendo en cuenta la temperatura media del mes más cálido ( $T_{me}$ ) y la temperatura máxima del mes más cálido ( $T_{max}$ ) ambas de la ubicación del diseño  $T_{ec} = 0,4T_{me} + 0,6T_{max}$ , estos valores de temperatura son obtenidos de la tabla 3.15 y se mide en [°C]. Para este diseño tendrá un valor de 36,11 °C.
- $T_i$  es la temperatura interior del diseño del local [°C].



- $Q_{st}$  es la carga originada por la transmisión a través de paredes, techos, suelos y puertas interiores [W], se calcula mediante la ecuación 3.14.

$$Q_{st} = K * S * (T_e - T_i) \quad (3.14)$$

Donde:

- K es el coeficiente de transmisión térmica del cerramiento, se conoce también como transmitancia térmica [W/m<sup>2</sup>.°C].
  - S es la superficie del cerramiento [m<sup>2</sup>].
  - $T_e$  es la temperatura de diseño al otro lado del cerramiento [°C]. Se considera la misma temperatura debido que es lo que se espera para el correcto funcionamiento del diseño.
  - $T_i$  es la temperatura interior del diseño del local [°C].
- $Q_{si}$  es la carga originada por la infiltración y ventilación de aire exterior [W], se calcula mediante la ecuación 3.15.

$$Q_{si} = V * \rho * C_{e-aire} * \Delta T \quad (3.15)$$

Donde:

- V es el caudal de aire infiltrado y de ventilación [m<sup>3</sup>/s].
  - $\rho$  es la densidad del aire, con un valor de 1,18 kg/m<sup>3</sup>.
  - $C_{e-aire}$  es el calor específico del aire, con un valor de 1.012 J/kg.°C.
  - $\Delta T$  es la diferencia de temperaturas entre el ambiente exterior e interior [°C].
- $Q_{sai}$  es la carga originada por aportaciones internas [W], se calcula mediante la ecuación 3.16.

$$Q_{sai} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{se} \quad (3.16)$$

Donde:

- $Q_{sil}$  es la ganancia interna de calor sensible por iluminación [W], y está dada por la ecuación 3.17.

$$Q_{sil} = Q_{sil-incandescente} + Q_{sil-descarga} + Q_{sil-led} \quad (3.17)$$

Además, todas las luminarias de esta guía de diseño son consideradas con tecnología LED, dada por la ecuación 3.18.

$$Q_{sil} = Q_{sil-led} = 0,05 * n * Potencia \quad (3.18)$$

siendo n la cantidad de lámparas.

- $Q_{sp}$  es la ganancia interna de calor sensible debido a los ocupantes [W], y está dado por la ecuación 3.19, siendo n la cantidad de personas que ocupen el lugar y el calor sensible en referencia a la figura 3.8 será de 55 W.

$$Q_{sp} = n * C_{sensible-persona} \quad (3.19)$$

Actividad	Sensible W	Latente W
Persona sentada trabajo intelectual	58	44
De pie, paseando (tiendas)	58	70
Comiendo	64	93
Baile moderado	70	174
Marcha rápida	87	204

**Figura 3.8. Calor sensible y latente de las personas [96]**

- $Q_{se}$  es la ganancia interna de calor sensible por aparatos diversos [W].

### Cálculo de cargas térmicas latentes

La carga latente solo tendrá en cuenta dos categorías: ventilación / infiltración de aire y la ocupación del local.

Para calcular las cargas latentes se usará la ecuación 3.20.

$$Q_l = Q_{li} + Q_{lp} \quad (3.20)$$

Donde:

- $Q_{li}$  es la carga latente transmitida por infiltraciones del aire exterior [W], se calcula mediante la ecuación 3.21.

$$Q_{li} = V * \rho * C_{l-agua} * \Delta W \quad (3.21)$$

Donde:

- V es el caudal de aire infiltrado y de ventilación [m<sup>3</sup>/s].
  - $\rho$  es la densidad del aire, con un valor de 1,18 kg/m<sup>3</sup>.
  - $C_{l-agua}$  es el calor específico del agua, con un valor de 2.257 kJ/kg.
  - $\Delta W$  es la diferencia de humedad absoluta entre el ambiente exterior e interior [°C].
- $Q_{lp}$  es la carga latente por ocupación del local [W], y está dado por la ecuación 3.22, siendo n la cantidad de personas que ocupen el lugar y el calor sensible en referencia a la figura 3.8 será de 160 W.

$$Q_{sp} = n * C_{latente-persona} \quad (3.22)$$

4. Calcular el flujo de ventilación en pies cúbicos por minuto (CFM), este flujo es la relación entre los recambios de aire y los volúmenes de áreas tal como lo indica la ASHRAE [97].

Para calcular el CFM se usará la ecuación 3.23.

$$CFM = CA * \frac{V}{60} \quad (3.23)$$

Donde:

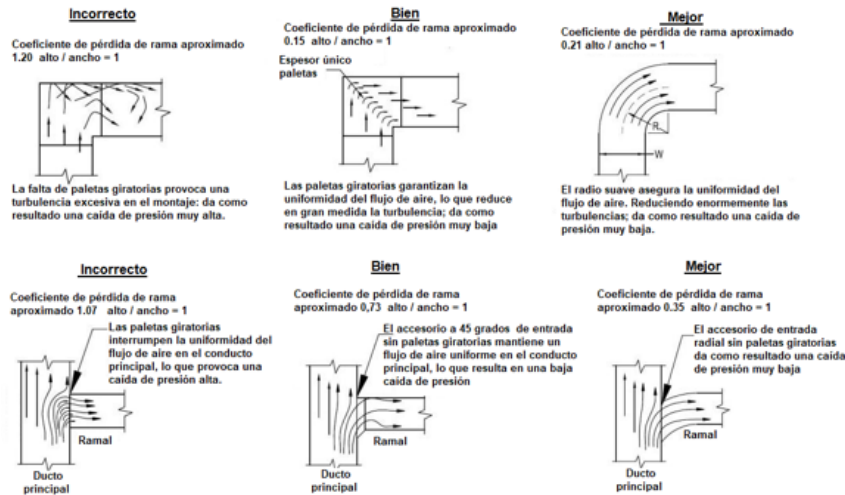
- CA es el número de cambios de aire por hora en la zona.
  - Volumen de la zona [ft<sup>3</sup>].
5. Calcular los ductos de suministro y de retorno. Se deberá dimensionar los medios de transmisión de todo el sistema de acondicionamiento de aire mediante ductos, rejillas, difusores y demás equipos que conforman este sistema, para ello se tomará en referencia los siguientes pasos según la normativa ANSI/ASHRAE 62.1-2004 [98]:
    - Tener la cantidad de aire necesario para cada área, ramal o zona.

- Proponer una ruta que facilite el montaje, instalación y mantenimiento de los ductos.
- Seleccionar el tamaño de cada ducto según la figura 3.9, en donde tendremos la cantidad de flujo de aire en [CFM] y los ductos de suministro y retorno de aire los mismos que se encuentran en pulgadas.

FLUJO DE AIRE (CFM)	DUCTO PRINCIPAL DE ALIMENTACION O RETORNO				
	Sección circular		Sección rectangular		
200	8"	ó	6" x 8"		
300	9"	ó	8" x 8"		
400	10"	ó	10" x 8"		
500	11"	ó	14" x 8"	10" x 10"	
600	12"	ó	16" x 8"	12" x 10"	
700	13"	ó	18" x 8"	14" x 10"	12" x 12"
800	14"	ó	22" x 8"	16" x 10"	14" x 12"
1000	16"	ó	28" x 8"	20" x 10"	16" x 12"
1200	17"	ó	32" x 8"	24" x 10"	20" x 12"
1400	18"	ó		28" x 10"	24" x 12"
1600	20"	ó		32" x 10"	28" x 12"
1800	21"	ó			30" x 12"
2000	22"	ó			34" x 12"

**Figura 3.9. Ductos en pulgadas por CFM [98]**

- Seleccionar los difusores según la sección circular correspondiente a los [CFM] del diseño.
- Seleccionar las rejillas según la sección correspondiente a los [CFM] del diseño.
- Los ductos a menos que se pueda hacer una reducción de dos pulgadas, se debe mantener el tamaño original del conducto.
- La pendiente de transición será de 8 grados hasta un máximo de 14 grados.
- Cuando se aumenta el área del conducto, la pendiente no debe exceder los 8 grados.
- Usar codos radiales en lugar de codos cuadrados siempre que el espacio lo permita. Cuando no se pueda encajar un codo de radio completo, se debe utilizar un codo de radio parcial o un codo cuadrado con uno o más divisores como se muestra en la figura 3.10.
- Las paletas giratorias solo deben usarse en sistemas de baja velocidad donde los codos de radio no encajen como se observa en la figura 3.10



**Figura 3.10. Codos para ductos de climatización [98]**

### Caso de estudio del sistema de climatización

Para poder presentar en el caso del Hospital General Babahoyo una unidad de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC) se deben tener en cuenta los parámetros meteorológicos como requerimientos iniciales de donde se quiere realizar la guía de diseño, esto se hace debido a que la temperatura, humedad, punto de rocío no es el mismo en cada lugar por lo tanto se realizará el análisis en la ciudad de Babahoyo esto mediante datos meteorológicos dados por la NASA [99], con Latitud: -180.469 y Longitud: -7.952.119, tal y como se muestra en la tabla 3.35.

**Tabla 3.35 Parámetro meteorológicos del cantón Babahoyo, [99]**

Parámetro	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio	Valor Máximo	Valor Mínimo
Humedad específica a 2 metros [g/kg]	2.018	13,61	16,32	16,07	15,12	14,76	12,55	12,17	11,82	11,87	11,79	13,01	13,74	13,57	16,32	11,79
Humedad específica a 2 metros [g/kg]	2.019	15,66	16,88	17,20	16,60	15,96	14,51	12,75	11,58	11,44	12,22	13,08	13,53	14,28	17,20	11,44
Humedad Relativa a 2 metros [%]	2.018	63,77	81,97	81,29	73,65	70,14	57,99	54,98	52,55	52,36	55,85	59,04	62,51	63,84	81,97	52,36
Humedad Relativa a 2 metros [%]	2.019	73,32	80,92	84,64	80,77	75,99	66,99	57,86	51,02	51,24	55,84	59,59	60,99	66,60	84,64	51,02
Presión superficial [kPa]	2.018	96,60	96,66	96,57	96,70	96,69	96,68	96,64	96,65	96,57	96,72	96,63	96,62	96,64	96,72	96,57
Presión superficial [kPa]	2.019	96,63	96,61	96,62	96,66	96,64	96,61	96,64	96,64	96,70	96,65	96,58	96,57	96,63	96,70	96,57
Rango de temperatura a 2 metros [°C]	2.018	11,44	7,89	8,19	10,36	11,25	14,16	14,94	15,89	15,73	13,75	12,57	12,52	12,39	15,89	7,89
Rango de temperatura a 2 metros [°C]	2.019	10,24	7,96	7,00	8,45	9,98	12,54	14,30	16,31	15,49	13,56	12,58	12,16	11,71	16,31	7,00
Temperatura de la superficie de la tierra [°C]	2.018	27,28	25,22	24,87	25,89	26,62	27,62	28,26	28,77	29,19	28,04	28,60	28,17	27,38	29,19	24,87

Temperatura de la superficie de la tierra [°C]	2.019	26,94	25,93	25,11	25,55	26,15	27,13	27,95	28,84	28,81	28,51	28,39	28,40	27,31	28,84	25,11
Punto de rocío a 2 metros [°C]	2.018	18,33	21,18	20,93	20,01	19,64	17,08	16,59	16,11	16,16	16,10	17,66	18,44	18,19	21,18	16,10
Punto de rocío a 2 metros [°C]	2.019	20,58	21,74	22,01	21,48	20,86	19,37	17,32	15,78	15,58	16,65	17,72	18,24	18,94	22,01	15,58
Temperatura de bulbo húmedo a 2 metros [°C]	2.018	18,15	21,08	20,81	19,82	19,45	16,90	16,43	15,95	16,00	15,96	17,50	18,26	18,03	21,08	15,95
Temperatura de bulbo húmedo a 2 metros [°C]	2.019	20,40	21,61	21,90	21,34	20,67	19,12	17,09	15,63	15,45	16,51	17,56	18,08	18,78	21,90	15,45
Temperatura Máxima a 2 metros [°C]	2.018	32,34	29,23	29,15	31,01	32,05	34,08	34,91	35,74	35,82	33,71	33,69	33,54	32,94	35,82	29,15
Temperatura Máxima a 2 metros [°C]	2.019	31,82	30,04	28,93	29,92	31,21	33,23	34,43	36,11	35,47	34,07	33,57	33,49	32,69	36,11	28,93
Temperatura Mínima a 2 metros [C]	2.018	20,89	21,34	20,96	20,65	20,79	19,92	19,97	19,85	20,09	19,95	21,13	21,02	20,55	21,34	19,85
Temperatura Mínima a 2 metros [°C]	2.019	21,58	22,08	21,92	21,47	21,23	20,69	20,13	19,79	19,98	20,51	20,98	21,33	20,97	22,08	19,79
Temperatura a 2 metros [C]	2.018	25,61	24,46	24,32	25,01	25,41	25,87	26,26	26,55	26,66	25,49	26,18	26,12	25,66	26,66	24,32
Temperatura a 2 metros [C]	2.019	25,66	25,22	24,76	24,98	25,32	25,88	26,19	26,70	26,44	26,10	26,11	26,32	25,81	26,70	24,76

En el diseño de sistemas HVAC se necesitan parámetros arquitectónicos (ver plano 4.6), como las áreas de cada lugar de la unidad de cuidados intensivos e intermedios, se muestran en la tabla 3.36.

**Tabla 3.36 Dimensionamiento por áreas, elaboración propia**

Zonas		Pared Norte			Pared Sur			Pared Este			Pared Oeste			Piso Y Cielo raso			Volumen	
	Cantidad	Altura [m]	Base [m]	Área [m <sup>2</sup> ]	Altura [m]	Base [m]	Área [m <sup>2</sup> ]	Altura [m]	Base [m]	Área [m <sup>2</sup> ]	Altura [m]	Base [m]	Área [m <sup>2</sup> ]	Ancho[m]	Largo [m]	Área [m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[ft <sup>3</sup> ]
Habitación UCIM	17	3,00	3,00	9,00	3,00	3,00	9,00	3,00	3,50	10,50	3,00	3,50	10,50	3,00	3,50	10,50	31,50	1.112,27
Pasillo de UCIM 1	1	3,00	12,00	36,00	3,00	12,00	36,00	3,00	0,00	0,00	3,00	2,40	7,20	2,40	12,00	28,80	86,40	3.050,78
Pasillo de UCIM 2	1	3,00	15,00	45,00	3,00	15,00	45,00	3,00	0,00	0,00	3,00	4,65	13,95	4,65	15,00	69,75	209,25	7.388,62
Estación de enfermería UCIM	1	3,00	9,00	27,00	3,00	6,00	18,00	3,00	10,70	32,10	3,00	3,65	10,95	3,65	9,30	33,95	101,84	3.595,79



SS.HH. Mujeres UCIM	1	3,00	2,85	8,55	3,00	2,85	8,55	3,00	3,35	10,05	3,00	3,35	10,05	3,35	2,85	9,55	28,64	1.011,37
SS.HH. Hombres UCIM	1	3,00	2,85	8,55	3,00	2,85	8,55	3,00	3,35	10,05	3,00	3,35	10,05	3,35	2,85	9,55	28,64	1.011,37
Vertederos lavachatas UCIM	1	3,00	2,00	6,00	3,00	2,00	6,00	3,00	2,40	7,20	3,00	2,40	7,20	2,40	2,00	4,80	14,40	508,46
Habitación de guardia UCIM	1	3,00	3,00	9,00	3,00	3,00	9,00	3,00	3,35	10,05	3,00	3,35	10,05	3,00	3,35	10,05	30,15	1.064,60
Triaje Completo	1	3,00	22,50	67,50	3,00	22,50	67,50	3,00	10,00	30,00	3,00	10,00	30,00	10,00	22,50	225,00	675,00	23.834,25
Pasillo principal UCI - UCIM	1	3,00	0,00	0,00	3,00	1,40	4,20	3,00	16,95	50,85	3,00	14,60	43,80	16,95	2,40	40,68	122,04	4.309,23
Pasillo servicios varios UCI	1	3,00	1,40	4,20	3,00	2,40	7,20	3,00	9,20	27,60	3,00	7,85	23,55	2,40	9,20	22,08	66,24	2.338,93

Habitación UCI	11	3,00	3,60	10,80	3,00	3,60	10,80	3,00	4,35	13,05	3,00	4,35	13,05	3,60	4,35	15,66	46,98	1.658,86
Pre cámara UCI	11	3,00	3,60	10,80	3,00	3,60	10,80	3,00	1,20	3,60	3,00	1,20	3,60	3,60	1,20	4,32	12,96	457,62
Estación de enfermería UCI	1	3,00	6,00	18,00	3,00	3,65	10,95	3,00	22,35	67,05	3,00	22,35	67,05	6,00	22,35	134,10	402,30	14.205,21
Habitación de guardia UCI	1	3,00	3,60	10,80	3,00	3,60	10,80	3,00	3,45	10,35	3,00	3,45	10,35	3,45	3,36	11,59	34,78	1.227,94
Cuarto de Mantenimiento	1	3,00	3,60	10,80	3,00	3,60	10,80	3,00	2,10	6,30	3,00	2,10	6,30	2,10	3,60	7,56	22,68	800,83
SS.HH. Hombres UCI	1	3,00	2,40	7,20	3,00	2,40	7,20	3,00	1,35	4,05	3,00	1,35	4,05	1,35	2,40	3,24	9,72	343,21
SS.HH. Mujeres UCI	1	3,00	1,40	4,20	3,00	1,40	4,20	3,00	2,50	7,50	3,00	2,50	7,50	1,40	2,50	3,50	10,50	370,76

Vertederos lavachatas UCI	1	3,00	1,40	4,20	3,00	1,40	4,20	3,00	2,30	6,90	3,00	2,30	6,90	1,40	2,30	3,22	9,66	341,09
Material sucio	1	3,00	1,40	4,20	3,00	1,40	4,20	3,00	1,25	3,75	3,00	1,25	3,75	1,40	1,25	1,75	5,25	185,38
Material limpio	1	3,00	1,40	4,20	3,00	1,40	4,20	3,00	1,35	4,05	3,00	1,35	4,05	1,40	1,35	1,89	5,67	200,21

Se procederá a calcular la carga térmica sensible, donde primero se muestra el cálculo de la carga originada por la transmisión a través de cerramientos traslúcidos como se observa en la tabla 3.37, mediante la ecuación 3.12.

**Tabla 3.37 Cálculo de la carga originada a través de cerramientos traslúcidos, elaboración propia**

Zona	S [m <sup>2</sup> ]	R [W/m <sup>2</sup> ]	F	Q <sub>sr</sub> [W]
Triaje Completo	225,00	3,95	0,60	532,80

La carga originada por la transmisión a través de paredes y techos exteriores se obtiene mediante la ecuación 3.13 y se muestra en la tabla 3.38.

**Tabla 3.38 Cálculo de la carga originada a través de paredes y techos exteriores, elaboración propia**

Zonas	K [W/m <sup>2</sup> .°C]	No. Paredes	S[m <sup>2</sup> ]	T <sub>ec</sub> [°C]	T <sub>i</sub> [°C]	Q <sub>str</sub> [W]
Habitación UCIM	1,05	6	9,00	36,11	21,00	858,88
Pasillo de UCIM 1		0	0,00			0,00
Pasillo de UCIM 2		0	0,00			0,00
Estación de enfermería UCIM		1	59,10			940,00
SS.HH. Mujeres UCIM		1	10,05			159,85
SS.HH. Hombres UCIM		1	18,60			295,84
Vertederos lavachatas UCIM		1	7,20			114,52
Habitación de guardia UCIM		1	19,05			303,00
Triaje Completo		1	30,00			477,16
Pasillo principal UCI - UCIM		1	50,85			808,78
Pasillo servicios varios UCI		0	0,00			0,00
Habitación UCI		5	10,80			858,88
Pre cámara UCI		1	3,60			57,26
Estación de enfermería UCI		1	67,05			1066,45
Habitación de guardia UCI		1	10,80			171,78
Cuarto de Mantenimiento		0	0,00			0,00
SS.HH. Hombres UCI		1	11,25			178,93
SS.HH. Mujeres UCI		1	7,50			119,29
Vertederos lavachatas UCI		1	6,90			109,75
Material sucio		1	3,75			59,64
Material limpio	1	4,05	64,42			

La carga originada por la transmisión a través de paredes, techos, suelos y puertas interiores se obtiene mediante la ecuación 3.14 y se muestra en la tabla 3.39.

**Tabla 3.39 Cálculo de la carga originada por la transmisión de paredes, techos, suelos y puertas interiores, elaboración propia**

Zonas	K [W/m <sup>2</sup> .°C]	No. Paredes	S[m <sup>2</sup> ]	T <sub>e</sub> [°C]	T <sub>i</sub> [°C]	Q <sub>st</sub> [W]
Habitación UCIM	1,05	1	39,00	21,00	21,00	0,00
Pasillo de UCIM 1			79,20			
Pasillo de UCIM 2			103,95			
Estación de enfermería UCIM			88,05			
SS.HH. Mujeres UCIM			37,20			
SS.HH. Hombres UCIM			37,20			
Vertederos lavachatas UCIM			26,40			
Habitación de guardia UCIM			38,10			
Triaje Completo			195,00			
Pasillo principal UCI - UCIM			98,85			
Pasillo servicios varios UCI			62,55			
Habitación UCI			47,70			
Pre cámara UCI			28,80			
Estación de enfermería UCI			163,05			
Habitación de guardia UCI			42,30			
Cuarto de Mantenimiento			34,20			
SS.HH. Hombres UCI			22,50			
SS.HH. Mujeres UCI			23,40			
Vertederos lavachatas UCI			22,20			
Material sucio			15,90			
Material limpio	16,50					

La carga originada por la infiltración y ventilación de aire exterior se obtiene mediante la ecuación 3.15 y se muestra en la tabla 3.40.

**Tabla 3.40 Cálculo de la carga originada por la infiltración y ventilación de aire exterior, elaboración propia**

Zonas	V [m <sup>3</sup> /s]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C <sub>e</sub> -aire	$\Delta T$ [°C]	Q <sub>si</sub> [W]
Habitación UCIM	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00
Pasillo de UCIM 1					
Pasillo de UCIM 2					
Estación de enfermería UCIM					
SS.HH. Mujeres UCIM					
SS.HH. Hombres UCIM					
Vertederos lavachatas UCIM					
Habitación de guardia UCIM					
Triaje Completo					
Pasillo principal UCI - UCIM					
Pasillo servicios varios UCI					
Habitación UCI					
Pre cámara UCI					

Estación de enfermería UCI					
Habitación de guardia UCI					
Cuarto de Mantenimiento					
SS.HH. Hombres UCI					
SS.HH. Mujeres UCI					
Vertederos lavachatas UCI					
Material sucio					
Material limpio					

La carga originada por aportaciones internas se obtiene mediante la ecuación 3.16, además se calculan las ganancias internas de calor sensible por iluminación, la ganancia interna de calor sensible debido a los ocupantes mediante las ecuaciones 3.18 y 3.19 respectivamente. Luego se obtiene la ganancia interna de calor sensible por aparatos diversos que se muestran en la tabla 3.41. Mientras que la carga originada por aportaciones internas se muestra en la tabla 3.42. Finalmente, en la tabla 3.43 se muestra la conversión de la potencia de las cargas en BTU.

**Tabla 3.41 Consumo de equipos eléctricos, elaboración propia**

Zonas	Nº de Zonas	Televisor [W]	Computador [W]	Monitor multi parámetro [W]	Bomba de infusión [W]	Ventilador mecánico [W]	Ecógrafo [W]	Desfibrilador [W]	Electro cardiógrafo [W]	Total
Habitación UCIM	17	0,00	0,00	165,00	220,00	297,00	165,00	0,00	0,00	847,00
Pasillo de UCIM 1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pasillo de UCIM 2	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estación de enfermería UCIM	1	100,00	1.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	198,00	60,50	1.758,50
SS.HH. Mujeres UCIM	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SS.HH. Hombres UCIM	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vertederos lavachatas UCIM	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Habitación de guardia UCIM	1	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Triaje Completo	1	500,00	1.400,00	165,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.065,00
Pasillo principal UCI - UCIM	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pasillo servicios varios UCI	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Habitación UCI	11	0,00	0,00	165,00	176,00	297,00	165,00	0,00	0,00	803,00
Precámara UCI	11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estación de enfermería UCI	1	100,00	1.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	198,00	65,50	1.763,50
Habitación de guardia UCI	1	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Cuarto de Mantenimiento	1	0,00	350,00	0,00	0,00	297,00	0,00	0,00	0,00	647,00
SS.HH. Hombres UCI	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SS.HH. Mujeres UCI	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vertederos lavachatas UCI	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Material sucio	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Material limpio	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabla 3.42 Cálculo de la carga originada por aportaciones internas, elaboración propia**

Zonas	Nº de Zonas	Nº de Lámparas	Potencia de la lámpara LED [W]	Q <sub>sil</sub> [W]	Nº de Personas	Calor Sensible	Q <sub>sp</sub> [W]	Consumo promedio	Q <sub>se</sub> [W]	Q <sub>sai</sub> [W]
Habitación UCIM	17	34	24,50	1.4161,00	2	55	1.870,00	847,00	14.399,00	30.430,00
Pasillo de UCIM 1	1	4	28,50	114,00	3	55	165,00	0,00	0,00	279,00
Pasillo de UCIM 2	1	4	28,50	114,00	3	55	165,00	0,00	0,00	279,00
Estación de enfermería UCIM	1	6	28,50	171,00	6	55	330,00	1.758,50	1.758,50	2.259,50
SS.HH. Mujeres UCIM	1	1	22,50	22,50	1	55	55,00	0,00	0,00	77,50
SS.HH. Hombres UCIM	1	1	22,50	22,50	1	55	55,00	0,00	0,00	77,50
Vertederos lavachatas UCIM	1	1	22,50	22,50	1	55	55,00	0,00	0,00	77,50
Habitación de guardia UCIM	1	1	24,50	24,50	2	55	110,00	100,00	100,00	234,50
Triaje Completo	1	16	24,50	392,00	100	55	5.500,00	665,00	665,00	6.557,00
Pasillo principal UCI - UCIM	1	3	34,00	102,00	2	55	110,00	0,00	0,00	212,00
Pasillo servicios varios UCI	1	3	37,00	111,00	2	55	110,00	0,00	0,00	221,00
Habitación UCI	11	22	24,50	5.929,00	2	55	1.210,00	803,00	8.833,00	15.972,00
Precámara UCI	11	11	24,50	2.964,50	1	55	605,00	0,00	0,00	3.569,50
Estación de enfermería UCI	1	10	28,50	285,00	6	55	330,00	1.763,50	1.763,50	2.378,50
Habitación de guardia UCI	1	1	24,50	24,50	2	55	110,00	100,00	100,00	234,50
Cuarto de Mantenimiento	1	1	28,50	28,50	2	55	110,00	647,00	647,00	785,50
SS.HH. Hombres UCI	1	1	22,50	22,50	1	55	55,00	0,00	0,00	77,50
SS.HH. Mujeres UCI	1	1	22,50	22,50	1	55	55,00	0,00	0,00	77,50
Vertederos lavachatas UCI	1	1	22,50	22,50	1	55	55,00	0,00	0,00	77,50
Material sucio	1	1	22,50	22,50	1	55	55,00	0,00	0,00	77,50
Material limpio	1	1	22,50	22,50	1	55	55,00	0,00	0,00	77,50



**Tabla 3.43 Cálculo de la carga sensible en BTU, elaboración propia**

Zonas	Qs [W]	Qs [BTU]
Habitación UCIM	31.288,88	106.695,10
Pasillo de UCIM 1	279,00	951,39
Pasillo de UCIM 2	279,00	951,39
Estación de enfermería UCIM	3.199,50	10.910,30
SS.HH. Mujeres UCIM	237,35	809,36
SS.HH. Hombres UCIM	373,34	1.273,08
Vertederos lavachatas UCIM	192,02	654,78
Habitación de guardia UCIM	537,50	1.832,86
Triaje Completo	7.566,96	25.803,33
Pasillo principal UCI - UCIM	1.020,78	3.480,87
Pasillo servicios varios UCI	221,00	753,61
Habitación UCI	16.830,88	57.393,32
Pre cámara UCI	3.626,76	12.367,25
Estación de enfermería UCI	3.444,95	11.747,27
Habitación de guardia UCI	406,28	1.385,40
Cuarto de Mantenimiento	785,50	2.678,56
SS.HH. Hombres UCI	256,43	874,44
SS.HH. Mujeres UCI	196,79	671,05
Vertederos lavachatas UCI	187,25	638,51
Material sucio	137,14	467,66
Material limpio	141,92	483,93

La carga latente se la obtiene mediante la ecuación 3.20, además las cargas latentes transmitidas por infiltraciones del aire exterior y por ocupación del local son obtenidas mediante las ecuaciones 3.21 y 3.22 respectivamente, observar la tabla 3.44.

**Tabla 3.44 Cálculo de la carga latente en BTU, elaboración propia**

Zonas	No de Zonas	V [m <sup>3</sup> /s]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C <sub>l-agua</sub>	$\Delta W$	Q <sub>li</sub> [W]	No de Personas	Calor Latente	Q <sub>lp</sub> [W]	Q <sub>l</sub> [W]	Q <sub>l</sub> [BTU]
Habitación UCIM	17	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	2	160	320,00	320,00	1.091,20
Pasillo de UCIM 1	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	3	160	480,00	480,00	1.636,80
Pasillo de UCIM 2	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	3	160	480,00	480,00	1.636,80
Estación de enfermería UCIM	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	6	160	960,00	960,00	3.273,60
SS.HH. Mujeres UCIM	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	1	160	160,00	160,00	545,60
SS.HH. Hombres UCIM	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	1	160	160,00	160,00	545,60
Vertederos lavachatas UCIM	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	1	160	160,00	160,00	545,60
Habitación de guardia UCIM	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	2	160	320,00	320,00	1091,20
Triage Completo	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	100	160	16.000,00	16.000,00	54.560,00
Pasillo principal UCI - UCIM	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	2	160	320,00	320,00	1.091,20
Pasillo servicios varios UCI	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	2	160	320,00	320,00	1.091,20
Habitación UCI	11	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	2	160	320,00	320,00	1.091,20
Precámara UCI	11	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	1	160	160,00	160,00	545,60
Estación de enfermería UCI	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	6	160	960,00	960,00	3.273,60
Habitación de guardia UCI	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	2	160	320,00	320,00	1.091,20
Cuarto de Mantenimiento	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	2	160	320,00	320,00	1.091,20
SS.HH. Hombres UCI	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	1	160	160,00	160,00	545,60
SS.HH. Mujeres UCI	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	1	160	160,00	160,00	545,60
Vertederos lavachatas UCI	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	1	160	160,00	160,00	545,60
Material sucio	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	1	160	160,00	160,00	545,60
Material limpio	1	0,00	1,18	1.012,00	15,11	0,00	1	160	160,00	160,00	545,60

Una vez calculadas las cargas térmicas, se calcula mediante la ecuación 3.23 el flujo de ventilación en pies cúbicos por minuto, observar la tabla 3.45.

**Tabla 3.45 Cálculo de flujo de ventilación, elaboración propia**

Zonas	CA	V [ft <sup>3</sup> ]	CFM [ft <sup>3</sup> /min]
Habitación UCIM	6	1.112,27	111,23
Pasillo de UCIM 1	1	3.050,78	50,85
Pasillo de UCIM 2	1	7.388,62	123,14
Estación de enfermería UCIM	2	3.595,79	119,86
SS.HH. Mujeres UCIM	10	1.011,37	168,56
SS.HH. Hombres UCIM	10	1.011,37	168,56
Vertederos lavachatas UCIM	10	508,46	84,74
Habitación de guardia UCIM	2	1.064,60	35,49
Triaje Completo	12	23.834,25	1.588,95
Pasillo principal UCI - UCIM	2	4.309,23	143,64
Pasillo servicios varios UCI	2	2.338,93	77,96
Habitación UCI	6	1.658,86	165,89
Pre cámara UCI	6	457,62	45,76
Estación de enfermería UCI	2	14.205,21	473,51
Habitación de guardia UCI	2	1.227,94	40,93
Cuarto de Mantenimiento	4	800,83	53,39
SS.HH. Hombres UCI	10	343,21	57,20
SS.HH. Mujeres UCI	10	370,76	61,79
Vertederos lavachatas UCI	10	341,09	56,85
Material sucio	4	185,38	12,36
Material limpio	4	200,21	13,35

Para el dimensionamiento del caso de estudio para las habitaciones de UCIM se tienen los datos que muestra la tabla 3.46, misma que muestra un total de 2.642,05 [CFM] de flujo donde por normativa se puede dimensionar los ductos hasta 2.000,00 [CFM], debido a esto se tuvo que seccionar la UCIM en 2 partes y con esto se cumpliría la división de flujos de air entre los pacientes y el personal sanitario.

**Tabla 3.46 Carga total en CFM de UCIM, elaboración propia**

Secciones	Zonas	Cantidad	Qs [W]	Qi [W]	Carga total [W]	BTU	Toneladas = BTU / 12000	CFM por área	Total
1 <sup>ra</sup>	Habitación UCIM	17	34.455,34	320,00	34.775,34	118.583,92	9,88	111,23	1.890,85
	Total						118.583,92	9,88	111,23
2 <sup>da</sup>	Pasillo de UCIM 1	1	170,70	480,00	650,70	2.218,89	0,18	50,85	50,85
	Pasillo de UCIM 2	1	170,70	480,00	650,70	2.218,89	0,18	123,14	123,14
	Estación de enfermería UCIM	1	3.037,05	960,00	3.997,05	13.629,94	1,14	119,86	119,86
	SS.HH. Mujeres UCIM	1	215,97	160,00	375,97	1.282,07	0,11	168,56	168,56
	SS.HH. Hombres UCIM	1	351,96	160,00	511,96	1.745,79	0,15	168,56	168,56
	Lavachatas UCIM	1	170,64	160,00	330,64	1.127,49	0,09	84,74	84,74
	Habitación de guardia UCIM	1	514,22	320,00	834,22	2.844,69	0,24	35,49	35,49
Total						25.067,76	2,09	751,20	751,20

Para la 1<sup>ra</sup> sección por habitación se va a distribuir los ductos de suministro en 3 ramales, observar la tabla 3.47:

- Ramal 1 con sección principal de 14"x10" pulgadas a 667,36 CFM.
- Ramal 2 con sección principal de 10"x10" pulgadas a 444,91 CFM.
- Ramal 3 con sección principal de 16"x10" pulgadas a 778,59 CFM.

Mientras que para la 2<sup>da</sup> sección basta con un solo ramal, observar la tabla 3.47:

- Ramal 7 con sección principal de 22"x8" pulgadas a 751,20 CFM.

**Tabla 3.47 Ductos de suministro para UCIM, elaboración propia**

Secciones	Ramales	Zonas	Diámetro de difusores	CFM	Restante CFM	Diámetro de ramales
1 <sup>ra</sup>	1	Total			667,36	14"x10"
		Habitación UCIM 6	8"	111,23	556,13	12"x10"
		Habitación UCIM 5	8"	111,23	444,91	10"x10"
		Habitación UCIM 4	8"	111,23	333,68	10"x8"

2da		Habitación UCIM 3	8"	111,23	222,45	8"x8"	
		Habitación UCIM 2	8"	111,23	111,23	6"x8"	
		Habitación UCIM 1	8"	111,23	0,00	6"x8"	
	2	Total				444,91	10"x10"
		Habitación UCIM 10	8"	111,23	333,68	10"x8"	
		Habitación UCIM 9	8"	111,23	222,45	8"x8"	
		Habitación UCIM 8	8"	111,23	111,23	6"x8"	
		Habitación UCIM 7	8"	111,23	0,00	6"x8"	
	3	Total				778,59	16"x10"
		Habitación UCIM 17	8"	111,23	667,36	14"x10"	
		Habitación UCIM 16	8"	111,23	556,13	12"x10"	
		Habitación UCIM 15	8"	111,23	444,91	10"x10"	
		Habitación UCIM 14	8"	111,23	333,68	10"x8"	
		Habitación UCIM 13	8"	111,23	222,45	8"x8"	
		Habitación UCIM 12	8"	111,23	111,23	6"x8"	
	7	Total				751,20	22"x8"
		Pasillo de UCIM 2	6"	123,14	628,06	18"x8"	
		SS.HH. Hombres UCIM	6"	168,56	459,50	14"x8"	
Lavachatas UCIM		6"	84,74	374,75	10"x8"		
SS.HH. Mujeres UCIM		6"	168,56	206,19	8"x8"		
Pasillo de UCIM 1		6"	50,85	155,34	6"x8"		
Estación de enfermería UCIM		6"	119,86	35,48	6"x8"		
Habitación de guardia UCIM		6"	35,49	0,00	6"x8"		

Por tal razón se debe dimensionar también los ductos de retorno que por normativa se debe tener al menos 220 CFM y contar con la adaptación de un filtro HEPA para cada una de las dos secciones de UCIM.

Para la 1<sup>ra</sup> sección se va a distribuir los ductos de retorno en 3 ramales, observar la tabla 3.48:

- Ramal 4 con sección principal de 28"x10" pulgadas a 1.320,00 CFM.
- Ramal 5 con sección principal de 16"x10" pulgadas a 880,00 CFM.
- Ramal 6 con sección principal de 32"x10" pulgadas a 1.540,00 CFM.

Para la 2<sup>da</sup> sección solo 1 ramal para el ducto de retorno, observar la tabla 3.48:

- Ramal 8 con sección principal de 14"x12" pulgadas a 751,20 CFM.

**Tabla 3.48 Ductos de retorno para UCIM, elaboración propia**

Secciones	Ramales	Zonas	Diámetro de difusores	CFM	Restante CFM	Diámetro de ramales
1 <sup>ra</sup>	4	Total			1.320,00	28"x10"
		Habitación UCIM 6	8"x8"	220,00	1.100,00	24"x10"
		Habitación UCIM 5	8"x8"	220,00	880,00	20"x10"
		Habitación UCIM 4	8"x8"	220,00	660,00	14"x10"
		Habitación UCIM 3	8"x8"	220,00	440,00	12"x10"
		Habitación UCIM 2	8"x8"	220,00	220,00	8"x8"
		Habitación UCIM 1	8"x8"	220,00	0,00	8"x8"
	5	Total			880,00	16"x10"
		Habitación UCIM 10	8"x8"	220,00	660,00	12"x10"
		Habitación UCIM 9	8"x8"	220,00	440,00	10"x10"
		Habitación UCIM 8	8"x8"	220,00	220,00	8"x8"
		Habitación UCIM 7	8"x8"	220,00	0,00	8"x8"
	6	Total			1.540,00	32"x10"
		Habitación UCIM 17	8"x8"	220,00	1.320,00	28"x10"
		Habitación UCIM 16	8"x8"	220,00	1.100,00	24"x10"
		Habitación UCIM 15	8"x8"	220,00	880,00	20"x10"
		Habitación UCIM 14	8"x8"	220,00	660,00	14"x10"
		Habitación UCIM 13	8"x8"	220,00	440,00	12"x10"
		Habitación UCIM 12	8"x8"	220,00	220,00	8"x8"
	8	Total			751,20	14"x12"
		Pasillo de UCIM 2	6"x6"	123,14	628,06	14"x12"
SS.HH. Hombres UCIM		6"x6"	168,56	459,50	14"x12"	
Lavachatas UCIM		6"x6"	84,74	374,75	14"x12"	
SS.HH. Mujeres UCIM		6"x6"	168,56	206,19	14"x12"	

En la zona de triaje se tiene una carga total de 1.588,95 CFM, se cumple con la normativa, observar la tabla 3.49.

**Tabla 3.49 Carga total en CFM de Triaje, elaboración propia**

Zona	Cantidad	Qs [W]	Qi [W]	Carga total [W]	BTU	Toneladas = BTU / 12000	CFM por área	Total
Triaje completo	1	0,00	16.000,00	16.000,00	54.560,00	4,55	1.588,95	1.588,95
Total					54.560,00	4,55	1.588,95	1.588,95

El ducto de suministro será por medio de 1 solo ramal, Observar la tabla 3.50:

- Ramal 9 con sección principal de 30"x12" pulgadas a 1.588,95 CFM.

El ducto de retorno también será con 1 solo ramal, observar la tabla 3.50:

- Ramal 10 con sección principal de 30"x12" pulgadas a 1.588,95 CFM.

**Tabla 3.50 Ductos de suministro y retorno para  
Triage, elaboración propia**

	Ramales	Zonas	Diámetro de difusores	CFM	Restante CFM	Diámetro de ramales
Suministro	9	Total			1.588,95	30"x12"
		Difusor 1	9"	226,99	1.361,96	24"x12"
		Difusor 2	9"	226,99	1.134,96	20"x12"
		Difusor 3	9"	226,99	907,97	16"x12"
		Difusor 4	9"	226,99	680,98	14"x10"
		Difusor 5	9"	226,99	453,99	10"x10"
		Difusor 6	8"	226,99	226,99	8"x8"
		Difusor 7	8"	226,99	0,00	8"x8"
Retorno	10	Total			1.588,95	30"x12"
		Difusor 1	9"	317,79	1.271,16	24"x12"
		Difusor 2	9"	317,79	953,37	16"x12"
		Difusor 3	9"	317,79	635,58	12"x12"
		Difusor 4	9"	317,79	317,79	10"x8"
		Difusor 5	9"	317,79	0,00	10"x8"

En la zona de UCI se tienen los datos que muestra la tabla 3.51, misma que muestra un total de 3.319,11 [CFM], por no cumplir con la normativa se debe seccionar la UCI en 3 partes.

**Tabla 3.51 Carga total en CFM de UCI, elaboración propia**

Secciones	Zonas	Cantidad	Qs [W]	Qi [W]	Carga total [W]	BTU	Toneladas = BTU / 12000	CFM por área	Total
1 <sup>ra</sup>	Habitación UCI	11	24.940,48	320,00	25.260,48	86.138,24	7,18	165,89	1.824,75
	Total					86.138,24	7,18	165,89	1.824,75
2 <sup>da</sup>	Pre cámara UCI	11	810,48	160,00	970,48	3.309,35	0,28	45,76	503,38
	Total					3.309,35	0,28	45,76	503,38
3 <sup>ra</sup>	Pasillo principal UCI - UCIM	1	923,88	320,00	1243,88	4.241,64	0,35	143,64	143,64
	Pasillo de UCI	1	115,55	320,00	435,55	1.485,23	0,12	77,96	77,96

Estación de enfermería UCI	1	3174,20	960,00	4134,20	14.097,61	1,17	473,51	473,51
Habitación de guardia UCI	1	383,00	320,00	703,00	2.397,24	0,20	40,93	40,93
Cuarto de mantenimiento	1	758,43	320,00	1078,43	3.677,43	0,31	53,39	53,39
SS.HH. Hombres UCI	1	235,06	160,00	395,06	1.347,15	0,11	57,20	57,20
SS.HH. Mujeres UCI	1	175,41	160,00	335,41	1.143,76	0,10	61,79	61,79
Lavachatas UCI	1	165,87	160,00	325,87	1.111,22	0,09	56,85	56,85
Material sucio	1	115,77	160,00	275,77	940,37	0,08	12,36	12,36
Material limpio	1	120,54	160,00	280,54	956,65	0,08	13,35	13,35
Total					31.398,30	2,62	990,98	990,98

Para la 1<sup>ra</sup> sección se va a distribuir los ductos de suministro en 2 ramales, observar la tabla 3.52:

- Ramal 11 con sección principal de 20"x10" pulgadas a 995,32 CFM.
- Ramal 14 con sección principal de 20"x10" pulgadas a 829,43 CFM.

Para la 2<sup>da</sup> sección los ductos de suministro se distribuyen en 2 ramales, observar la tabla 3.52:

- Ramal 12 con sección principal de 8"x8" pulgadas a 274,57 CFM.
- Ramal 15 con sección principal de 8"x8" pulgadas a 228,81 CFM.

Para la 3<sup>ra</sup> sección los ductos de suministro se distribuyen en 1 ramal, observar la tabla 3.52:

- Ramal 17 con sección principal de 28"x8" pulgadas a 990,98 CFM.

**Tabla 3.52 Ductos de suministro para UCI, elaboración propia**

Secciones	Ramales	Zonas	Diámetro de difusores	CFM	Restante CFM	Diámetro de ramales
1 <sup>ra</sup>	11	Total			995,32	20"x10"
		Habitación UCI 1	8"	165,89	829,43	20"x10"
		Habitación UCI 2	8"	165,89	663,55	14"x10"
		Habitación UCI 3	8"	165,89	497,66	10"x10"



		Habitación UCI 4	8"	165,89	331,77	10"x8"	
		Habitación UCI 5	8"	165,89	165,89	6"x8"	
		Habitación UCI 6	8"	165,89	0,00	6"x8"	
	14	Total			829,43	20"x10"	
		Habitación UCI 7	8"	165,89	663,55	14"x10"	
		Habitación UCI 8	8"	165,89	497,66	10"x10"	
		Habitación UCI 9	8"	165,89	331,77	10"x8"	
		Habitación UCI 10	8"	165,89	165,89	6"x8"	
	2 <sup>da</sup>	12	Habitación UCI 11	8"	165,89	0,00	6"x8"
			Total			274,57	8"x8"
			Pre cámara UCI 1	8"	45,76	228,81	8"x8"
Pre cámara UCI 2			8"	45,76	183,05	6"x8"	
Pre cámara UCI 3			8"	45,76	137,29	6"x8"	
Pre cámara UCI 4			8"	45,76	91,52	6"x8"	
15		Pre cámara UCI 5	8"	45,76	45,76	6"x8"	
		Pre cámara UCI 6	8"	45,76	0,00	6"x8"	
		Total			228,81	8"x8"	
		Pre cámara UCI 7	8"	45,76	183,05	6"x8"	
		Pre cámara UCI 8	8"	45,76	137,29	6"x8"	
3 <sup>ra</sup>	17	Pre cámara UCI 9	8"	45,76	91,52	6"x8"	
		Pre cámara UCI 10	8"	45,76	45,76	6"x8"	
		Pre cámara UCI 11	8"	45,76	0,00	6"x8"	
		Total			995,32	20"x10"	
		Pasillo principal UCI - UCIM	8"	143,64	847,34	8"x8"	
		Estación de enfermería UCI	8"	473,51	373,83	14"x8"	
		Pasillo servicios varios UCI	8"	373,83	0,00	10"x8"	
		Habitación de guardia	8"	373,83	0,00	10"x8"	
		Cuarto de mantenimiento	8"	373,83	0,00	10"x8"	
		SS.HH. Hombres UCI	8"	373,83	0,00	10"x8"	
		SS.HH. Mujeres UCI	8"	373,83	0,00	10"x8"	
Lavachatas UCI	8"	373,83	0,00	10"x8"			
Material sucio	8"	373,83	0,00	10"x8"			
Material limpio	8"	373,83	0,00	10"x8"			

Por tal razón se debe dimensionar también los ductos de retorno y contar con la adaptación de un filtro HEPA para cada una de las tres secciones de UCI.

Para la 1<sup>ra</sup> sección se va a distribuir los ductos de retorno en 1 ramal, observar la tabla 3.53:

- Ramal 13 con sección principal de 28"x10" pulgadas a 1.320,00 CFM.

Para la 2<sup>da</sup> sección solo 1 ramal para el ducto de retorno, observar la tabla 3.53:

- Ramal 16 con sección principal de 24"x10" pulgadas a 1.100,00 CFM.

Para la 3<sup>ra</sup> sección solo 1 ramal para el ducto de retorno, observar la tabla 3.53:

- Ramal 18 con sección principal de 20"x10" pulgadas a 990,98 CFM.

**Tabla 3.53 Ductos de retorno para UCI, elaboración propia**

Secciones	Ramales	Zonas	Diámetro de difusores	CFM	Restante CFM	Diámetro de ramales
1 <sup>ra</sup>	13	Total			1.320,00	28"x10"
		Habitación UCI 1	8"x8"	220,00	1.100,00	24"x10"
		Habitación UCI 2	8"x8"	220,00	880,00	20"x10"
		Habitación UCI 3	8"x8"	220,00	660,00	14"x10"
		Habitación UCI 4	8"x8"	220,00	440,00	12"x10"
		Habitación UCI 5	8"x8"	220,00	220,00	8"x8"
		Habitación UCI 6	8"x8"	220,00	0,00	8"x8"
2 <sup>da</sup>	16	Total			1.100,00	24"x10"
		Habitación UCI 7	8"x8"	220,00	880,00	20"x10"
		Habitación UCI 8	8"x8"	220,00	660,00	14"x10"
		Habitación UCI 9	8"x8"	220,00	440,00	12"x10"
		Habitación UCI 10	8"x8"	220,00	220,00	8"x8"
		Habitación UCI 11	8"x8"	220,00	0,00	8"x8"
		3 <sup>ra</sup>	18	Total		
Estación de enfermería UCI	8"			118,99	0,00	8"x8"
SS.HH. Hombres UCI	8"			118,99	0,00	8"x8"
SS.HH. Mujeres UCI	8"			118,99	0,00	8"x8"
Lavachatas UCI	8"			118,99	0,00	8"x8"

Por esta razón luego de haber cumplido con las normativas mencionadas en la guía de diseño, se muestran los respectivos ramales en el plano 4.6.

### **3.6 Sistema de telecomunicaciones**

Para el sistema de telecomunicaciones se integrarán los siguientes elementos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación para el diseño de la unidad:

- Registros electrónicos de pacientes: sistemas de información del paciente.
- Formularios y solicitudes electrónicos (por ejemplo, guiones y solicitudes de investigación).
- Sistema de almacenamiento y distribución de imágenes (PACS).
- Teléfonos, incluidos teléfonos inalámbricos y móviles.
- Computadoras y computadoras de mano.
- Sistemas de alarma centralizado.
- Códigos de barras para suministros, radiografías y registros.
- Requisitos de red inalámbrica.
- Requisitos de videoconferencia.
- Salas de comunicaciones.
- Perifoneo y radio de emergencia.

#### **Guía de diseño del sistema de telecomunicaciones**

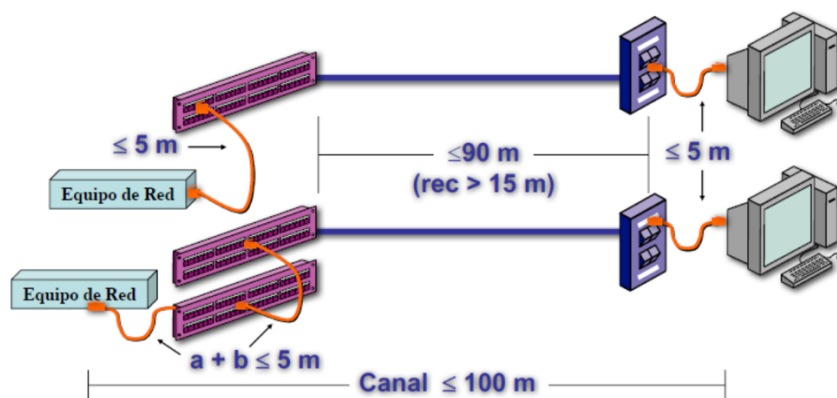
Para esta guía se debe definir el sistema de cableado estructurado es todo un conjunto de equipos de telecomunicaciones, conectores y los tipos de cables a usarse. También es una metodología que está basada en estándares de diseño e instalación de los sistemas que integran voz, datos y videos [100].

Por esta razón se debe plantear un buen cableado estructurado para las redes de telecomunicaciones aplicando normas establecidas por organismos como American National Standards Institute (ANSI), Telecommunications Industry Association (TIA), Electronic Industries Alliance (EIA) y la International Standards Organization (ISO) [101].

1. Seleccionar el tipo de cableado estructurado [102]:

- a. Horizontal.
- b. Vertical

Este dependerá de la edificación, para un edificio de más de una planta se aplicará un cableado mixto, de otra manera la edificación es de una sola planta el cableado será horizontal, como se muestra en la figura 3.11.



**Figura 3.11. Esquema típico horizontal de una red de datos [103]**

2. Configurar el tipo de topología de red que sea la más adecuada para el sistema [102]:

- a. Punto a punto.
- b. Bus.
- c. Estrella.
- d. Anillo.

Cada una de estas topologías de red ofrecen ventajas según parámetros como el ancho de banda a necesitar o la velocidad de transmisión de datos.

3. Definir el medio de transmisión de datos:

- a. Par trenzado de cobre.
- b. Fibra óptica.

4. Distribuir cada uno de los nodos.
5. Seleccionar la cantidad de accesorios para el cuarto de telecomunicaciones y sus respectivas categorías. A continuación, algunos de los accesorios requeridos en el cuarto de telecomunicaciones y en las salidas de los nodos definidos para el cableado estructurado:
  - Rack.
  - Patch panel.
  - Organizador vertical y horizontal.
  - Barra de cobre, puesta a tierra.
6. Seleccionar la cantidad de accesorios para los nodos:
  - Par trenzado.
  - Patch cord.
  - Jack.
  - Faceplate.
7. Seleccionar los parámetros mínimos que se requieren para un servidor que soporte el Sistema de Comunicación y Archivos de Imágenes (PACS) [104]:
  - La velocidad de procesamiento debe superar los 3 GHz.
  - La memoria RAM debe ser mayor a los 4 GB.
  - 1 TB de almacenamiento en el disco duro.
  - Contar con un UPS.
  - WINDOWS SERVER como sistema operativo.

## **Caso de estudio del sistema de telecomunicaciones**

Para el caso de estudio del Hospital General Babahoyo en el cableado estructurado se usará de tipo horizontal pues se está diseñando solo para una planta, así mismo se debe usar una topología física configurada en estrella. Como medio de transmisión de datos se tendrá par trenzado y la fibra óptica, debido a que para este diseño se vuelve un esquema típico horizontal es decir los canales no pasan los 100 metros de distancia.

En este sentido se propone un cableado por encima del cielo raso donde la canalización es abierta y lleva circulación de aire, se debe considerar los cables plenum debido que tiene alta seguridad contra incendios, además el material de este cable retardará el proceso de prenderse la llama y como las zonas de UCI y UCIM son de extremo cuidado por los pacientes, el material de este tipo de cable tampoco emitirá una gran cantidad de humo tóxico cuando se quemé [105].

En la tabla 3.54 se muestra la distribución de los 14 nodos en las zonas de enfermería tanto de UCI como de UCIM, el triaje y la sala de espera.

**Tabla 3.54 Número de nodos en cada zona, elaboración propia**

Zona	Nodos
Enfermería UCI	4
Triaje	2
Enfermería UCIM	4
Sala de UCI	1
Sala de espera	1
Sala de UCIM	2

El cuarto de telecomunicaciones se ubicará en el almacén de equipos médicos y este necesitará en cantidades de accesorios lo que se muestra en la tabla 3.55.

**Tabla 3.55 Cantidad de accesorios del cuarto de telecomunicaciones, elaboración propia**

Accesorio	Cantidad
Patch panel 24 puertos, Cat 6A	1
Patch cord, Cat 6A	14
Rack de piso	1
Organizador vertical	1
Organizador horizontal	1
Barra de cobre	1

Es necesario que los accesorios sean de categoría 6A para manejo de un ancho de banda de 500 MHz y soportar una velocidad de 10 Gbps garantizando calidad de transmisión hasta los 100 metros. Así mismo se muestra en la tabla 3.56 los accesorios necesarios para cada nodo.

**Tabla 3.56 Cantidad de accesorios para los nodos, elaboración propia**

Zona	Accesorio	Cantidad
Enfermería UCI	Faceplate horizontal, 4 salidas	1
	Jack, Cat 6A	4
	Patch cord, Cat 6A	4
	Cable FTP, Cat 6A	<90 m
Triage	Faceplate vertical, 2 salidas	1
	Jack, Cat 6A	1
	Patch cord, Cat 6A	1
	Cable FTP, Cat 6A	<90 m
Enfermería UCIM	Faceplate horizontal, 4 salidas	1
	Jack, Cat 6A	1
	Patch cord, Cat 6A	1
	Cable FTP, Cat 6A	<90 m
Sala de UCI	Faceplate horizontal, 1 salida	1
	Jack, Cat 6A	1
	Patch cord, Cat 6A	1
	Cable FTP, Cat 6A	<90 m
Sala de espera	Faceplate horizontal, 1 salida	1
	Jack, Cat 6A	1
	Patch cord, Cat 6A	1
	Cable FTP, Cat 6A	<90 m

Sala de UCIM	Faceplate horizontal, 1 salida	2
	Jack, Cat 6A	2
	Patch cord, Cat 6A	2
	Cable FTP, Cat 6A	<90 m

Después de tener definidos todos los nodos en cada punto de las UCI, UCIM y Triage se muestra la distribución de red en base al equipamiento de comunicaciones de datos que este requiere [104]. En este sentido se necesita un total de 14 puertos, por lo que se recomienda 1 switch D-LINK DGS-1024D [106] debido que este tiene 24 puertos y se deja el sobrante pensando en una futura ampliación de red. De este se hace la distribución al servidor bajo ambiente de WINDOWS ubicado en el cuarto de telecomunicaciones del Hospital General Babahoyo [104].

Como parte final de este sistema cabe mencionar en las salas de UCI, espera y UCIM en cada uno de esos nodos se establece el sistema PACS debido a que es el mayor generador de imágenes en un hospital.

Además, si se menciona el protocolo de Imagen digital y comunicación en medicina (DICOM), es necesario mencionar las diferentes funcionalidades:

- Servicio de almacenamiento o archivo.
- Servicio de consulta y recuperación.
- Servicio de impresión.
- Servicio de gestión de lista de trabajo.

Por esta razón luego de haber cumplido con las normativas y estándares mencionados en la guía de diseño se muestra la distribución de la red de datos en el diseño de la UCI y UCIM en el plano 4.7.



### 3.7 Equipamiento médico

#### Guía de diseño para el equipamiento médico

Es importante mencionar que en la UCIM presta asistencia a pacientes medianamente críticos a diferencia de la UCI que presta servicios a pacientes en estado muy crítico [107].

Para esta guía se tomarán en consideración las recomendaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) acerca de los equipos médicos necesarios para tratamiento de infecciones respiratorias agudas graves en referencia al COVID-19, ver tabla 3.57:

**Tabla 3.57 Equipamiento sugerido por la OPS, [108]**

Zona	Equipamiento
UCIM	Lámpara quirúrgica
	Monitor de signos vitales
	Ventilador respiratorio de transporte
	Desfibrilador
	Carro de parada cardiopulmonar
	Electrocardiógrafo
	Organizador de insumos
	Mesa de instrumental
	Porta sueros
	Bombas de jeringa
	Video laringoscopio
	Oxímetro de pulso
	Triage
Camillas de transporte	
UCI	Lámpara quirúrgica
	Monitor de signos vitales
	Ventilador respiratorio de transporte
	Desfibrilador
	Carro de parada cardiopulmonar
	Electrocardiógrafo
	Rayos X digital portátil

	Mesa de instrumental
	Porta sueros
	Bombas de jeringa
	Ecógrafo
	Video laringoscopio

1. El equipo de monitoreo de cabecera debe ubicarse de manera que permita un fácil acceso y visualización, y no debe interferir con la visualización o el acceso del paciente. La enfermera de cabecera y/o el técnico de monitorización deben poder observar el estado monitorizado de cada paciente de un vistazo. Este objetivo se puede lograr mediante una estación de monitoreo central o mediante monitores de cabecera que permiten la observación de más de un paciente simultáneamente. Ninguno de estos métodos está destinado a reemplazar la observación de cabecera [109].
  
2. Las superficies que soportan el peso del equipo de monitoreo deben ser lo suficientemente resistentes para soportar altos niveles de tensión a lo largo del tiempo. Se debe suponer que el volumen del equipo de monitoreo aumentará con el tiempo. Por lo tanto, el espacio y las instalaciones eléctricas deben diseñarse en consecuencia [63][61]. Existen diferentes tipos de soportes como [110], [111]:
  - Carros de transporte.
  - Riel con accesorios verticales.
  - Soporte para monitor convencional de pared.
  - Solución de montaje de brazo.
  
3. Terapias:
  - Terapia respiratoria, estas terapias pueden ser invasivas donde se realiza una intubación endotraqueal y la no invasiva donde solo se utiliza una mascarilla de oxígeno.
  - Cuidado cardiaco.
  - Terapia por infusión de fármacos.

- Terapia por diálisis.

#### 4. El monitoreo y diagnóstico:

- Electrocardiograma de 12 derivaciones (ECG): es una prueba médica ampliamente utilizada, que consiste en trazas de voltaje versus tiempo recolectadas de registros de superficie sobre el corazón [112].
- Monitoreo e interpretación de la arritmia.
- Análisis del segmento ST.
- Respiración basada en la impedancia.
- De uno a tres presiones arteriales invasivas.
- Presión arterial no invasiva.
- Oximetría de pulso (SaO<sub>2</sub>).
- Dos temperaturas.
- Salida cardíaca de dilución térmica.
- Salida cardíaca continua (CCO).
- Salida cardíaca basada en impedancia.
- Monitoreo metabólico.
- Monitorización de gases sanguíneos en tiempo real.
- Espectrometría de masas.
- Ventilador Mecánico: A pensar que como parte del sistema terapéutico de una UCI el respirador o ventilador mecánico proporciona una gama completa de parámetros de monitoreo pulmonar.
- Exploración ultrasonido / Imágenes médicas.
- Equipos de ventilación no invasiva.
- Equipos de alto flujo.
- Equipos calentadores – Humificador
- Central de monitoreo conectada a todos los monitores de la UCI y UCIM.

Todos los equipos médicos deberán ser instalados mediante la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 2011, CAP 15) [113], contando con un plan de capacitación anual y verificación metrológica según norma ISO/IEC 17025 [114].

## **Caso de estudio para el equipamiento médico**

Para este caso específico de una unidad de cuidados intermedios e intensivos para tratamientos se tomarán los siguientes equipos e instrumental como referencia, y se los pueden observar en las tablas 3.58 y 3.59, además de la cantidad necesaria para el diseño de esta guía.

**Tabla 3.58 Cargas eléctricas del equipamiento parte #1, elaboración propia**

Nombre	Tipo	Voltaje [V]	Corriente [A]
Laringoscopio	Instrumental	-	-
Ecógrafo	Equipo médico	110 – 240	1,50
Bomba de infusión	Equipo médico	110 – 240	0,40
Taladro interóseo	Instrumental	-	-
Ambu / respirador manual	Instrumental	-	-
Ventilador mecánico de traslado	Equipo médico	110 – 240	2,70
Monitor multi parámetros	Equipo médico	110 – 240	1,50
Desfibrilador	Equipo médico	110 – 240	1,80
Electrocardiógrafo	Equipo médico	110 – 240	0,55

**Tabla 3.59 Cargas eléctricas del equipamiento parte #2, elaboración propia**

Nombre	Consumo promedio [W]	Frecuencia [Hz]	Cantidad
Laringoscopio	0,00	-	8
Ecógrafo	165,00	50 - 60	2
Bomba de infusión	44,00	50 - 60	28
Taladro interóseo	0,00	-	1
Ambu / respirador manual	0,00	-	5
Ventilador mecánico de traslado	297,00	50 – 60	11
Monitor multi parámetros	165,00	50 – 60	28
Desfibrilador	198,00	50 – 60	2
Electrocardiógrafo	60,50	50 – 60	2

Observas las fichas técnicas de los equipos en los anexos del 7 al 16.

### **3.8 Protocolos de limpieza y desinfección**

En esta sección del proyecto se debe mencionar que estos protocolos influyen tanto para la guía como para cualquier caso en particular

#### **Guía de diseño y caso de estudio**

1. Mantener un entorno limpio es importante para prevenir las infecciones nosocomiales influyen diversos factores como:
  - Diseño.
  - Organización del establecimiento de asistencia sanitaria.
  - La disponibilidad y el acceso a agua potable.
  - El saneamiento adecuado.
  - Los sistemas de lavandería y la calidad del aire pueden influir considerablemente en la transmisión de infecciones.
  
2. Un programa de limpieza debe contar con elementos esenciales tales como la plantilla (cantidad de personal) y la capacidad (capacitación y formación) adecuados. Las funciones de limpieza siempre deben realizarse por conducto de puestos remunerados que cuenten con [16]:
  - Descripción por escrito de las funciones o atribuciones.
  - Capacitación estructurada y orientada (por ejemplo, previa al inicio de las labores, anual o cuando se comienza a utilizar nuevos equipos).
  - Definición de los criterios de desempeño o las competencias requeridas.
  - Acceso a un supervisor en el sitio que vele por que puedan realizar su trabajo de manera segura (por ejemplo, que solucione la escasez de insumos o se encargue de los problemas de seguridad).
  - Con arreglo a las prácticas óptimas, el personal de limpieza debe:
    - Estar familiarizado con la descripción de sus funciones y criterios de desempeño conexos.

- Realizar solamente las tareas para las cuales recibieron capacitación; por ejemplo, no se les debe pedir que limpien salas de alto riesgo a menos que hayan recibido formación específica a tal efecto.
- Conocer el tipo de productos químicos a los que podrían estar expuestos en el lugar de trabajo y los peligros que estos pueden suponer.
- Contar con insumos y equipo, en particular equipo de protección personal, a fin de realizar sus labores.
- Tener turnos de trabajo compatibles con las normas aceptables en función del contexto.

### 3. Limpieza de dispositivos médicos.

Dependerá del grado de desinfección del dispositivo, mismos que se seccionan en tres categorías [115]:

- Artículos críticos: Estos son dispositivos médicos que ingresan a cavidades estériles incluyendo el sistema cardiovascular.
- Artículos semi críticos: Estos dispositivos médicos son aquellos que entran en contacto con fosas nasales o contacto con piel que no se encuentra intacta.
- Artículos no críticos: Son todos los dispositivos médicos que entran en contacto directo con la piel sana.

### 4. Productos para la limpieza del ambiente.

Todos los productos que se utilicen en la limpieza del ambiente en el ámbito de la atención sanitaria deben ser:

- Atóxicos: no deben ser irritantes para la piel ni las mucosas del personal, las visitas o los pacientes; si debe elegir entre dos productos idénticos, elija el que tenga el índice de toxicidad más bajo.

- Fáciles de utilizar: las instrucciones de preparación y uso deben ser sencillas y contener información sobre el equipo de protección personal que se debe utilizar
- De olor aceptable: no deben desprender olores desagradables para el personal de limpieza ni para los pacientes.
- Solubles: deben disolverse con facilidad en agua tibia o fría.
- Económicos o de bajo costo: deben ser asequibles.

#### 5. Propiedades adicionales.

Los productos de limpieza que se deben usar son [115]:

- Alcoholes:
  - Etílico.
  - Isopropílico.
- Liberadores de cloro:
  - Hipoclorito de sodio.
  - Dicloroisocianurato de sodio.
- Aldehídos:
  - Glutaraldeído.
  - Orto-ftalaldeído.
- Compuestos oxidantes:
  - Peróxido de hidrogeno.
  - Ácido paracético.
- Compuestos de amonio cuaternario.
- Fenólicos:

- Fenol.
- Cresoles.

Además, estos deben:

- Ser eficaces para eliminar la suciedad, la tierra y diversas sustancias orgánicas.
- Ser ecológicos y biodegradables para no contaminar el medio ambiente tras desecharlos.
- Ser de amplio espectro para tener actividad antimicrobiana de amplio espectro, en particular contra los agentes patógenos que causan la mayor parte de las infecciones nosocomiales y brotes.
- Ser de acción rápida para actuar rápidamente y ejercer sus efectos tras un tiempo de contacto corto.
- Mantener las superficies húmedas el tiempo suficiente para cumplir los tiempos de contacto recomendados con una sola aplicación.
- Resistir a factores ambientales para ejercer sus efectos en presencia de pequeñas cantidades de materia orgánica (por ejemplo, sangre) y ser compatibles con los demás insumos (por ejemplo, trapos), productos de limpieza (por ejemplo, detergentes) y otros productos químicos que se utilicen.
- Estar compuestos por sustancias compatibles con las superficies y los equipos habituales en la atención sanitaria.
- Ser de acción duradera para tener un efecto antimicrobiano residual sobre las superficies en que se apliquen.
- Ser ininflamables, ya que su punto de ignición es superior a 65 °C.
- Ser estables al encontrarse concentrado y utilizarse diluido.



### **3.9 Sistema de gases medicinales**

El sistema de gases está destinado a ingresar o tener contacto directo con el organismo humano o animal, los cuales actúan como medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos, estos adoptan el volumen y forma del recipiente, cuentan con densidades menores que los líquidos y sólidos.

#### **Guía de diseño del sistema de gases medicinales**

Para la guía de diseño se recomienda tomar las siguientes normativas:

- National Fire Protection Association 1999 (NFPA99).
- Instituto Ecuatoriano de normalización (INEN).
- American Society for Testing and Materials (ASTM) B-88 y B-62.

En Ecuador se tienen las siguientes normativas para el sistema de gases medicinales:

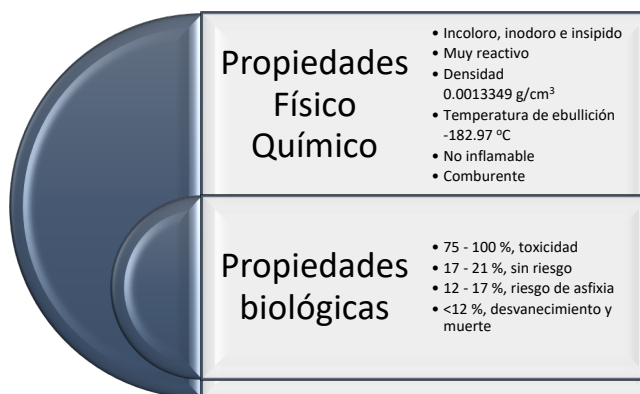
- NTE INEM 811, para la identificación de los cilindros que contienen gases medicinales [116].
- NTE INEM 2 343:2004, requisitos de oxígeno [117].
- NTE INEM 2378:2013, requisitos de aire medicinal [118].
- A-0763 reglamento de buenas prácticas medicinales [119].

Además, en las unidades de cuidados intensivos e intermedios se contarán con los siguientes gases medicinales:

1. Oxígeno medicinal.
  - a. Consideraciones físico, químico y biológicas.

El oxígeno medicinal es el de mayor uso, su almacenamiento es de forma gaseosa o líquida del cual se espera una pureza mayor al 99,50

% V/V, su uso general es para terapias respiratorias, reanimación y anestesias. En la figura 3.12 se muestran algunas propiedades [120].



**Figura 3.12. Propiedades del oxígeno medicinal, elaboración propia**

En la figura 3.13 se muestran algunas impurezas del oxígeno.

Requisitos	Unidad	Tipo 1 (Oxígeno Medicinal gaseoso o líquido)	
		Min	Máx
Contenido de oxígeno (expresado como O <sub>2</sub> )	%V/V	99,5	-
Contenido de dióxido de carbono (fase gaseosa)**	ml/m <sup>3</sup>	-	0,03*
Contenido de monóxido de carbono (fase gaseosa)**	ml/m <sup>3</sup>	-	0,001*
Humedad (fase gaseosa)**	ml/m <sup>3</sup>	-	60

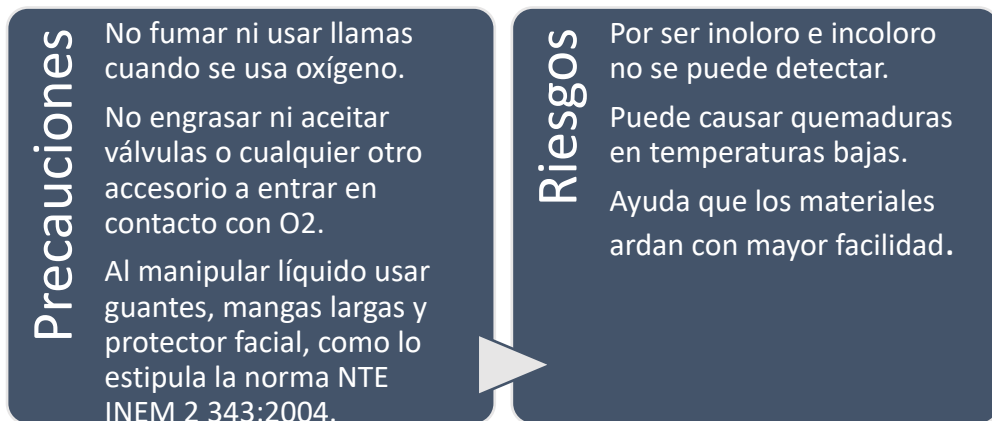
**Figura 3.13. Impurezas aceptables para el oxígeno medicinal, [117]**

Además, algunos campos de aplicación para el oxígeno medicinal son:

- Terapia respiratoria.
- Terapia hiperbárica.
- Reanimación.
- Quemaduras.

- Unidad de Cuidados Intensivos.
- Anestesia.
- Creación de atmósferas artificiales.
- Tratamiento de hipoxias.

En la figura 3.14, se muestran algunas precauciones y riesgos que se presentan con el oxígeno medicinal.



**Figura 3.14. Precauciones y riesgos del oxígeno medicinal, elaboración propia**

b. Criterios técnicos de almacenamiento y distribución.

A continuación, algunas propiedades y características del oxígeno medicinal:

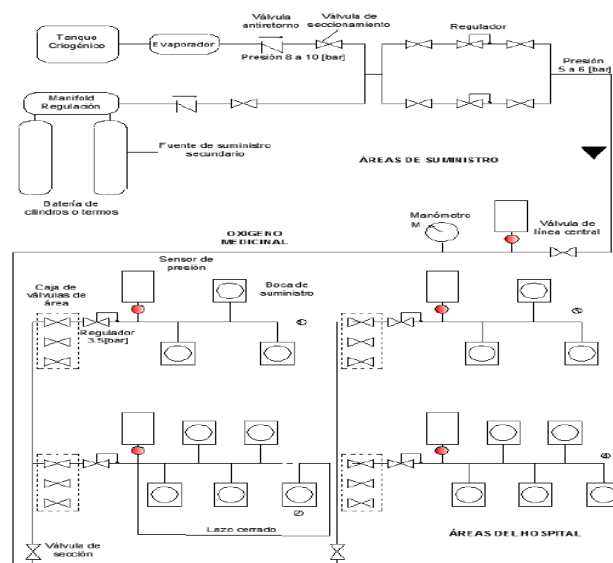
- Presión de trabajo 55 [psi].
- Caída máxima para la toma más lejana 5 [psi].
- Almacenamiento por banco de cilindros (Manifolds) en estado gaseoso para bajo consumo.
  - Semiautomáticos.
  - Manuales.
  - Tanques de 10 [m<sup>3</sup>].
- Almacenamiento en termos (estado líquido).

- Rango de trabajo de 2 a 14 [bar], por lo general se establece en 9 [bar].
  - Flujo continuo de 9 [m<sup>3</sup>/h].
  - Disco de ruptura oscila entre 24 a 28 [bar].
- Almacenamiento en tanques criogénicos en estado líquido para alta demanda, como se muestra en la tabla 3.60.
    - Rango de trabajo entre 15 a 20 [bar]

**Tabla 3.60 Representación en litros por el volumen de los tanques, elaboración propia**

Capacidad en litros	Volumen de oxígeno en m <sup>3</sup>
2.000,00	1.600,00
3.500,00	2.900,00
6.000,00	4.800,00
7.500,00	6.400,00

En la figura 3.15 se muestra el sistema funcional básico de distribución de oxígeno medicinal el mismo que está respaldado por un manifold o banco de tanques de oxígeno, estos ya una vez en su estado gaseoso pasan por un regulador que baja la presión que se encuentra entre 8 y 10 [bar] hasta una presión de entre 5 y 6 [bar] en la línea principal. En la etapa intermedia los ramales secundarios deben tener una caja de válvulas para control y en la salida un regulador que garantiza los 3,50 [bar] o 50 [PSI] de presión, para finalmente llegar a las tomas de oxígeno de cada habitación.



**Figura 3.15. Sistema de distribución de oxígeno medicinal [120]**

- c. Considerar el periodo de recarga según la capacidad de almacenamiento obtenida.

Para determinar el periodo de recarga se puede estimar usando la tabla 3.61 donde se indica la cantidad de camas, capacidad de almacenamiento, periodicidad de cambio y las dimensiones mínimas que debe tener la instalación.

**Tabla 3.61 Recargas por capacidad de almacenamiento, elaboración propia**

Cantidad de camas	Capacidad de Almacenamiento	Periodicidad Estimada	Dimensiones para instalación [m]
10	1 cilindro de 6 m <sup>3</sup>	Diario	0.03x0.03x2.40 (ancho/largo/alto)
150	2 bancadas de 15 cilindros cada uno	Diario	0.03x0.03x2.40 (ancho/largo/alto) x cilindro + 1[m] para regulación
160 – 200	2.420,00 litros	Recarga mínima cada 15 días, con 2 bancadas de 10 cilindros	3.60x3.60x3.60 (ancho/largo/alto)
210 - 400	4.558,00 litros	Recarga mínima cada 15 días, con 2 bancadas de 10 cilindros	4.00x4.00x5.00 (ancho/largo/alto)
410 - 700	8.240,00 litros	Recarga mínima cada 15 días, con 2 bancadas de 10 cilindros	4.50x4.50x6.00 (ancho/largo/alto)

- d. Encontrar el total de litros por minuto consumidos a diario.  
Ramales de cuidados intensivos e intermedios deben ser capaz de soportar 50 litros por minuto (LPM).  
Ramales secundarios se adicionan 30 LPM.
- e. Calcular los diámetros de las tuberías.  
Para calcular el diámetro de las tuberías se usará de manera explícita la ecuación 3.24, dada por Eduardo Lázaro [120].

$$D = 18.8 * \sqrt{\frac{Q}{VP}} \quad (3.24)$$

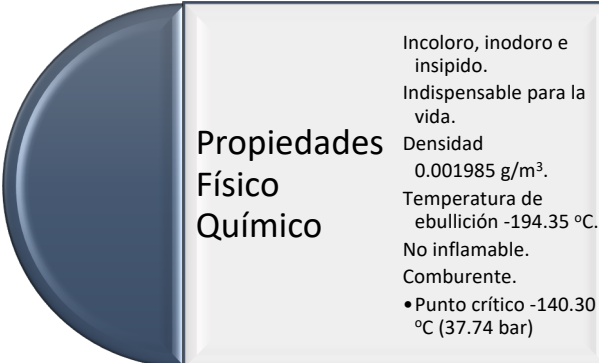
Donde:

- D es el diámetro de la tubería en [mm]
  - Q es el caudal total [m<sup>3</sup>/h]
  - V es la velocidad del fluido [m/s]
  - P es la presión de trabajo a la que se somete la tubería [atm]
- f. Elegir las características de las tuberías.  
Se toma como referencia el Manual Técnico de Cobre [121], donde se recomienda la tubería tipo L, misma que está destinada para instalación de gases medicinales y cumple con las siguientes características.
- El temple es rígido.
  - El color de identificación es azul.
  - Grabado de bajo relieve.
  - Longitud por tramo es de 6,10 [m]
  - Diámetro entres ¼" y 4" pulgadas.

## 2. Aire medicinal.

- a. Consideraciones físico y químico.

Es un aire comprimido absolutamente limpio y purificado el cual debe estar disponible el 100 % en los quirófanos y las camas hospitalarias. En la figura 3.16 se muestran algunas propiedades.



Propiedades Físico Químico	
	Incoloro, inodoro e insípido.
	Indispensable para la vida.
Densidad	0.001985 g/m <sup>3</sup> .
Temperatura de ebullición	-194.35 °C.
	No inflamable.
	Comburente.
	• Punto crítico -140.30 °C (37.74 bar)

**Figura 3.16. Propiedades del aire medicinal, elaboración propia**

Entre las aplicaciones del aire medicinal se tienen las siguientes:

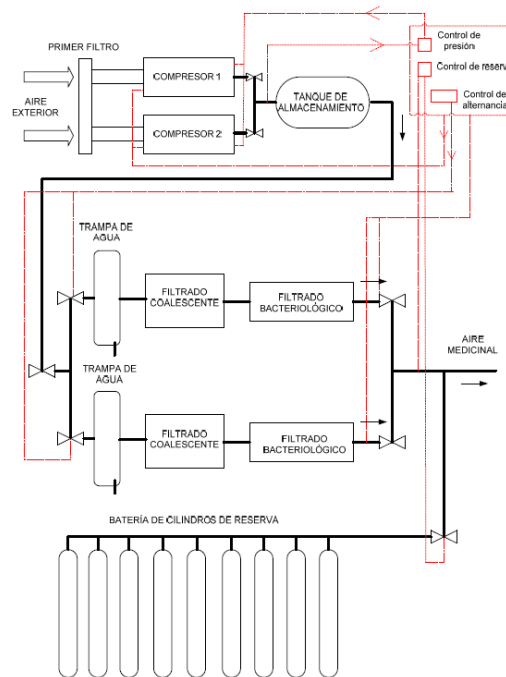
- Asistencia respiratoria.
- Incubadoras.
- Oxígeno terapia.
- Análisis biológicos.
- Cromatografía con detector de ionización de llama.
- Fotometría de llama.

b. Criterios técnicos de almacenamiento y distribución.

A continuación, algunas propiedades y características del aire medicinal:

- Presión de trabajo 55 a 50 psi.
- Caída máxima para la toma más lejana 5 psi.
- Central de aire por baterías de cilindros (baja demanda).
- Central de aire por compresión y tratamiento de aire (alta demanda).
- El aire medicinal debe contar con las siguientes características:

- Aceites: 0,01 mg/m<sup>3</sup> (valor máximo), debe ser libre de aceite.
  - Punto de rocío: - 40 °C.
  - Partículas: Inferior a 0,01 micras.
  - Monóxido de carbono CO: 5 ppm.
  - Dióxido de carbono CO<sub>2</sub>: 350 ppm.
  - Dióxido de azufre SO<sub>2</sub>: 1 ppm.
- Producción de aire medicinal.
  - Cuenta con un primer filtro para evitar el ingreso de objetos medianos o de gran tamaño.
  - Presión de salida no debe ser inferior a 3 [bar] y no mayor a 9 [bar].
  - Se usa el compresor de desplazamiento positivo con embolo reciprocante.
  - Debe contar con baterías de cilindros de respaldo.
  - Trampas de agua separadores.
  - Filtro coalescente para eliminar agua y aceites, como se muestra en la figura 3.17.



**Figura 3.17. Sistema de distribución de aire medicinal [120]**



- Filtro bacteriológico HEPA con una eficiencia del 99 % para bacterias y esporas.
- Deben contar con dos compresores.
- Potencia del motor, según indica la tabla 3.62.

**Tabla 3.62 Potencia de motor por número de camas, elaboración propia**

Cantidad de camas	Potencia del motor [HP]	Dimensiones [m]
50	3,00	1.65x1.10 (largo/ancho)
100	5,00	1.90x1.50 (largo/ancho)
200	7,50	1.90x1.50 (largo/ancho)
300	10,00	2.35x1.60 (largo/ancho)
400	15,00	2.35x1.67 (largo/ancho)

- c. Considerar el periodo de recarga según la capacidad de almacenamiento obtenida.

Para habitaciones en general se utiliza un flujo de 50 LPM y 25 LPM, para el resto con 6,90 [bar] o 100 [psi].

- d. Calcular los diámetros de las tuberías.

Para calcular el diámetro de las tuberías se usará la ecuación 3.24, dada por Eduardo Lázaro [120].

- e. Elegir las características de las tuberías.

Se toma como referencia el Manual Técnico de Cobre [121], donde se recomienda la tubería tipo L, misma que está destinada para instalación de gases medicinales y cumple con las siguientes características.

- El temple es rígido.

- El color de identificación es azul.
- Grabado de bajo relieve.
- Longitud por tramo es de 6,10 [m]
- Diámetro entres  $\frac{1}{4}$ " y 4" pulgadas.

### 3. Vacío o presión negativa.

#### a. Consideraciones físico y químico.

No es exactamente un gas ya que en realidad su característica es proporcionar una presión negativa dando una sensación de absorción, su uso general es para limpieza de vías respiratorias, limpieza de heridas quirúrgicas, drenajes de sangre y secreciones.

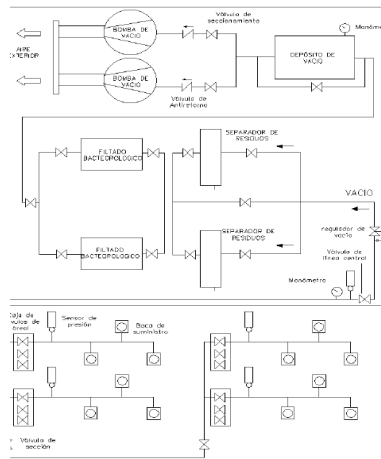
Entre las aplicaciones del vacío se tienen las siguientes:

- Limpieza de vías respiratorias.
- Drenaje general de sangre y secreciones.
- Limpieza de heridas en cirugías.
- Limpieza de campo de trabajo en quirófanos.

#### b. Criterios técnicos de almacenamiento y distribución.

A continuación, algunos propiedades y características del aire medicinal:

- Presión de trabajo 19" Hg.
- Caída máxima para la toma más lejana 4" Hg.
- Tipo de bombas.
- Bomba de paletas deslizantes son las más usadas.
- Sistema de conducción de vacío.
- Número de bombas: se consideran 2 bombas montadas en su respectivo tanque, ver la figura 3.18.



**Figura 3.18. Sistema de vacío o presión negativa [120]**

- Potencia del motor, como se muestra en la tabla 3.63.

**Tabla 3.63 Potencia de motor por número de camas, elaboración propia**

Cantidad de camas	Potencia del motor [HP]	Dimensiones [m]
50	3,00	1,65x1,10 (largo/ancho)
100	5,00	1,90x1,50 (largo/ancho)
200	5,00	1,90x1,50 (largo/ancho)
300	7,50	2,35x1,60 (largo/ancho)
400	10,00	2,35x1,67 (largo/ancho)

- Encontrar el total de litros por minuto consumidos a diario.  
Para una terapia intensiva se necesita al menos 20 LPM, mientras que para más de 16 camas se necesita 40 LPM y para las 6 primeras más 2,50 LPM por cama adicional.
- Calcular los diámetros de las tuberías.  
Para calcular el diámetro de las tuberías se usará la ecuación 3.24, dada por Eduardo Lázaro [120].
- Elegir las características de las tuberías.  
Se toma como referencia el Manual Técnico de Cobre [121], donde se recomienda la tubería tipo L, misma que está destinada para instalación de gases medicinales y cumple con las siguientes características.

- El temple es rígido.
- El color de identificación es azul.
- Grabado de bajo relieve.
- Longitud por tramo es de 6,10 [m]
- Diámetro entres ¼” y 4” pulgadas.

### **Caso de estudio del sistema de gases medicinales**

Para el caso de estudio se tiene como dato principal que cuenta con 29 camas las cuales están distribuidas en 17 camas en cuidados intermedios, 11 en cuidados intensivos y además se considera 1 toma para el área del cuarto de mantenimiento.

Para el oxígeno medicinal se debe contar con al menos 2 bancadas de 15 cilindros cada uno y hacer recambios de manera diaria.

En este sentido el cálculo de litros por minuto aplicando la guía tenemos un total de 580 [LPM] como lo muestra la tabla 3.64.

**Tabla 3.64 Total de LPM a necesitar (Oxígeno), elaboración propia**

Norma	LPM por cama	Cantidad de Camas	Total [LPM]
NFPA99	20,00	29	580,00

Para el aire medicinal se tiene el mismo número de camas por lo tanto hay que considerar que la potencia del motor sea de 3 [HP] y tener una dimensión mínima de cuarto de maquinas de 1,65 [m] x 1,10 [m]. También se tiene que el total de litros por minuto que se debe suministrar es de al menos 820 [LPM] como lo indica la tabla 3.65.

**Tabla 3.65 Total de LPM a necesitar (Aire medicinal), elaboración propia**

Norma	LPM por cama	Cantidad de Camas	Total [LPM]
NFPA99	28,31	29	820,99

Para el sistema de vacío medicinal se tiene unas dimensiones mínimas del cuarto de maquinas de 1,65 [m] x 1,10 [m]. También se tiene que el total de litros por minuto es de 438.81 como lo indica la Tabla 3.66

**Tabla 3.66 Total de LPM a necesitar (Vacío medicinal), elaboración propia**

Norma	LPM por cama	Cantidad de Camas	Total [LPM]
NFPA99	14,16	28	396,34
	42,47	1	42,47
	TOTAL		438,81

Por esta razón mediante los parámetros calculados de los tres gases, se procede a realizar el cálculo de los diámetros para las tuberías mostrado en la tabla 3.67 que se van a usar en este diseño, mediante la ecuación 3.24.

**Tabla 3.67 Cálculo del diámetro de la tubería, elaboración propia**

Tipo de Gas	Caudal Total [LPM]	Caudal Total [m <sup>3</sup> /h]	Presión total de trabajo [atm]	Velocidad de flujo [m/s]	Diámetro [mm]
Oxígeno Medicinal	580,00	34,80	4,70	8,00	18,09
Aire Medicinal	820,99	49,26	4,70	8,00	21,52
Vacío Medicinal	438,81	26,33	0,64	100,00	12,06

Finalmente, en la tabla 3.68 se muestra que tuberías se deben de usar.

**Tabla 3.68 Elección de tuberías, elaboración propia**

Tipo de Gas	Tubería de Cobre
Oxígeno Medicinal	3/4"
Aire Medicinal	1"
Vacío Medicinal	1/2"

Por esta razón con las normativas expuestas en la guía de estudio se muestra el plano 4.8 de las distribuciones de los gases medicinales.

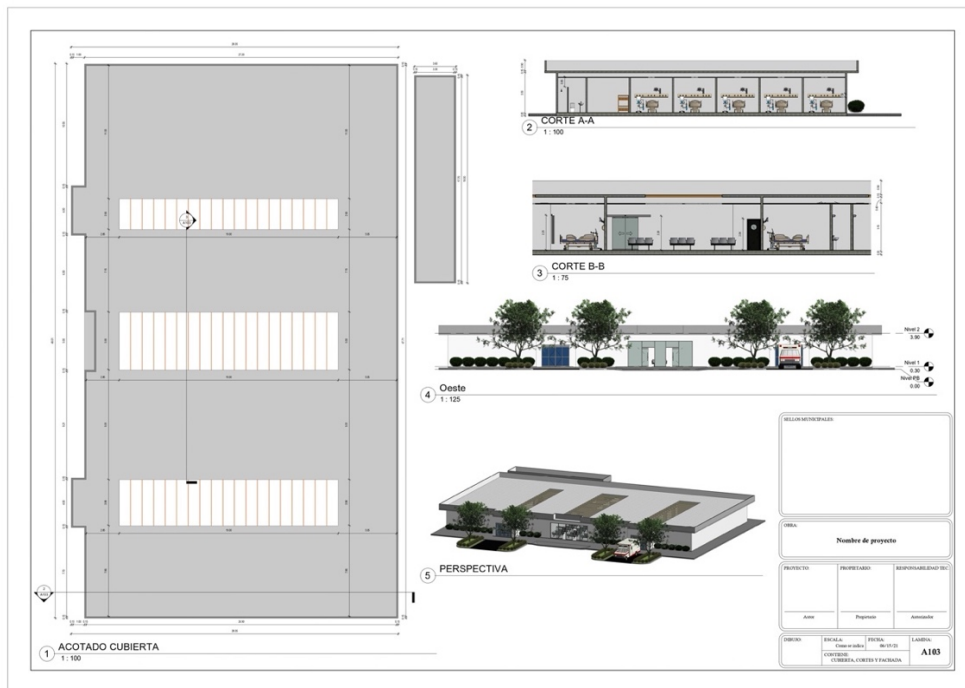
# CAPÍTULO 4

## 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos mediante el software AUTOCAD y el simulado mediante BIM, después de haber realizado cada cálculo mediante los sistemas que a se van a presentar a continuación.

Por tal razón la fachada muestra una vista general del caso de estudio, este cuenta con su entrada principal que conecta con el área de triaje que servirá para dar a los pacientes una pre valoración del estado actual en su salud, además una entrada ubicada al extremo izquierdo para el ingreso de pacientes al área de cuidados intermedios y una entrada ubicada al extremo derecho para pacientes cuyo estado de salud sea más crítico y puedan tener un acceso directo a la unidad de cuidados intensivos; También se diseñó para las entradas de UCI y UCIM sus respectivos estacionamiento para uso restringido solo por ambulancias.

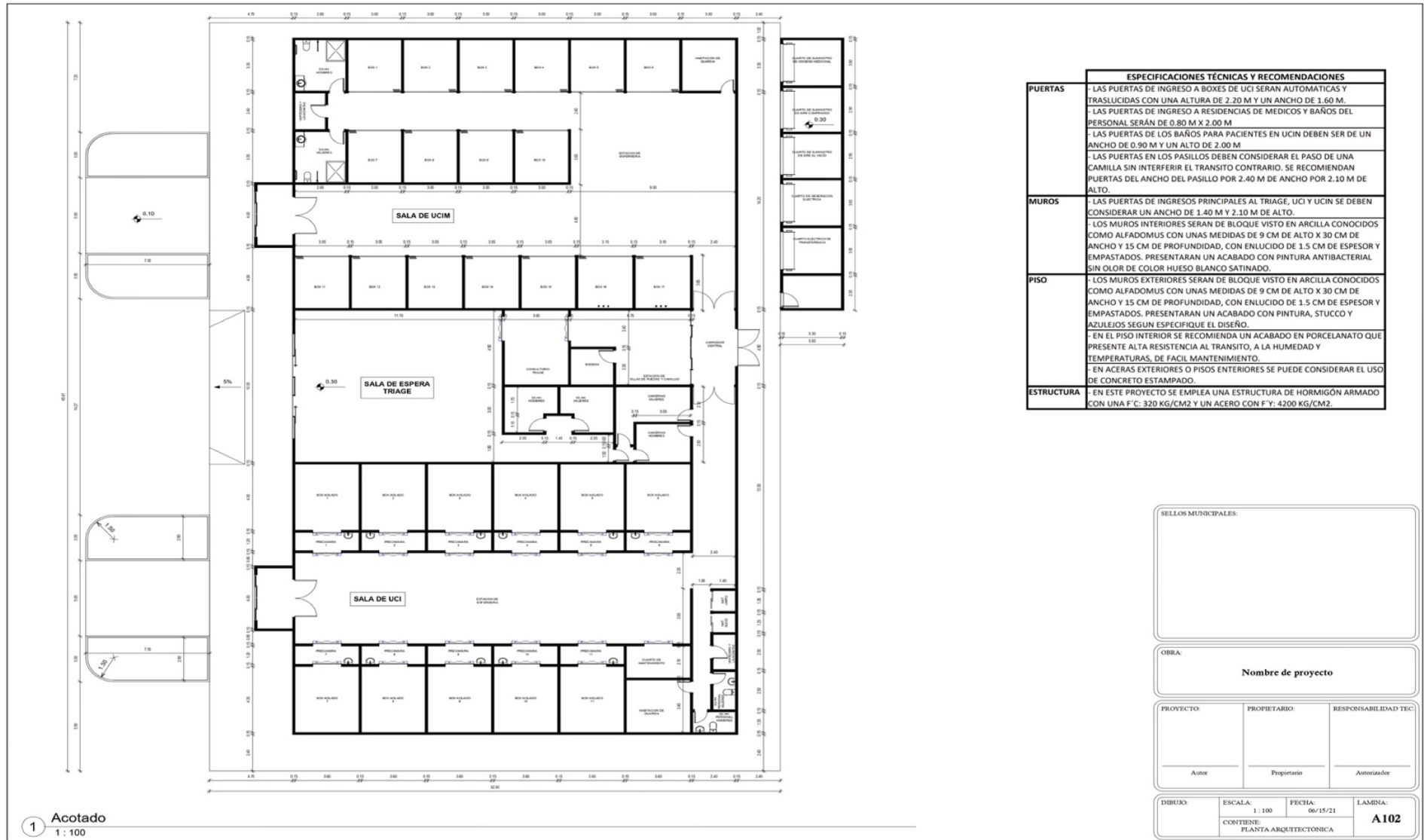
En este sentido se proyecta como cubierta una losa de hormigón armado a una altura de 3,90 metros tomando como referencia de medición el piso, la cubierta contiene en la parte central de cada corredor paneles traslucidos con el fin de aprovechar la luz natural. El cerramiento de la edificación está compuesto por mampostería de 20 cm de espesor, observar el plano 4.1. También se incluyen unas ilustraciones en 3D (ver anexos 2 - 6) y se realizó un video del recorrido de la simulación BIM, observar en el enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=-Ou51nqWDC8>



#### Plano 4.1. Cubierta y fachada, Elaboración propia

El área de triaje está diseñada de tal manera que el paciente una vez que se le asigne un turno de atención pase a un único consultorio donde se realizarán las valoraciones de salud, como anexo se diseñó un área de estación de sillas de ruedas y camillas para su respectivo traslado. Luego de que el paciente es admitido se lo trasladará a la unidad de cuidados intermedios o unidad de cuidados intensivos por el corredor central para su posterior hospitalización.

Por esta razón el personal sanitario deberá ingresar por los vestidores o camerinos con su respectiva toma de signos vitales, después harán uso de un corredor principal para controlar el flujo de cada área; Cada área tendrá su propia habitación de guardia, baños para hombres, baños para mujeres, vertederos, lavachatas, área para material sucio, área para material limpio. El área de cuidados intermedios cuenta con una habitación simple separadas por biombos a diferencia de la unidad de cuidados intensivos cada habitación cuenta con una pre cámara. Para finalizar todo este diseño contará con una sala de maquinas donde se encontrarán todos los equipos que soportarán la funcionalidad de este como transformador, generador, sistema de gases, observar el plano 4.2.



Plano 4.2. Plano arquitectónico de la propuesta, Elaboración propia



#### **4.1 Sistema de Iluminación**

Mediante los cálculos obtenidos en el capítulo 3 y la normativa que establece la CONELEC 005/14; se diseñó el siguiente sistema de iluminación, el cual cuenta con 12 circuitos eléctricos desde el A1 hasta el A12 donde está contemplado un crecimiento del 25% en cada uno de los circuitos y cumpliendo cada luminaria con los parámetros mínimos de iluminación de cada área.

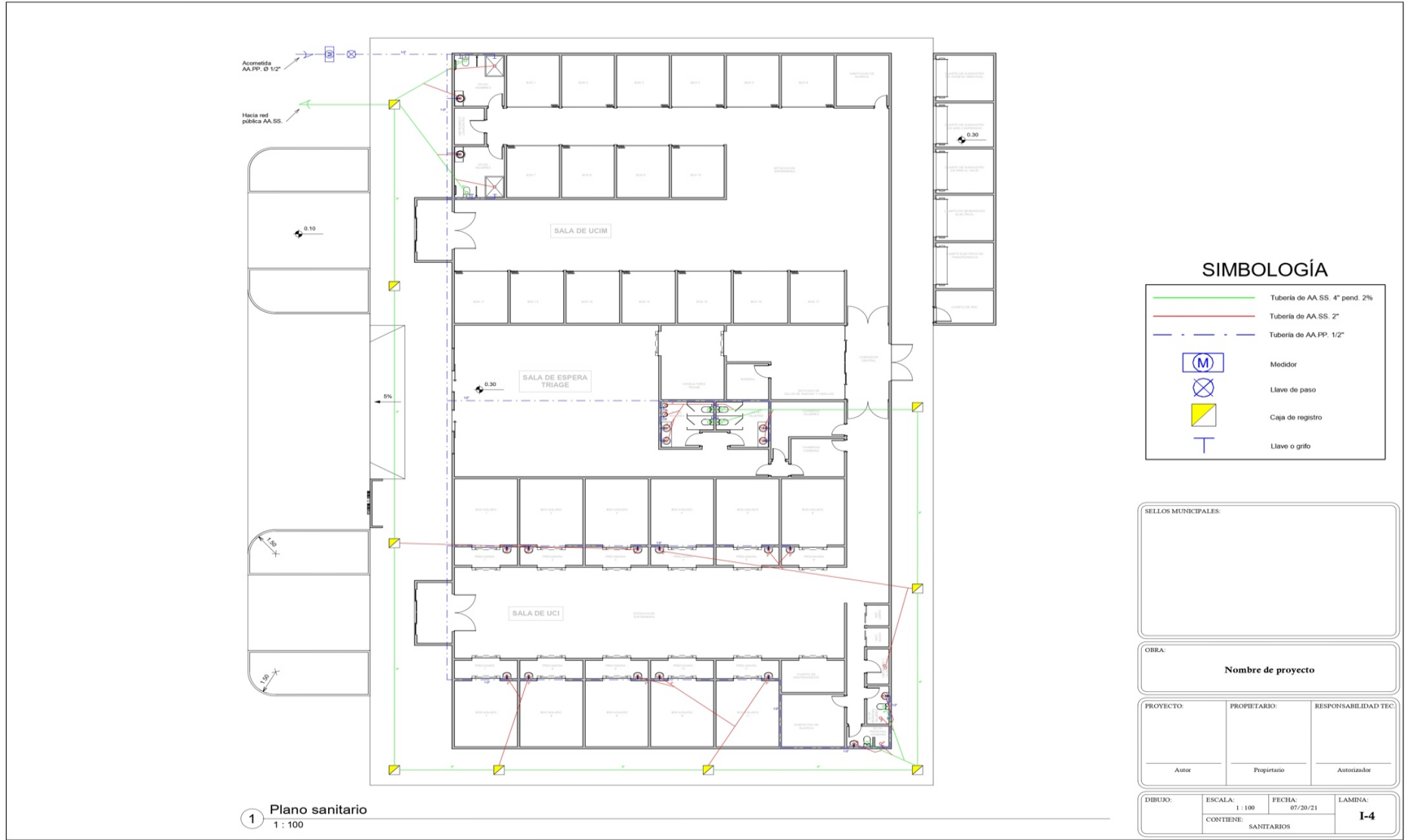
Estos 12 circuitos están distribuidos en 3 paneles secundarios desde PD-1 donde se encuentran las luminarias del área de cuidados intermedios (UCIM), PD-2 el área de triaje y PD-3 el área de cuidados intensivos (UCI), estos están soportados por disyuntores de 15 amperios 1 polo de calibre 14 AWS lo que se puede observar en el plano 4.3.



**Plano 4.3. Plano del sistema de iluminación de la propuesta, Elaboración propia**

## **4.2 Sistema hidrosanitario**

Para este sistema luego de haber realizado los cálculos en el capítulo 3 y de haber cumplido con las siguientes normativas: NTE INEM 1569, INEM 1752 y la Norma Ecuatoriana de la Construcción; se muestra la acometida con un diámetro de la tubería es de  $\frac{1}{2}$ " pulgada de diámetro, y en líneas punteadas de color azul se muestran los ductos de agua potable. También se muestra con las líneas continuas de color verde y rojo los ductos de aguas servidas, la diferencia entre los colores es el diámetro de la tubería 4" y 2" pulgadas respectivamente ambas con un recorrido en común hacia la red pública de aguas servidas, observar plano 4.4.



### SIMBOLOGÍA

	Tubería de AA.SS. 4" pend. 2%
	Tubería de AA.SS. 2"
	Tubería de AA.PP. 1/2"
	Medidor
	Llave de paso
	Caja de registro
	Llave o grifo

SELLOS MUNICIPALES:

OBRA:  
**Nombre de proyecto**

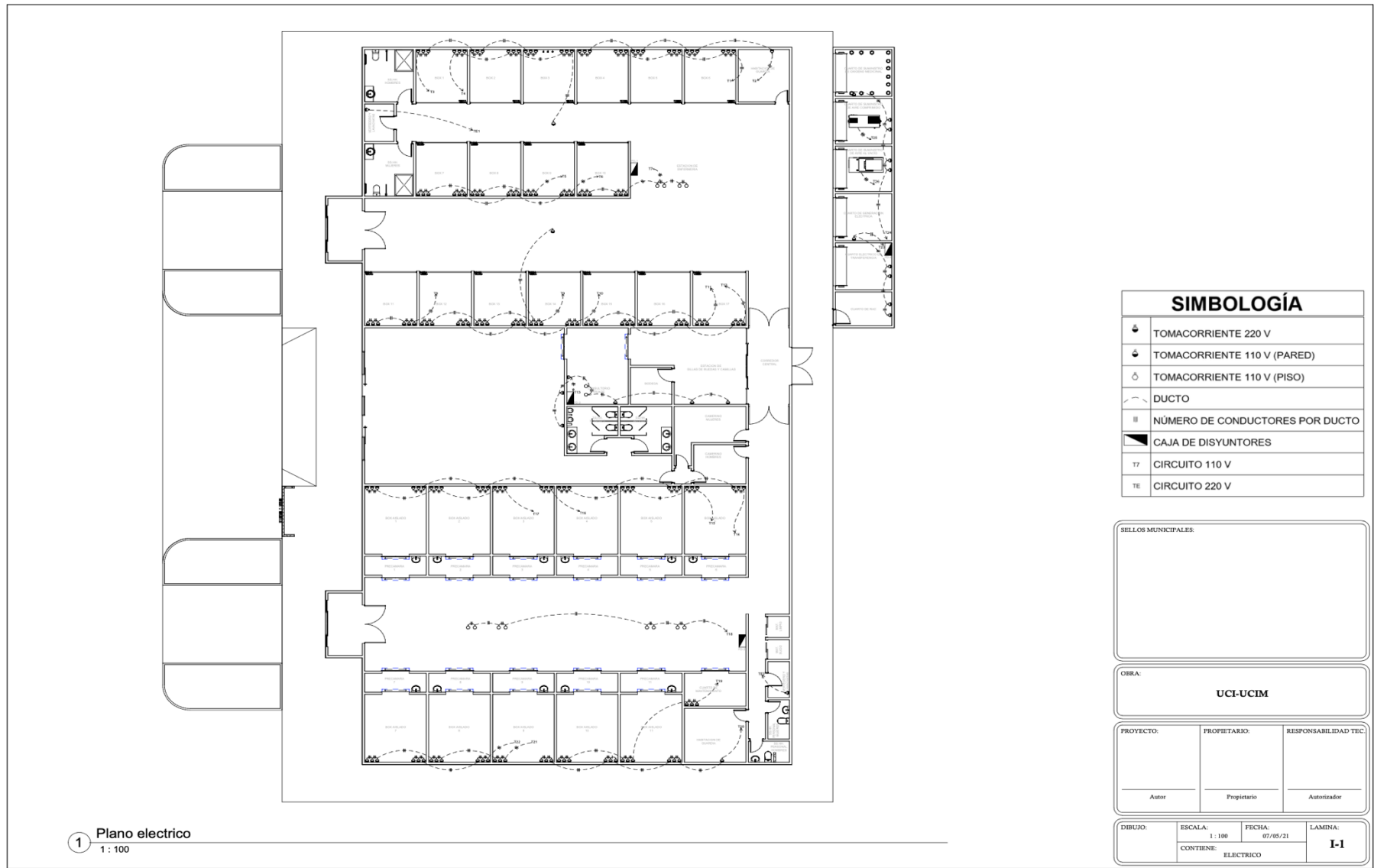
PROYECTO:	PROPIETARIO:	RESPONSABILIDAD TEC.
Autor	Propietario	Autozandor

DIBUJO:	ESCALA: 1 : 100	FECHA: 07/20/21	LAMINA: I-4
CONTIENE: SANITARIOS			

**Plano 4.4. Plano del sistema hidrosanitario de la propuesta, Elaboración propia**

### **4.3 Sistema eléctrico**

Mediante los cálculos obtenidos en el capítulo 3 y en base a las siguientes normativas: NFPA 99 Health Care Facilities Code, NFPA 70, NEC 2008 y IEEE 80-2013; se diseñó el siguiente sistema eléctrico donde se tomó en cuenta las cargas por cada área como equipos médicos, equipos de computación, etc. donde se obtuvieron un total de 23 circuitos de tomacorrientes desde T1 hasta T23 estos se encuentran diferenciados para cada uno de los servicios y están distribuidos en 3 paneles secundarios desde PD-1 donde se encuentran los tomas del área de cuidados intermedios (UCIM), PD-2 del área de triaje y PD-3 el área de cuidados intensivos (UCI). Para los circuitos del T23 al T30 corresponden a los cuartos de maquinas y sistemas de climatización estos están soportados por PD-4 y PD-5 como se observa en el plano 4.5.

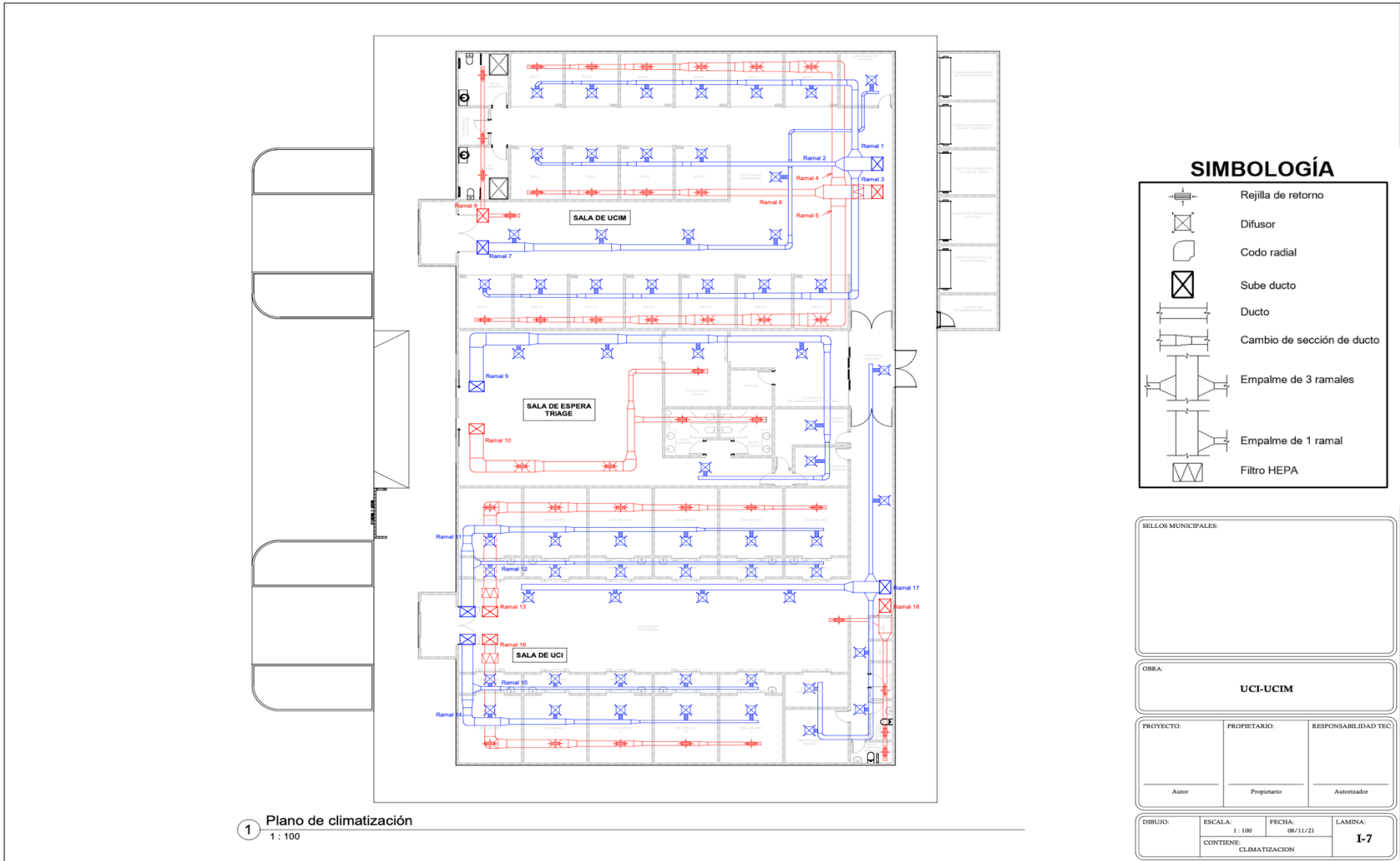


**Plano 4.5. Plano del sistema eléctrico de la propuesta, Elaboración propia**

#### **4.4 Sistema de climatización**

Para este apartado en el capítulo 3 se tomaron consideraciones y normativas de la ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2008 donde recomienda para este tipo de área una temperatura de 21,1 a 23,9 [°C], humedad relativa entre 30 a 60 %, 6 recambios de aire, 2 recambios de aire exterior y una presión negativa de al menos 185 [CFM] pies cúbicos por minuto donde se muestran 3 áreas bien diferenciadas como son la unidad de cuidados intermedios (UCIM), triaje y unidad de cuidados intensivos (UCI).

Para esto se tomaron los parámetros meteorológicos, plano arquitectónico, cargas térmicas sensibles, cargas térmicas latentes obteniendo como resultado 143.651,68 [BTU] para el área de UCIM, 54.650,00 [BTU] para triaje y 120.845,90 [BTU] para el área de UCI, debido a que no hay equipos exactamente con esa capacidad se tomaron referenciales superiores como son de 180.000 [BTU], 60.000 [BTU] y 150.000 [BTU], también se muestran los [CFM] en cada área para su posterior dimensionamiento de los ductos los cuales mediante los difusores y rejillas de retorno completan el sistema de climatización, observar el plano 4.6.

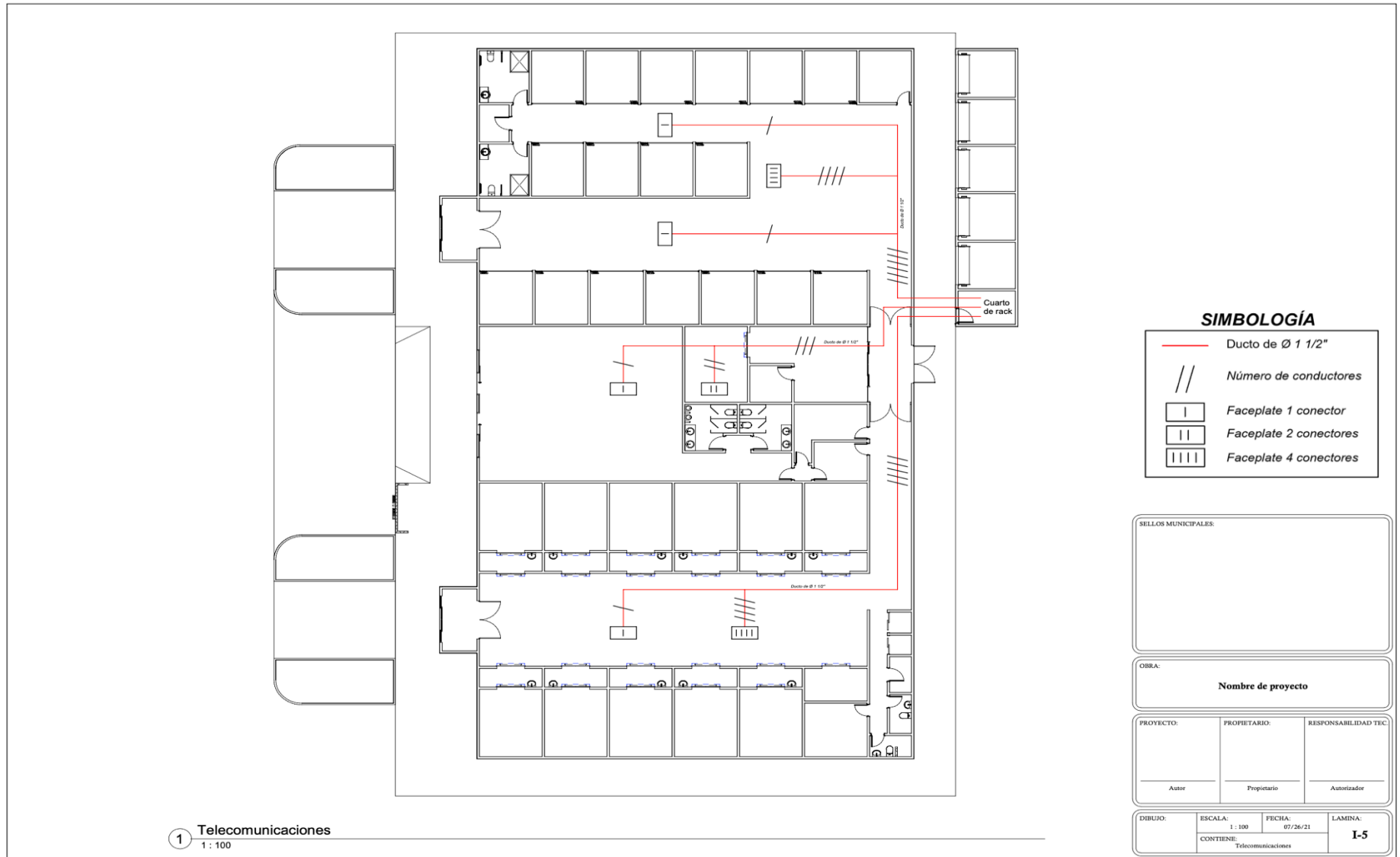


**Plano 4.6. Plano del sistema de climatización de la propuesta, Elaboración propia**



#### **4.5 Sistema de telecomunicaciones**

Mediante los cálculos obtenidos en el capítulo 3 y cumpliendo con las siguientes normativas: ANSI, TIA, EIA e ISO; se diseñó el siguiente sistema de telecomunicaciones, el cual muestra en color rojo el ducto de tubería de aluminio con diámetro de 1 1/2" pulgadas para el tendido del cable de par trenzado UTP. Además, se representan los faceplates en cada uno de los puntos donde se pretende tener conectividad, en donde se muestran los faceplates de 1 puerto son puntos estratégicos donde se podrá colocar un router para mantener conectividad con todo el personal médico y un buen uso de imágenes DICOM, mientras que los faceplates de 2 y 4 puertos están dentro de las estaciones de enfermería y el triaje para mantener una conectividad cableada mediante ethernet, observar plano 4.7.



**Plano 4.7. Plano del sistema de telecomunicaciones de la propuesta, Elaboración propia**

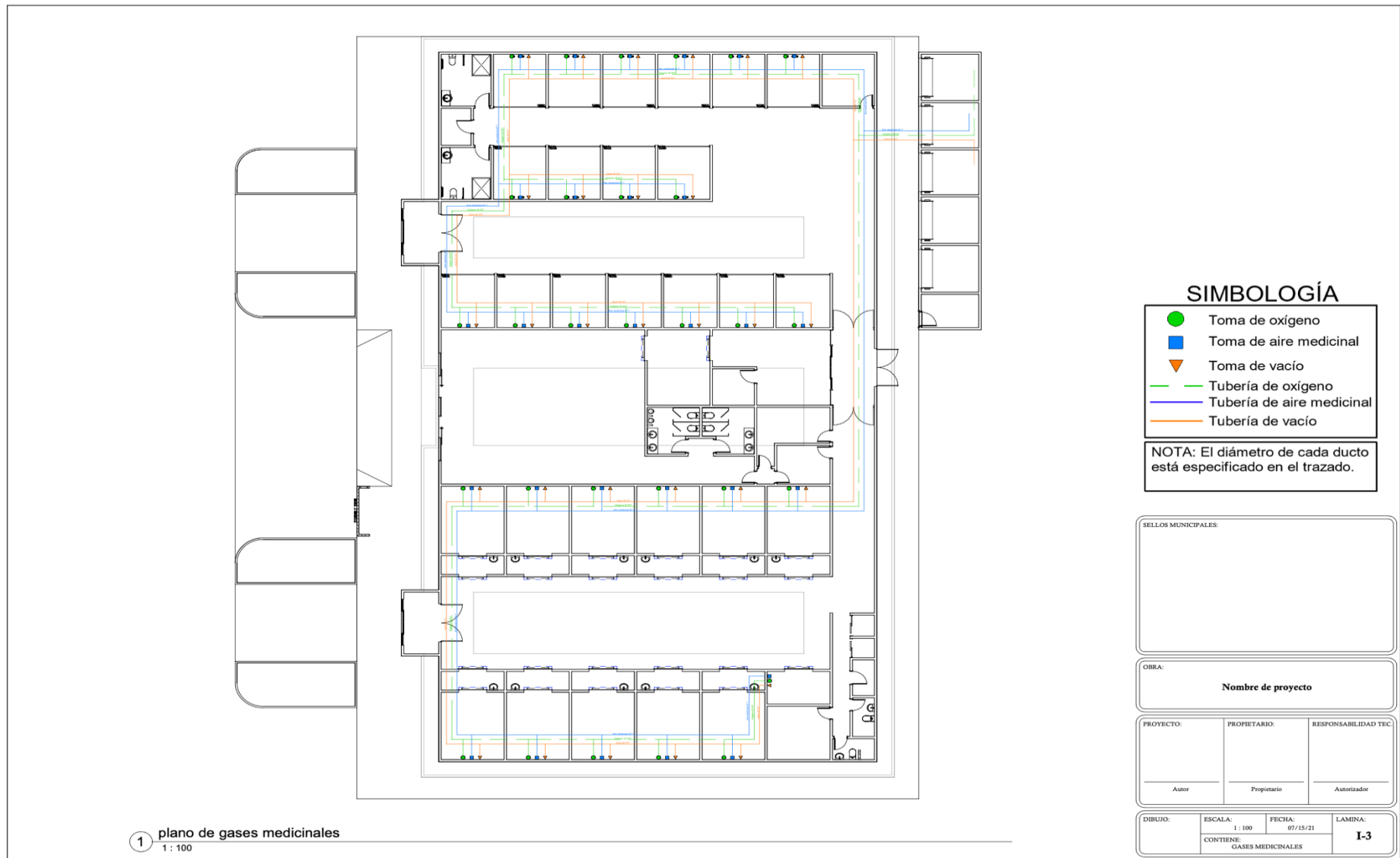
## 4.6 Sistema de gases medicinales

Mediante los cálculos obtenidos en el capítulo 3 y cumpliendo con las siguientes normativas: NFPA99, INEM, ASTM B-88 y ASTM B-62; se diseñó el siguiente sistema de gases medicinales el cual consta de una línea de oxígeno medicinal, aire medicinal y vacío para cada habitación.

Para el oxígeno medicinal poder mantener una presión de trabajo de 55 [PSI] y una caída máxima de 5 [PSI] en el punto más bajo este será transportado en una tubería de  $\frac{3}{4}$ " pulgada de diámetro, 2 bancadas de 15 cilindros de 6 [m<sup>3</sup>] para poder soportar 50 [LPM] para cada ramal principal dando un caudal total de 580 [LPM] como se observa en el plano 4.8 con las líneas color verde.

Para el aire medicinal poder mantener una presión de trabajo de 55 [PSI] hasta 50 [PSI] en su punto más lejano este será transportado por una tubería de 1" pulgada de diámetro, alimentado a un compresor de 3 [HP] y una bancada de cilindros para poder proporcionar 50 litros constantes a cada habitación dando un total de 820 [LPM] como se observa en el plano 4.8 en las líneas color azul.

Para el vacío medicinal poder mantener una presión de trabajo de 19" [Hg] pulgada de mercurio con una caída máxima de 4" [Hg] este será suministrado por una tubería de  $\frac{1}{2}$ " pulgada de diámetro alimentado por un compresor de vacío de 3 [HP] y poder suministrar al menos 40 [LPM] a las 6 primeras camas y 2.5 [LPM] por cama adicional dando un total de 438,81 [LPM] como se observa en el plano 4.8 en las líneas color naranja.



**Plano 4.8. Plano del sistema de gases medicinales de la propuesta, Elaboración propia**

## Conclusiones

Se elaboró una guía de diseño para el sistema de iluminación (ver plano 4.3), sistema hidrosanitario (ver plano 4.4), sistema eléctrico (ver plano 4.5), sistema de climatización (ver plano 4.6), sistema de telecomunicaciones (ver plano 4.7) y el sistema de gases medicinales (ver plano 4.8); misma que cumple con normativas y regulaciones de entidades nacionales e internacionales. Así mismo, fue validada con un caso de estudio y permitió el diseño modular de la Unidad de Cuidados Intensivos y la Unidad de Cuidados Intermedios, además con los estándares mínimos para su adecuada funcionalidad y operatividad.

Se mostró un diseño modular de la UCI y UCIM en el caso de estudio (ver plano 4.1), el cual integra todos los sistemas que sirven para su completa funcionalidad. Este diseño en el caso de estudio cumple con una arquitectura modular debido a que sigue con un patrón de cada habitación (ver plano 4.2).

Se mostró mediante normas y estándares expuestos en el capítulo 3 los lineamientos para la funcionalidad y operatividad de cada uno de los sistemas expuestos en la guía de diseño modular.

En el sistema de iluminación en las habitaciones de la UCI y UCIM, mediante la ecuación 3.1 se dimensionaron los niveles de iluminancia media de 300 lux (ver tabla 3.6), por lo que se cumplió con la normativa que establece la CONELEC 005/14.

En el sistema de climatización, mediante la ecuación 3.12 se calculó la carga térmica sensible originada por la transmisión a través de cerramientos traslúcidos y se obtuvo 532,80 W (ver tabla 3.37), esta carga térmica solo fue calculada para la zona de triaje expuesta en el caso de estudio.

El diseño del sistema de HVAC mediante las normativas ASHRAE expuestas en el capítulo 3 mencionan que los flujos para habitaciones de pacientes con enfermedades de transmisión respiratoria deben de tener el retorno por encima del paciente lo cual garantizaría el flujo de presión negativa, esto se evidencia en

el caso de estudio de este proyecto aplicado a la guía de diseño, la misma que a pesar de que cuenta con filtros HEPA en el retorno no comparte el mismo flujo garantizando el trabajo del personal sanitario en el área.

Al momento de realizar el diseño de los ductos de climatización se observó que se podían distribuir de una mejor manera para un ahorro de materiales, además dentro del diseño se usaron codos radiales como lo indica la normativa ANSI/ASHRAE 62.1-2004, (ver plano 4.6).

Para el sistema de gases medicinales según la normativa NFPA99, se debe calcular mediante la ecuación de Lázaro 3.24 los diámetros de las tuberías (ver tabla 3.67).

Los equipos médicos que más se necesitan para su operación y operatividad dentro de la UCI como de la UCIM son las bombas de infusión y el monitor multi parámetro, para este caso de estudio se tienen un total de 28, es decir 1 en cada habitación del paciente (ver tabla 3.59).

Se estipuló el hormigón como material principal para la construcción modular por la gran versatilidad a los eventos climatológicos, así lo establece la INEM 688 (ver plano 4.1). Además, absorbe ruidos externos y ofrece protección para el ser humano.

Se evidenció que la central de monitoreo deberá integrar en una sola pantalla todos los monitores de la UCI y UCIM, como lo estipula la OPS en el capítulo 3.

En el Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS), se encontró que se necesita por lo menos 1 TB en el disco duro para poder garantizar al mínimo 3 años de almacenamiento de imágenes (ver plano 4.7).

Se mostró mediante el enlace de un video el recorrido en 3D (ver plano 4.1) del diseño modular la UCI y UCIM, en donde se puede tener una visión más detallada para el manejo del proyecto mediante el Modelado de Información BIM.

## Recomendaciones

Se recomienda para proyectos más detallados formar una comisión de profesionales en biomedicina para elaborar fichas técnicas de cada uno de los equipos médicos, insumos y materiales.

Se recomienda para las habitaciones de UCI y UCIM si se desea pasar la iluminación de 300 lux, contar con lámparas móviles como cuello de ganso o lámparas portátiles cielíticas, ya que estas lámparas podrían aumentar la iluminación hasta 1.000 lux.

Se recomienda en futuros proyectos incluir paneles de alarma de gases medicinales para que tengan una alerta por si el sistema tenga algún fallo ya que al ser un área destinada para tratar y dar contingencia a enfermedades como COVID-19.

Se recomienda que el sistema de gases medicinales cuente con un sistema de monitoreo en cada área y de manera centralizada con el fin de poder monitorear variaciones o en casos de emergencia el personal de mantenimiento pueda dar soporte a los sistemas.

Se recomienda para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas HVAC, estos deben constar con sistema de respaldo, el mismo que ayudaría a mantenimientos correctivos y preventivos para un continuo funcionamiento en cada área.

Se recomienda para futuros análisis y proyectos incluir un plan de mantenimiento para establecimientos o áreas críticas como una unidad de cuidados intensivos e intermedios dedicado a pacientes con enfermedades de COVID-19

Se recomienda que para futuros diseños se considere también el área de ingreso de las ambulancias para el diseño del sistema de HVAC.

Se recomienda para el diseño de ductos del sistema de ambiente hospitalario considerar que los ductos deben seguir las rutas más cortas posible, así como tratar de no realizar cambios tan bruscos y si se escoge ductos rectangulares no deberá excederse de una relación de 10 a 1 en su sección transversal.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] Z. Mei Y Y. Zirong, «Design Of Epidemic Monitoring Platform Based On Arcgis», En *2015 14th International Symposium On Distributed Computing And Applications For Business Engineering And Science (Dcables)*, Ago. 2015, Pp. 380-383. Doi: 10.1109/Dcables.2015.102.
- [2] S. Amiroch, M. S. Pradana, M. I. Irawan, Y I. Mukhlash, «Maximum Likelihood Method On The Construction Of Phylogenetic Tree For Identification The Spreading Of Sars Epidemic», En *2018 International Symposium On Advanced Intelligent Informatics (Sain)*, Ago. 2018, Pp. 137-141. Doi: 10.1109/Sain.2018.8673334.
- [3] M. L. Holshue *Et Al.*, «First Case Of 2019 Novel Coronavirus In The United States», *N. Engl. J. Med.*, Vol. 382, N.º 10, Pp. 929-936, Mar. 2020, Doi: 10.1056/Nejmoa2001191.
- [4] «Coronavirus: La Oms Declara La Pandemia A Nivel Mundial Por Covid-19», *Redacción Médica*. <https://www.redaccionmedica.com/secciones/sanidad-hoy/coronavirus-pandemia-brote-de-covid-19-nivel-mundial-segun-oms-1895> (Accedido Abr. 26, 2020).
- [5] A. E. Gorbalenya *Et Al.*, «Severe Acute Respiratory Syndrome-Related Coronavirus: The Species And Its Viruses – A Statement Of The Coronavirus Study Group», *Microbiology*, Preprint, Feb. 2020. Doi: 10.1101/2020.02.07.937862.
- [6] Q. Li *Et Al.*, «Early Transmission Dynamics In Wuhan, China, Of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia», *N. Engl. J. Med.*, Vol. 382, N.º 13, Pp. 1199-1207, Mar. 2020, Doi: 10.1056/Nejmoa2001316.
- [7] A. M. Farag Y E. E. Khalil, «Numerical Analysis And Optimization Of Different Ventilation Systems For Commercial Aircraft Cabins», En *2015 Ieee Aerospace Conference*, Mar. 2015, Pp. 1-12. Doi: 10.1109/Aero.2015.7119230.
- [8] «Resoluciones Coe Nacional 14 De Marzo 2020 – Servicio Nacional De Gestión De Riesgos Y Emergencias». <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/resoluciones-coe-nacional-14-de-marzo-2020/> (Accedido Mar. 05, 2021).
- [9] «Otros Documentos Coronavirus – Ministerio De Salud Pública». <https://www.salud.gob.ec/documentos-normativos-covid-19-ecuador/> (Accedido Mar. 05, 2021).
- [10] «Lineamientos-Pruebas-Antigenos-Covid-19-Version-1-Dic-2020.Pdf». Accedido: Mar. 05, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Lineamientos-Pruebas-Antigenos-Covid-19-Version-1-Dic-2020.Pdf>
- [11] «Recomendaciones-Para-Manejo-De-Mujeres-Embarazadas\_2020.Pdf». Accedido: Mar. 05, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/Recomendaciones-Para-Manejo-De-Mujeres-Embarazadas\\_2020.Pdf](https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/Recomendaciones-Para-Manejo-De-Mujeres-Embarazadas_2020.Pdf)
- [12] «Pmf+Hospital+Babahoyo.Pdf». Accedido: Ago. 07, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.les.gob.ec/documents/10162/3321619/Pmf+Hospital+Babahoyo.Pdf>
- [13] M. Decouvelaere, E. Berrard, Y D. Fabrega, «The Role Of The Clinical Engineer In The Design Of New Hospitals», En *2007 29th Annual International Conference Of The Ieee Engineering In Medicine And Biology Society*, Ago. 2007, Pp. 1782-1785. Doi: 10.1109/IEMBS.2007.4352657.
- [14] S. Potivejkul, S. Leejongpermpoon, C. Markchun, Y V. Kinnares, «A Development Design Of Ozone Generator With A New Helix Coil Electrode For Micro Bacterial Disinfection In Hospitals», En *Tencon 2014 - 2014 Ieee Region 10*



- Conference, Oct. 2014, Pp. 1-5. Doi: 10.1109/Tencon.2014.7022375.
- [15] M. L. Candia Maquera, L. R. J. Navarro Zambrano, Y F. I. Salazar Mestanza, «Mejoramiento De La Planificación De Proyectos De Infraestructura Hospitalaria Aplicando Bim Para Optimizar La Constructabilidad», *Univ. Tecnológica Perú*, 2018, Accedido: Ago. 04, 2020. [En Línea]. Disponible En: [Http://Repositorio.Utp.Edu.Pe/Handle/Utp/1813](http://Repositorio.Utp.Edu.Pe/Handle/Utp/1813)
- [16] «Who-2019-Ncov-Sari\_Treatment\_Center-2020.1-Eng.Pdf». Accedido: Ene. 24, 2021. [En Línea]. Disponible En: [Https://Apps.Who.Int/Iris/Bitstream/Handle/10665/331603/Who-2019-Ncov-Sari\\_Treatment\\_Center-2020.1-Eng.Pdf?Sequence=1&lsallowed=Y](https://Apps.Who.Int/Iris/Bitstream/Handle/10665/331603/Who-2019-Ncov-Sari_Treatment_Center-2020.1-Eng.Pdf?Sequence=1&lsallowed=Y)
- [17] Fang Ming, Ma Jing, Y Cao Zhikui, «The Architectural Design Of Natural Light In Hospital Buildings», En *2011 International Conference On Electric Technology And Civil Engineering (Icetce)*, Abr. 2011, Pp. 6953-6956. Doi: 10.1109/Icetce.2011.5775754.
- [18] Y. Soshino Y A. Miyata, «Design And Development Of The Water Supply System For The Red Cross Field Hospital», En *2017 Ieee Global Humanitarian Technology Conference (Ghtc)*, Oct. 2017, Pp. 1-8. Doi: 10.1109/Ghtc.2017.8239222.
- [19] P. A. Scarpino Y F. Grasso, «Analisis Of Complex Hospital Electrical Systems», En *2017 Aeit International Annual Conference*, Sep. 2017, Pp. 1-4. Doi: 10.23919/Aeit.2017.8240571.
- [20] M. Stroili, E. C. Pavan, M. Gorela, Y F. Kenda, «The Dimensioning And Development Of Hospital Electric Installations To Guarantee The Continuity Of Use Of The Therapeutic And Diagnostic System», En *2015 37th Annual International Conference Of The Ieee Engineering In Medicine And Biology Society (Embc)*, Ago. 2015, Pp. 1211-1214. Doi: 10.1109/Embc.2015.7318584.
- [21] M. Dovjak Y M. Shukuya, «Integral Control Of Hospital Environment», En *2011 Ieee Power Engineering And Automation Conference*, Sep. 2011, Vol. 3, Pp. 128-131. Doi: 10.1109/Peam.2011.6135030.
- [22] U. Iqbal, M. A. Dar, Y S. Nisar Bukhari, «Intelligent Hospitals Based On Iot», En *2018 Fourth International Conference On Advances In Electrical, Electronics, Information, Communication And Bio-Informatics (Aeeicb)*, Feb. 2018, Pp. 1-3. Doi: 10.1109/Aeeicb.2018.8480947.
- [23] Aia Academy Of Architecture For Health, États-Unis, Department Of Health And Human Services, Y Facility Guidelines Institute, *Guidelines For Design And Construction Of Health Care Facilities*. Washington, Dc: American Institute Of Architects, 2006.
- [24] L. Ren, X. Zhang, J. Wang, S. Tang, Y N. Gong, «Design Of Hospital Beds Center Management Information System Based On His», En *2017 Ieee International Conference On Bioinformatics And Biomedicine (Bibm)*, Nov. 2017, Pp. 1093-1096. Doi: 10.1109/Bibm.2017.8217808.
- [25] «Autodesk | Software De Diseño 3d, Ingeniería Y Construcción». [Https://Latinoamerica.Autodesk.Com](https://Latinoamerica.Autodesk.Com) (Accedido Ago. 07, 2021).
- [26] J. Ena Y R. P. Wenzel, «Un Nuevo Coronavirus Emerge», *Rev. Clin. Esp.*, Vol. 220, N.º 2, Pp. 115-116, Mar. 2020, Doi: 10.1016/J.Rce.2020.01.001.
- [27] J. Cui, F. Li, Y Z.-L. Shi, «Origin And Evolution Of Pathogenic Coronaviruses», *Nat. Rev. Microbiol.*, Vol. 17, N.º 3, Art. N.º 3, Mar. 2019, Doi: 10.1038/S41579-018-0118-9.
- [28] P. C. Y. Woo, S. K. P. Lau, Y. Huang, Y K.-Y. Yuen, «Coronavirus Diversity, Phylogeny And Interspecies Jumping», *Exp. Biol. Med.*, Vol. 234, N.º 10, Pp. 1117-1127, Oct. 2009, Doi: 10.3181/0903-Mr-94.
- [29] C. D Y V. M, «Who Declares Covid-19 A Pandemic.», *Acta Bio-Medica Atenei*

- Parm.*, Vol. 91, N.º 1, Pp. 157-160, Mar. 2020, Doi: 10.23750/Abm.V91i1.9397.
- [30] «Declaración Conjunta De La Icc Y La Oms: Un Llamamiento A La Acción Sin Precedentes Dirigido Al Sector Privado Para Hacer Frente A La Covid-19». <https://www.who.int/es/news-room/detail/16-03-2020-icc-who-joint-statement-an-unprecedented-private-sector-call-to-action-to-tackle-covid-19> (Accedido Sep. 06, 2020).
- [31] F. Inchausti *Et Al.*, «La Psicología Clínica Ante La Pandemia Covid-19 En España», *Clínica Salud*, Vol. 31, N.º 2, Pp. 105-107, 2020, Doi: 10.5093/Clysa2020a11.
- [32] Cdc, «Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) - Transmission», *Centers For Disease Control And Prevention*, Jun. 16, 2020. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html> (Accedido Sep. 06, 2020).
- [33] «Technical Guidance Publications». <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance-publications> (Accedido Sep. 06, 2020).
- [34] H. Legido-Quigley, J. T. Mateos-García, V. R. Campos, M. Gea-Sánchez, C. Muntaner, Y M. Mckee, «The Resilience Of The Spanish Health System Against The Covid-19 Pandemic», *Lancet Public Health*, Vol. 5, N.º 5, Pp. E251-E252, May 2020, Doi: 10.1016/S2468-2667(20)30060-8.
- [35] S. K. Brooks *Et Al.*, «The Psychological Impact Of Quarantine And How To Reduce It: Rapid Review Of The Evidence», *The Lancet*, Vol. 395, N.º 10227, Pp. 912-920, Mar. 2020, Doi: 10.1016/S0140-6736(20)30460-8.
- [36] A. Narin, C. Kaya, Y Z. Pamuk, «Automatic Detection Of Coronavirus Disease (Covid-19) Using X-Ray Images And Deep Convolutional Neural Networks», *Arxiv200310849 Cs Eess*, Oct. 2020, Accedido: Ene. 09, 2021. [En Línea]. Disponible En: <http://arxiv.org/abs/2003.10849>
- [37] A. Ammar *Et Al.*, «Psychological Consequences Of Covid-19 Home Confinement: The Eclb-Covid19 Multicenter Study», *Plos One*, Vol. 15, N.º 11, P. E0240204, Nov. 2020, Doi: 10.1371/Journal.Pone.0240204.
- [38] H. Herrman, S. Saxena, Y R. Moodie, «Promoting Mental Health: Concepts, Emerging Evidence, Practice: A Report Of The World Health Organization, Department Of Mental Health And Substance Abuse In Collaboration With The Victorian Health Promotion Foundation And The University Of Melbourne.», *Promot. Ment. Health Concepts Emerg. Evid. Pract. Rep. World Health Organ. Dep. Ment. Health Subst. Abuse Collab. Vic. Health Promot. Found. Univ. Melb.*, 2005, Accedido: Ene. 09, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20063199711>
- [39] I. Mcculloh, K. Kiernan, Y T. Kent, «Inferring True Covid19 Infection Rates From Deaths», *Front. Big Data*, Vol. 3, 2020, Doi: 10.3389/Fdata.2020.565589.
- [40] C. X. Peraza De Aparicio Y C. X. Peraza De Aparicio, «Salud Laboral Frente A La Pandemia Del Covid-19 En Ecuador», *Medisur*, Vol. 18, N.º 3, Pp. 507-511, Jun. 2020.
- [41] «Covid-19: Cronología De La Actuación De La Oms». <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19> (Accedido Ene. 24, 2021).
- [42] «La Oms Caracteriza A Covid-19 Como Una Pandemia - Ops/Oms | Organización Panamericana De La Salud». <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia> (Accedido Ene. 24, 2021).
- [43] «Decreto\_Presidencial\_No\_1017\_17-Marzo-2020.Pdf». Accedido: Ene. 24, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/Decreto\\_Presidencial\\_No\\_1017\\_17-Marzo-](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/Decreto_Presidencial_No_1017_17-Marzo-)

2020.Pdf

- [44] «Constitucion.Pdf». Accedido: Feb. 21, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://Pdba.Georgetown.Edu/Parties/Ecuador/Leyes/Constitucion.Pdf>
- [45] «Infografia-Nacionalcovid19-Coe-Nacional-08h00-10022021-1.Pdf». Accedido: Mar. 04, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://Www.Gestionderiesgos.Gob.Ec/Wp-Content/Uploads/2021/02/Infografia-Nacionalcovid19-Coe-Nacional-08h00-10022021-1.Pdf>
- [46] «Qué Es Una Construcción Modular: Qué Es Y Cuáles Son Sus Ventajas», *Abc Modular*. <https://Abcmodular.Com/Construccion-Modular> (Accedido Sep. 01, 2021).
- [47] «Guia\_Disenos\_Arquitectonicos.Pdf». Accedido: Jul. 25, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://Iris.Paho.Org/Bitstream/Handle/10665.2/28585/Guia\\_Disenos\\_Arquitectonicos.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](https://Iris.Paho.Org/Bitstream/Handle/10665.2/28585/Guia_Disenos_Arquitectonicos.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)
- [48] «Acuerdo Ministerial 5212.Pdf». Accedido: Sep. 02, 2021. [En Línea]. Disponible En: <http://Instituciones.Msp.Gob.Ec/Cz6/Images/Lotaip/Enero2015/Acuerdo%20ministerial%205212.Pdf>
- [49] «Norma Para Diseño Y Construcción De Hospitales Y Establecimientos De Salud Contenido. Capítulo 1. Generalidades Alcances 1 - Pdf Free Download». <https://Docplayer.Es/5005210-Norma-Para-Diseno-Y-Construccion-De-Hospitales-Y-Establecimientos-De-Salud-Contenido-Capitulo-1-Generalidades-1-2-1-1-Alcances-1.Html> (Accedido Sep. 02, 2021).
- [50] «Nte\_Inen\_688.Pdf». Accedido: Sep. 02, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://Www.Normalizacion.Gob.Ec/Buzon/Normas/Nte\\_Inen\\_688.Pdf](https://Www.Normalizacion.Gob.Ec/Buzon/Normas/Nte_Inen_688.Pdf)
- [51] «Cpe\_Inen-Nec-Se-Ds\_26-2.Pdf». Accedido: Sep. 02, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://Www.Normalizacion.Gob.Ec/Buzon/Normas/Cpe\\_Inen-Nec-Se-Ds\\_26-2.Pdf](https://Www.Normalizacion.Gob.Ec/Buzon/Normas/Cpe_Inen-Nec-Se-Ds_26-2.Pdf)
- [52] «Lbspanish.Pdf». Accedido: Sep. 02, 2021. [En Línea]. Disponible En: <http://Www.Andece.Org/Wp-Content/Uploads/2019/06/Lbspanish.Pdf>
- [53] R. J. González Marquez, F. Gámez, Y M. Severino, «Introduccion A La Metodología Bim», *Span. J. Bim*, Vol. 14, Pp. 48-54, Ene. 2014.
- [54] S. Rokoei, «Building Information Modeling In Project Management: Necessities, Challenges And Outcomes», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, Vol. 210, Pp. 87-95, Dic. 2015, Doi: 10.1016/J.Sbspro.2015.11.332.
- [55] «Perfil – Estudi Psp Arquitectura». <https://Www.Estudipsp.Com/Estudi/?Lang=Es> (Accedido Sep. 02, 2021).
- [56] «Cv\_General\_Cast\_Web.Pdf». Accedido: Sep. 02, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://Www.Estudipsp.Com/Wp-Content/Uploads/2018/11/Cv\\_General\\_Cast\\_Web.Pdf](https://Www.Estudipsp.Com/Wp-Content/Uploads/2018/11/Cv_General_Cast_Web.Pdf)
- [57] D. A. L. Turnes, «Origen, Evolución Y Futuro Del Hospital», P. 93, 2009.
- [58] «Uci.Pdf». Accedido: Ene. 24, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://Www.Mscbs.Gob.Es/Organizacion/Sns/Plancalidadesns/Docs/Uci.Pdf>
- [59] U. S. D. Of V. A. O. Of A. Management Logistics And Construction; Office Of Construction And Facilities, «Space Planning Criteria (Pg-18-9) - Office Of Construction & Facilities Management». <https://Www.Cfm.Va.Gov/Til/Space.Asp> (Accedido Ene. 24, 2021).
- [60] U. S. D. Of V. A. O. Of A. Management Logistics And Construction; Office Of Construction And Facilities, «Master Construction Specifications (Pg-18-1) - Office Of Construction & Facilities Management». <https://Www.Cfm.Va.Gov/Til/Spec.Asp> (Accedido Ene. 24, 2021).

- [61] «Clinical Engineering Handbook (Biomedical Engineering) - Pdf Free Download», *Epdf.Pub*. <https://epdf.pub/Clinical-Engineering-Handbook-Biomedical-Engineering.html> (Accedido Ene. 24, 2021).
- [62] «Clinical Engineering Handbook - 1st Edition». <https://www.elsevier.com/books/clinical-engineering-handbook/dyro/978-0-12-226570-9> (Accedido Sep. 02, 2021).
- [63] «lhfg\_Part\_B\_Intensive\_Care\_Unit\_General.Pdf». Accedido: Ene. 24, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://healthfacilityguidelines.com/viewpdf/viewindexpdf/lhfg\\_Part\\_B\\_Intensive\\_Care\\_Unit\\_General](https://healthfacilityguidelines.com/viewpdf/viewindexpdf/lhfg_Part_B_Intensive_Care_Unit_General)
- [64] «ledg - Conage.» <https://ledg.sni.gob.ec/geoportal-ledg/conage.html> (Accedido Ago. 25, 2021).
- [65] «D8eb0cdc-023f-48ba-Af51-3e00766d7ef9.Pdf». Accedido: Ago. 25, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://sni.gob.ec/documents/10180/3347321/6+Estandares\\_De\\_Informacion\\_Geografica.Pdf/D8eb0cdc-023f-48ba-Af51-3e00766d7ef9](https://sni.gob.ec/documents/10180/3347321/6+Estandares_De_Informacion_Geografica.Pdf/D8eb0cdc-023f-48ba-Af51-3e00766d7ef9)
- [66] «Guia\_Disenos\_Estructural.Pdf». Accedido: Ago. 15, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28584/Guia\\_Disenos\\_Estructural.Pdf?sequence=1&isallowed=Y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28584/Guia_Disenos_Estructural.Pdf?sequence=1&isallowed=Y)
- [67] «Ecuador Saludable, Voy Por Tí – Base Legal – Ministerio De Salud Pública». <https://www.salud.gob.ec/base-legal/> (Accedido Ago. 01, 2021).
- [68] «Google Maps», *Google Maps*. [https://www.google.com.ec/maps/place/Hospital+General+Babahoyo+\(less\)/@-1.8049288,-79.5238339,17z/Data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x902d2829159883f3:0x6bc69021e6c6df3d!8m2!3d-1.8049288!4d-79.5216452?hl=Es](https://www.google.com.ec/maps/place/Hospital+General+Babahoyo+(less)/@-1.8049288,-79.5238339,17z/Data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x902d2829159883f3:0x6bc69021e6c6df3d!8m2!3d-1.8049288!4d-79.5216452?hl=Es) (Accedido Abr. 12, 2021).
- [69] «Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología – Inamhi». <http://www.inamhi.gob.ec/#> (Accedido Ago. 25, 2021).
- [70] «Regulación-No.-Conelec-005\_14-Prestación-Apg\_.Pdf». Accedido: Mar. 11, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/Regulaci%C3%B3n-No.-Conelec-005\\_14-Prestaci%C3%B3n-Apg\\_.Pdf](https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/Regulaci%C3%B3n-No.-Conelec-005_14-Prestaci%C3%B3n-Apg_.Pdf)
- [71] J. J. P. Flores Y J. H. J. Aguaiza, «Previo A La Obtención Del Título De»: P. 88.
- [72] B. Jiménez, A. Rico, B. Jiménez, Y A. Rico, «Cálculo Del Flujo Luminoso Total Necesario.», P. 10.
- [73] «Guia\_Eficiencia\_Energetica\_En\_Hospitales». [https://www.idae.es/sites/default/files/publications/online/Guia\\_Eficiencia\\_Energetica\\_Iluminacion\\_Hospitales\\_Ebook/Html5/Index.html?&Locale=esn&Pn=5](https://www.idae.es/sites/default/files/publications/online/Guia_Eficiencia_Energetica_Iluminacion_Hospitales_Ebook/Html5/Index.html?&Locale=esn&Pn=5) (Accedido Mar. 11, 2021).
- [74] «Home», *Philips*. <https://www.lighting.philips.com/main/home> (Accedido Mar. 18, 2021).
- [75] «Nte-Inen-1569-3.Pdf». Accedido: Sep. 03, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/Nte-Inen-1569-3.Pdf>
- [76] «1752.Pdf». Accedido: Sep. 03, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1752.Pdf>
- [77] «Nec2011-Cap.16- Norma Hidrosanitaria Nhe Agua-021412», *Studocu*. <https://www.studocu.com/ec/document/escuela-politecnica-nacional/instalaciones-hidrosanitarias-en-edificios/resumenes/nec2011-cap16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412/5282459/view> (Accedido Abr. 22, 2021).



- [78] L. C. Rodríguez, «Guía Para Las Instalaciones Sanitarias En Edificios», P. 157.
- [79] R. D. G. Tenorio, F. M. F. Arias, Y B. E. Vargas, «Manual De Diseño Hidrosanitario Para Agua Potable Para Edificios Aplicado Al Hospital Docente Universitario (Medios Terapéuticos, Medios De Diagnóstico Y Torres De Hospitalización)», P. 12.
- [80] «1369.Pdf». Accedido: May 02, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1369.pdf>
- [81] «Ttuaic\_2015\_lc\_cd0084.Pdf». Accedido: May 02, 2021. [En Línea]. Disponible En: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/5617/1/ttuaic\\_2015\\_lc\\_cd0084.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/5617/1/ttuaic_2015_lc_cd0084.pdf)
- [82] M. C. R. Hincapie Y J. J. Rubio, «Ing. María Cristina Reyes Cod. 560152 Ing. John Jairo Rubio Cod.560169», N.º 1, P. 53, 2014.
- [83] «2517.Pdf». Accedido: Sep. 03, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2517.pdf>
- [84] «1108.Pdf». Accedido: Sep. 03, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1108.pdf>
- [85] «Nfpa 99: Health Care Facilities Code». <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=99> (Accedido Jul. 24, 2021).
- [86] «Nfpa 70®: Código Eléctrico Nacional (2008)», *Catalogo Nfpa*. <https://www.catalogonfpa.org/producto/nfpa70-2008/> (Accedido Jul. 24, 2021).
- [87] J. E. M. Torres, «Diseño Eléctrico Del Área De Emergencia Y Servicios Anexos De Un Hospital De Última Generación», P. 117.
- [88] «Descarga Gratis: Normas De Diseño De Ingeniería Electromecánica Del Imss [36 De 181]., Archivo Tipo Zip». <https://documentos.arq.com.mx/detalles/58682.html> (Accedido Jul. 25, 2021).
- [89] «Transformador Seco No Encapsulado, Hasta 500 Kva | Ecuatran». <https://www.ecuatran.com/es/portafolio/transformador-seco-no-encapsulado-hasta-500-kva/> (Accedido Jul. 26, 2021).
- [90] «Une-En 12601:2011 Grupos Electrógenos Accionados Por Motores A...» <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?C=N0048530> (Accedido Jul. 26, 2021).
- [91] «Iso 9001:2015(Es), Sistemas De Gestión De La Calidad — Requisitos». <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es> (Accedido Jul. 26, 2021).
- [92] S. Sinchi Y F. Mauricio, «Diseño Y Determinación De Sistemas De Puesta A Tierra Mediante Pruebas De Campo Con Elementos Comunes Utilizados En La Región, Incluyendo Gem Y Electrodo Químico», P. 154.
- [93] «Interpretations-For-Standard-170-2008». <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/standards-interpretations/interpretations-for-standard-170-2008> (Accedido May 06, 2021).
- [94] «Hvac Design Manual For Hospitals And Clinics.» <https://lifiir.org/en/fridoc/hvac-design-manual-for-hospitals-and-clinics-4526> (Accedido May 06, 2021).
- [95] «Doc1tut255.Pdf». Accedido: May 11, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut255/doc1tut255.pdf>
- [96] «Tem2-Cc3a1lculo-De-Cargas-Tc3a9rmicas.Pdf». Accedido: May 11, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://renovablesconsaburum.files.wordpress.com/2015/09/tem2-cc3a1lculo-de-cargas-tc3a9rmicas.pdf>

- [97] «Home | Ashrae.Org». <https://www.ashrae.org/> (Accedido May 13, 2021).
- [98] A. Bhatia, «Hvac - How To Size And Design Ducts», P. 91.
- [99] «Power Data Access Viewer». <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/> (Accedido May 06, 2021).
- [100] «Clase3\_Cableadoestructuradovcorta.Pdf». Accedido: Sep. 04, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://moodle.asignaturas.usb.ve/pluginfile.php/23521/mod\\_resource/content/1/Clase3\\_Cableadoestructuradovcorta.pdf](https://moodle.asignaturas.usb.ve/pluginfile.php/23521/mod_resource/content/1/Clase3_Cableadoestructuradovcorta.pdf)
- [101] U. Desarrollo, «Normas Sobre Cableado Estructurado. España. Unitel Telecomunicaciones», *Unitel - Soluciones E Infraestructuras Tecnológicas*, Sep. 24, 2013. <https://unitel-tc.com/normas-sobre-cableado-estructurado/> (Accedido Abr. 04, 2021).
- [102] R. (Ed ) Flickenger, *Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo:Una Guía Práctica Para Planificar Y Construir Infraestructuras De Telecomunicaciones De Bajo Costo*. [Gran Bretaña] : Hacker Friendly Llc, 2008., 2008. Accedido: Ago. 17, 2021. [En Línea]. Disponible En: <http://libros.metabiblioteca.org/display-item.jsp>
- [103] «Diseño De Sistemas De Cableado Estructurado Y Fibra Óptica». <https://soporte.syscom.mx/es/articles/3005318-diseno-de-sistemas-de-cableado-estructurado-y-fibra-optica> (Accedido Abr. 04, 2021).
- [104] C. C. A. Javier, «Director Del Trabajo», P. 113.
- [105] «¿Cuál Es La Diferencia Entre Cm/Cmr/Cmp Fire Rating? ¿Cómo Elegir El Cable De Red Del Cable Cm/Cmr/Cmp?», *Foccc Technology Co., Ltd*. <http://www.fibresplitter.com/news/what-is-the-difference-between-cm-cmr-cmp-fire-40235006.html> (Accedido Abr. 04, 2021).
- [106] «Dgs-1024d Switch 24 Puertos 10/100/1000mbps No Gestionable | D-Link España». <https://eu.dlink.com/es/es/products/dgs-1024d-24-port-copper-gigabit-switch> (Accedido Sep. 04, 2021).
- [107] «Unidades De Cuidados Intermedios. Consecuencias Asistenciales En Un Hospital De Referencia». <https://www.medintensiva.org/es-pdf-13110701> (Accedido Sep. 04, 2021).
- [108] «Recomendaciones Técnicas Para Configuración De Un Equipo Médico De Emergencia (Emt) Especializado De Tratamiento De Infección Respiratoria Aguda Grave (Irag) - Ops/Oms | Organización Panamericana De La Salud». <https://www.paho.org/es/documentos/recomendaciones-tecnicas-para-configuracion-equipo-medico-emergencia-emt-especializado> (Accedido Sep. 04, 2021).
- [109] B. P. Hernández Ulloa, «Guía Para La Planificación E Instalación De Equipo Médico En Unidades De Terapia Intensiva Y Quirofáneos», Jun. 1999, Accedido: Sep. 04, 2021. [En Línea]. Disponible En: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10247>
- [110] «Accesorios | Tecno Diseño». <https://tecno.net.co/accesorios/> (Accedido Sep. 04, 2021).
- [111] «Hospital Television Arms | Swing Arm Tv Mount Bedside», *Rugged Tablet, Digital Signage*, Oct. 05, 2020. <https://www.vecoton.com/products/healthcare-terminal/arm-mounting-solution/> (Accedido Sep. 04, 2021).
- [112] S. Raghunath *Et Al.*, «Prediction Of Mortality From 12-Lead Electrocardiogram Voltage Data Using A Deep Neural Network», *Nat. Med.*, Vol. 26, N.º 6, Pp. 886-891, Jun. 2020, Doi: 10.1038/S41591-020-0870-Z.
- [113] «Necinstalacioneselectromecanicas2013.Pdf». Accedido: Sep. 04, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/09/Necinstalacioneselectromecanicas2013.pdf>

- [114] «Iso/lec 17025:2017(Es), Requisitos Generales Para La Competencia De Los Laboratorios De Ensayo Y Calibración». <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17025:ed-3:v2:es> (Accedido Sep. 04, 2021).
- [115] «Manual-De-Bioseguridad-02-2016-1.Pdf». Accedido: Ago. 31, 2021. [En Línea]. Disponible En: <http://hospitalgeneralchone.gob.ec/wp-content/uploads/2018/03/Manual-De-Bioseguridad-02-2016-1.pdf>
- [116] «Nte\_inen\_811.Pdf». Accedido: Sep. 04, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_811.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_811.pdf)
- [117] «2343.Pdf». Accedido: Sep. 04, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2343.pdf>
- [118] «2378-1.Pdf». Accedido: Sep. 04, 2021. [En Línea]. Disponible En: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2378-1.pdf>
- [119] F. Web, «Reglamento Que Establece Las Normas De Buenas Prácticas De Fabricación, Llenado, Almacenamiento Y Distribución De Gases Medicinales», P. 43, 2013.
- [120] E. F. S. Lara, «Proyecto Previo A La Obtención Del Título De Ingeniero Mecánico», P. 234.
- [121] «Manual\_Tecnico\_Cobre.Pdf». Accedido: Ago. 17, 2021. [En Línea]. Disponible En: [https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut208/manual\\_tecnico\\_cobre.pdf](https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/objetos/figutut208/manual_tecnico_cobre.pdf)

# ANEXOS



Guayaquil, 04 de diciembre de 2020

IESS-HG-BA-DA-OF-EXT-SGE-001

Ph. D.  
Cecilia Paredes Verduga  
Rectora de la Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Presente. -

De mis consideraciones:

Yo, M.Sc. Liliana Paola Junco Vaca, Directora Administrativa del Hospital General - Babahoyo, AUTORIZO como máxima autoridad de este Nosocomio al Ing. Ulises Gabriel Pañora Reyna con cédula de identidad: 0920980596 y al Ing. Darío Xavier Romero Santistevan con cédula de identidad: 1206442616, los cuales están cursando la Maestría en Ingeniería Biomédica en su distinguida institución y cuyo título de tesis es: *"Elaboración de una guía de diseño y operación de UCI y cuidados intermedios modular para SARS/COVID19 aplicado a un Hospital nivel II siguiendo normas y regulaciones vigentes"* a obtener información estadística, arquitectónica, realizar recomendaciones en caso de que existan y poder nombrar al Hospital General – Babahoyo en su documento de tesis.

Atentamente,



M. Sc. Liliana Paola Junco Vaca  
Directora Administrativa  
Hospital General - Babahoyo

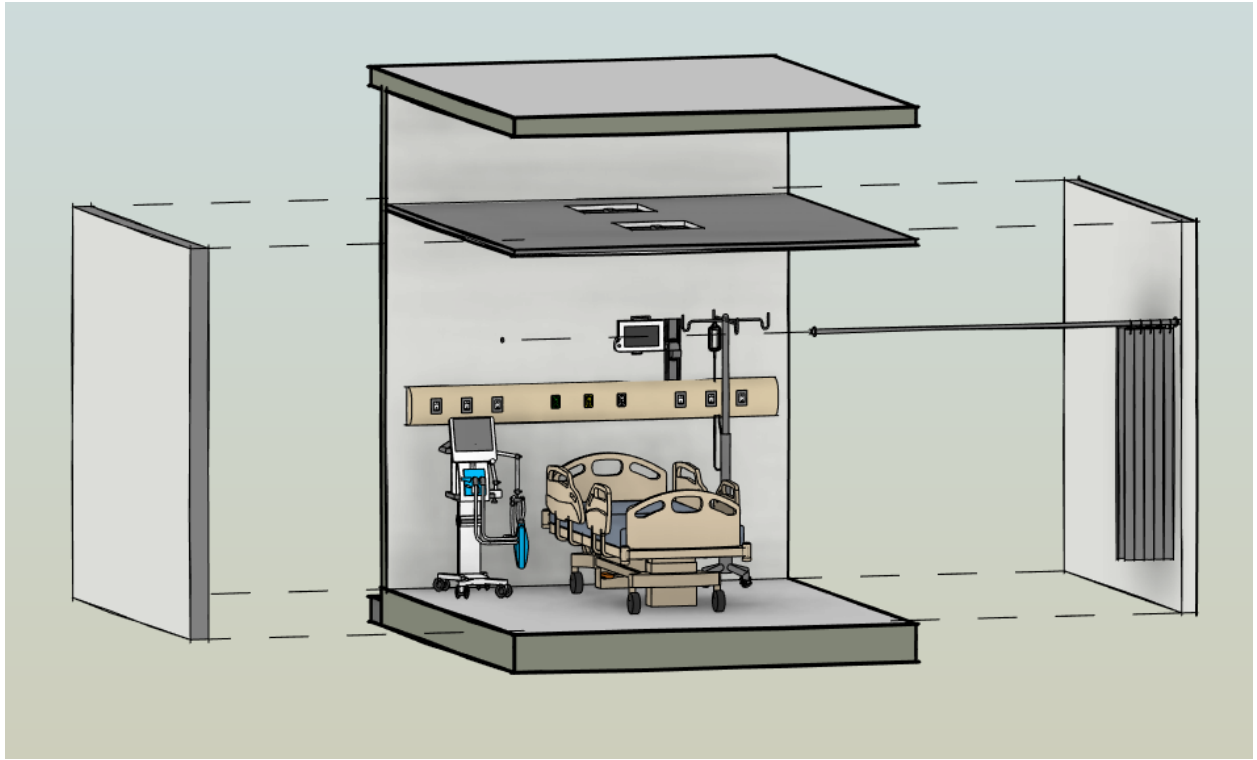
[www.iesg.gob.ec](http://www.iesg.gob.ec)

Síguenos en:

Escaneado con CamScanner

Anexo 1: Carta de autorización de la máxima autoridad del Hospital General – Babahoyo

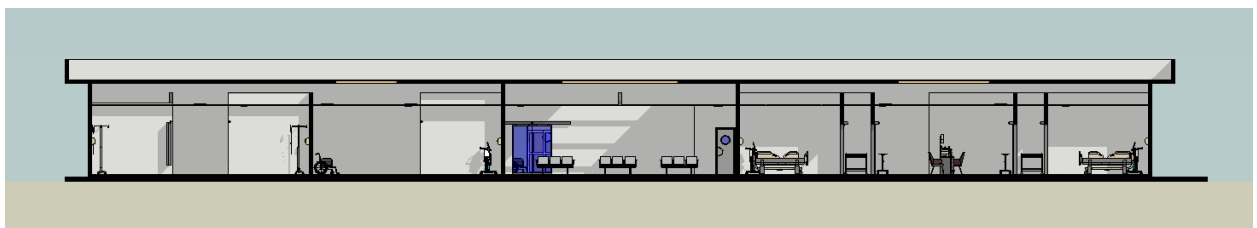




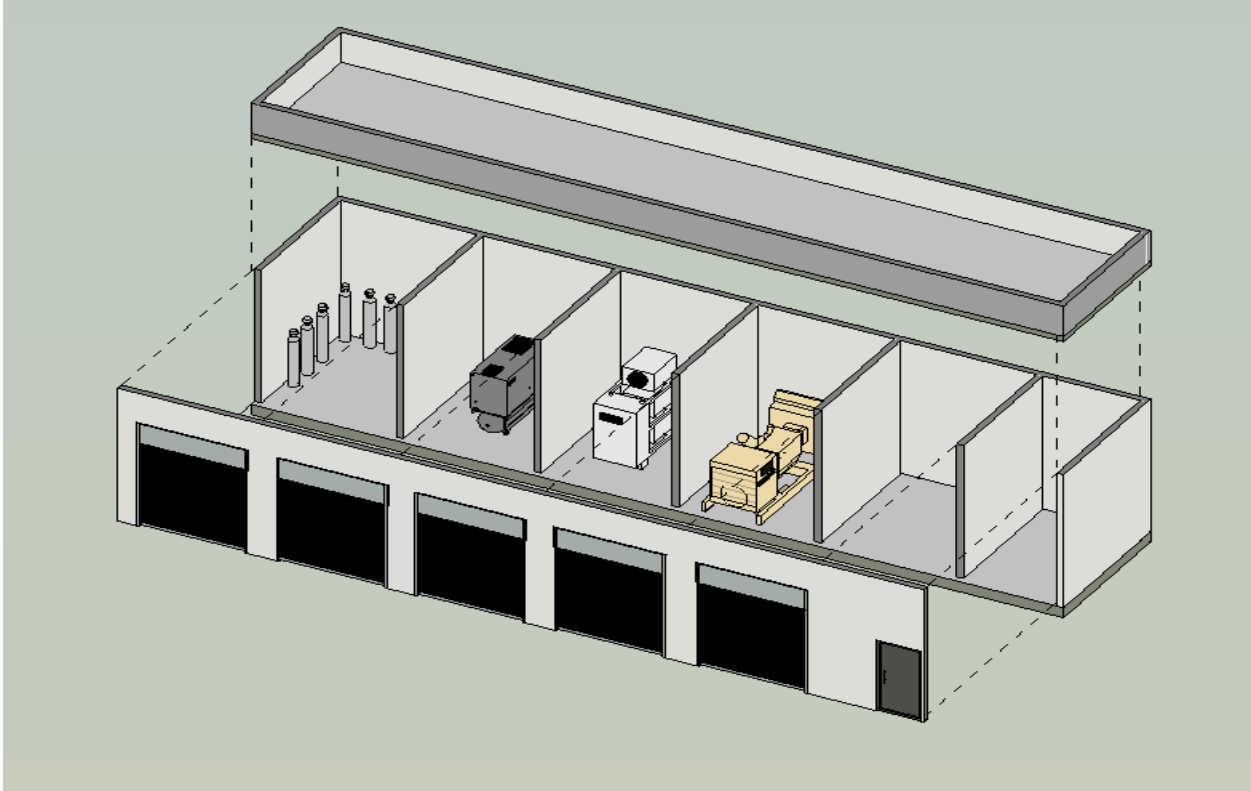
Anexo 2: Corte de una habitación de UCI



Anexo 3: Corte lateral de UCI, con los ingresos de las pre cámaras



Anexo 4: Corte frontal de UCI, UCIM y Triage



Anexo 5: Corte de la sala de máquinas



Anexo 6: Corte frontal de la sala de máquinas

EQUIPO BIOMÉDICO	
DATOS GENERALES	
CÓDIGO DNES N°:	BOM-04-R07
REVISIÓN:	SEPTIMA
NOMBRE ECRI:	Bombas de infusión
CÓDIGO ECRI:	16-495
NOMBRE GENÉRICO:	BOMBA DE INFUSION DE JERINGA
PERIODO DE VIGENCIA:	Desde: 01/01/2021   Hasta: 31/12/2021
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ATRIBUTO	VALOR
<b>Configuración</b>	
Modo de funcionamiento continuo	Requerido
Sistema de alarmas audibles y visibles de funcionamiento y seguridad	Requerido
<b>Flujo</b>	
Rango de flujo	$\leq 0,1 \text{ ml/h}$ a $\geq 999 \text{ ml/h}$
Flujo MVA - KVO	$\geq 1 \text{ ml/h}$
Exactitud	$\pm 2\%$
<b>Volumen</b>	
Rango de volumen por infundir	$\leq 0,1 \text{ ml}$ a $\geq 999 \text{ ml}$
<b>Batería de respaldo</b>	
Tiempo de respaldo de batería recargable	$\geq 4$ horas
<b>Accesorios</b>	
Soporte rodable que permita el montaje del equipo y traslado	Uno (1)
OTRAS ESPECIFICACIONES	
Energía / Alimentación	110 ~ 127 VAC / 60 Hz
Garantía técnica fabricante	Dos (2) años a partir de la fecha de recepción definitiva del bien
Certificados de Calidad del Equipo	Al menos una (1) de las siguientes certificaciones: FDA / CE

Anexo 7: Ficha técnica, bomba de infusión

EQUIPO BIOMÉDICO	
DATOS GENERALES	
CÓDIGO DNES N°:	MON-04-R06
REVISIÓN:	SEXTA
NOMBRE ECRI:	Unidades para Hemodiálisis
CÓDIGO ECRI:	11-218
NOMBRE GENÉRICO:	UNIDADES PARA HEMODIALISIS
PERIODO DE VIGENCIA:	Desde: 01/01/2021 Hasta: 31/12/2021
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ATRIBUTO	VALOR
<b>Control / Visualización / Material</b>	
Pantalla para visualización de parámetros	Requerido
Temperatura de Dializado	$\geq 30^{\circ}\text{C}$ a $\leq 40^{\circ}\text{C}$
Conductividad de Dializado	Concentración total: $\geq 9$ a $\leq 18$ mS/cm Bicarbonato: $\geq 1$ a $\leq 9$ mS/cm
Flujo del líquido Dializante	$\geq 300$ a $\leq 1000$ ml/min
Sistema de Ultrafiltración	$\geq 0$ a $\leq 6$ l/hr o su equivalente
Presión Arterial	Superior o igual a -400 a 650 mmHg
Presión Venosa	Superior o igual a -200 a 550 mm Hg
<b>Bombas</b>	
Bomba de Sangre	$\geq 0$ a $\leq 600$ mL/min
Bomba de Heparina	$\geq 0$ a $\leq 10$ mL/h
<b>Detectores</b>	
Detector de Burbujas de Aire	Requerido
Detector de Fugas Sanguíneas	Requerido
<b>Desinfección y Lavado</b>	
Desinfección química y térmica programable	Requerido
Desinfección mediante agentes desinfectantes	Requerido
<b>Sistemas de Seguridad y Alarmas</b>	
Alarma de falta de suministro de agua	Requerido
Alarma de falla de suministro eléctrico	Requerido
Alarma de conductividad del dializado	Requerido
Alarma de Temperatura del líquido de diálisis	Requerido
Alarma de Presión arterial y venosa	Requerido
Alarma de fuga de sangre	Requerido
Alarma de Conductividad	Requerido
Base dotada de 4 (cuatro) ruedas con sistema de frenado	Requerido
<b>Accesorios</b>	
Batería recargable	Una (1)
Dializadores de alto coeficiente de ultrafiltración.	Un juego de tres (3)
Líneas venosas de recambio	Un juego de diez (10), para puesta en funcionamiento del equipo
OTRAS ESPECIFICACIONES	
Energía / Alimentación	110 ~ 127 VAC / 60 Hz
Garantía técnica fabricante	Dos (2) años a partir de la recepción definitiva del bien
Certificados de Calidad del Equipo	Al menos una (1) de las siguientes certificaciones: FDA / CE

Anexo 8: Ficha técnica, máquina de hemodiálisis

EQUIPO BIOMÉDICO	
DATOS GENERALES	
CÓDIGO DNES N°:	ECO-01-R09
REVISIÓN:	NOVENA
NOMBRE ECRI:	Sistemas de Exploración, por Ultrasonido, Cardiacos
CÓDIGO ECRI:	17-422
NOMBRE GENÉRICO:	ECOCARDIOGRAFO
PERIODO DE VIGENCIA:	Desde: 01/01/2021 Hasta: 31/12/2021
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ATRIBUTO	VALOR
<b>Aplicaciones Clínicas</b>	
Doppler tisular avanzado:	Velocidad
	Desplazamiento
	Sincronización
	Deformación longitudinal global (presentación de resultados en ojo de buey)
Cálculo de la fracción de eyección automática	Requerido
Cálculo de la presión capilar pulmonar	Requerido
Eco estrés	Requerido
Evaluación automática de la válvula aórtica	Requerido
Software de análisis 4D ventrículo derecho	Opcional
Software de análisis 4D válvula mitral	Requerido
Proyecciones predefinidas de 4D en solo botón, 4CH, 2CH, plax y válvula mitral	Requerido
Análisis automático 4D del ventrículo izquierdo que obtenga dimensiones y medidas	Opcional
Análisis automático 2D del ventrículo izquierdo que obtenga dimensiones y medidas	Requerido
Software de análisis 2D ventrículo derecho	Requerido
Aplicaciones neonatales y pediátricas	Opcional
<b>Sistemas de imagen y procesamiento</b>	
Capacidad de almacenamiento	≥ 500 GB

Anexo 9: Ficha técnica, ecógrafo

EQUIPO BIOMÉDICO	
DATOS GENERALES	
CÓDIGO DNES N°:	CEN-02-R09
REVISIÓN:	NOVENA
NOMBRE ECRI:	Sistemas de Monitoreo Fisiológicos
CÓDIGO ECRI:	12-636
NOMBRE GENÉRICO:	CENTRAL DE MONITOREO DE TREINTA Y DOS TERMINALES
PERIODO DE VIGENCIA:	Desde: 01/01/2021 Hasta: 31/12/2021
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ATRIBUTO	VALOR
<b>Requerimientos de la Pantalla</b>	
Pantalla principal táctil a color	Requerido
Tamaño mínimo	21" o superior
Tipo de pantalla	LCD o TFT o similar
<b>Requerimientos del CPU</b>	
Procesador	Mínimo de doble núcleo
Salida de audio y video	Requerido
Sistema de Conectividad de Red	LAN ETHERNET (Puerto RJ45) y WLAN o superior
Sistema Operativo con licencia	Requerido
<b>Control / Visualización / Monitoreo</b>	
Capacidad de Monitoreo en red	≥ 32 terminales o pacientes
Visualización de tendencias	Requerido
Visualización de curvas fisiológicas	≥ Cinco (5) parámetros por paciente en tiempo real
Despliegue de curvas fisiológicas y valores numéricos mínimos	ECG
	Presión Invasiva (IBP)
	Presión No Invasiva (NIBP)
	Saturación de oxígeno (SpO2)
	Capnografía (CO2 / ectCO2)
	Frecuencia respiratoria
Análisis de segmento ST	Requerido
Análisis de arritmias	Requerido
Tiempo de visualización continua de datos	≥ 72 horas
Interfaz de salida de datos de la Central mínimo	HL7 (Health Level Seven) versión 2.3 o superior
Sistema de generación de Informes	Opcional

Anexo 10: Ficha técnica, central de monitoreo

EQUIPO BIOMÉDICO	
DATOS GENERALES	
CÓDIGO DNES N°:	MON-01-R12
REVISIÓN:	DÉCIMA SEGUNDA
NOMBRE ECRI:	Monitores, de Cabecera, Fisiológicos
CÓDIGO ECRI:	20-170
NOMBRE GENÉRICO:	MONITOR DE SIGNOS VITALES BÁSICO
PERIODO DE VIGENCIA:	Desde: 01/01/2021 Hasta: 31/12/2021
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ATRIBUTO	VALOR
Requerimientos de la Pantalla del Monitor	
Pantalla a color	Requerido
Tamaño mínimo	10" o superior
Tipo de Pantalla	LCD o TFT o superior
Aplicación	
Uso en pacientes adultos y pediátricos	Requerido
Control / Visualización / Monitoreo	
Periféricos de entrada	Botones de acceso integrados al monitor o pantalla táctil
Visualización de tendencias	Requerido
Visualización de curvas fisiológicas	Requerido
Despliegue de curvas fisiológicas y valores numéricos mínimos	ECG
	Frecuencia Cardíaca (FC)
	Saturación de Oxígeno (SPO2)
	Presión Arterial No Invasiva (NIBP)
Temperatura	
Selección derivadas ECG mínima	Configuración para 3 y 5 derivaciones: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V
Detección o rechazo del pulso del marcapasos	Requerido
Detección de Arritmias	≥ Cinco (5) arritmias
Rango de medición SPO2	≤ 35% a 100%, con resolución ± 5 % o menor
Rango de medición frecuencia respiratoria (rpm)	≤ 5 a ≥ 80 rpm, con resolución ± 2 rpm o menor
Rango de medición Frecuencia Cardíaca (lpm)	≤ 60 lpm a ≥ 200 lpm, con resolución ± 5 lpm o menor
Medición NIBP	Sistólica, diastólica y media
Rango de medición NIBP	≤ 20 mmHg a ≥ 250 mmHg
Modos de medición NIBP mínimos	Manual y automático

Anexo 11: Ficha técnica, monitor de signos vitales

<b>DISPOSITIVO MÉDICO</b>	
<b>DATOS GENERALES</b>	
CÓDIGO DNES N°:	EQU-01-R09
REVISIÓN:	NOVENA
NOMBRE ECRI:	Resucitadores, pulmonares, manuales
CÓDIGO ECRI:	13-367
NOMBRE GENÉRICO:	EQUIPO DE REANIMACIÓN ADULTO Y PEDIÁTRICO
PERIODO DE VIGENCIA:	Desde: 01/01/2021      Hasta: 31/12/2021
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
ATRIBUTO	VALOR
<b>Control / Visualización / Material</b>	
Tipo de paciente	Adulto y pediátrico
Material de la bolsa	Silicona
Capacidad de la bolsa	≥ 1500 ml
Tipo de desinfección	Autoclave y/o esterilizador
<b>Accesorios</b>	
Bolsa de reservorio para oxígeno	Una (1) de ≥ 1500 ml
Mascarilla N° 3	Una (1) reutilizable
Mascarilla N° 5	Una (1) reutilizable
Válvula PEEP	Cuatro (4)
Válvula liberadora de presión	Cuatro (4)
Tubo de Guedel N° 3	Uno (1)
Tubo de Guedel N° 5	Uno (1)
Estuche de transporte	Uno (1) propio del equipo
<b>OTRAS ESPECIFICACIONES</b>	
Energía / Alimentación	No aplica
Garantía técnica fabricante	Dos (2) años a partir de la fecha de recepción definitiva del equipo.
Certificados de Calidad del Equipo	Al menos una (1) de las siguientes certificaciones: FDA / CE / ISO 13485

Anexo 12: Ficha técnica, equipo de reanimación



**EQUIPO BIOMÉDICO**


**DATOS GENERALES**

<b>CÓDIGO DNES N°:</b>	<b>RES-06-R09</b>
<b>REVISIÓN:</b>	<b>NOVENA</b>
<b>NOMBRE ECRI:</b>	<b>Ventiladores, Cuidados Intensivos, de adultos</b>
<b>CÓDIGO ECRI:</b>	<b>18-792</b>
<b>NOMBRE GENÉRICO:</b>	<b>VENTILADOR PARA CUIDADOS INTENSIVOS</b>
<b>PERIODO DE VIGENCIA:</b>	Desde: 01/01/2021   Hasta: 31/12/2021


**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

<b>ATRIBUTO</b>	<b>VALOR</b>
<b>Control / Visualización / Material</b>	
Tipo de paciente	Adulto y pediátrico
Ventilación controlada por volumen	SIMV, CMV, Volumen asegurado en ventilación espontánea y controlada, ciclado por flujo
Ventilación controlada por presión	PC, Soporte de presión, APRV
Ventilación no invasiva	Para todos los modos ventilatorios
Ventilación espontánea	Requerido
Volumen tidal	De $\leq 20$ ml a $\geq 2000$ ml
Tiempo inspiratorio	De $\leq 0,25$ seg a $\geq 10$ seg
Presión soporte	De 0 a $\geq 60$ mbar
Concentración de oxígeno	De $\leq 21\%$ a $100\%$
Flujo de disparo	De $\leq 1$ l/min a $\geq 9$ l/min
Frecuencia respiratoria	De $\leq 3$ rpm a $\geq 120$ rpm
PEEP	De $\leq 1$ mbar a $\geq 50$ mbar
C20/C	Requerido
Pantalla	$\geq 15$ pulgadas
Mandos para ajustar parámetros	Táctil
Formas de onda mínimas	Presión, flujo, volumen y CO <sub>2</sub>
Formas de onda en pantalla simultaneas	$\geq 3$ (tres)
Compensación de fugas	Automático
Compensación de tubo Endotraqueal	Requerido
Nebulizador	Requerido
Valores pulmonares	Compliance y resistencia (inspiratoria y espiratoria)
Terapia de oxígeno	Alto flujo Para succión
Medición constantes de tiempo	Requerido
Tendencias	Mínimo 500 eventos y /o $\geq 3$ días
Capacidad de almacenamiento de bucles	Requerido


Anexo 13: Ficha técnica, ventilador mecánico

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO MÉDICO - MOBILIARIO CLÍNICO		
		COORDINACIÓN NACIONAL DE EQUIPAMIENTO SANITARIO
Ficha Técnica:	OXI-02 Rev-01	
Código:	OXI-02	
Revisión:	Rev-01	
Mes-Año:	Mayo - 2021	
Vigencia:	Desde: 21-05-2021	
	Hasta: 31-12-2022	
Tipo:	Equipo médico	
DATOS GENERALES		
Nombre:		EQUIPO DE TERAPIA DE OXIGENACIÓN - ALTO FLUJO
ATRIBUTO	ITEM	VALOR
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS REQUERIDAS:		
Características generales		
Tipo de paciente	1.01	Adulto y pediátrico
Características específicas		
Regulación de Flujo	2.01	Requerido, de $\leq 2$ lpm a $\geq 60$ lpm
Temperatura de aire humidificado	2.02	$37^{\circ} \text{ C} \pm 3^{\circ} \text{ C}$
Regulación de concentración de oxígeno	2.03	Requerido
Accesorios y Consumibles		
Accesorios	3.01	Una (1) cámara/reservorio de humidificación de agua
	3.02	Un (1) flujómetro de oxígeno, rango de acuerdo a recomendación del fabricante (en caso de requerir el equipo)
	3.03	Un (1) cable de alimentación a red de voltaje
	3.04	Un (1) coche de transporte para todo el sistema
	3.05	Una (1) manguera de conexión para oxígeno. Tipo de conector de pared definido por el establecimiento de salud.
	3.06	Una (1) canasta en el pedestal
Consumibles	3.04	Cuatro (4) circuitos respiratorios descartables
	3.05	Cuatro (4) cánulas nasales descartables. Tamaño a elección del establecimiento de salud
OTRAS ESPECIFICACIONES:		
Energía/alimentación	4.01	110~127 VAC - 60 Hz
Certificación	4.02	Certificaciones FDA y/o CE y/o ISO 13485 o similar.
Garantía técnica	4.03	Durante el tiempo de vida útil del equipo. En los dos primeros años de vida útil, los repuestos, piezas y mantenimiento (preventivo y/o correctivo) que requiera el equipo deben ser cubiertos por el proveedor, sin ningún costo para la entidad contratante durante este período.
Garantía de repuestos, piezas y accesorios	4.04	Durante la vida útil el proveedor garantizará la disponibilidad de repuestos, piezas y accesorios que requiera el equipo.

Anexo 14: Ficha técnica, equipo de alto flujo

		<b>COORDINACIÓN NACIONAL DE EQUIPAMIENTO SANITARIO</b>	
Ficha Técnica:	DES-06 Rev-03		
Código:	DES-06		
Revisión:	Rev-03		
Mes-Año:	Diciembre - 2020		
Vigencia:	Desde: 01-01-2021		
	Hasta: 31-12-2022		
Tipo:	Equipo médico		
<b>DATOS GENERALES</b>			
Nombre:		DESFIBRILADOR BIFASICO - MONITOR Y PALETAS EXTERNAS INCLUIDOS	
<b>ATRIBUTO</b>	<b>ITEM</b>	<b>VALOR</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS REQUERIDAS:</b>			
<b>Características generales</b>			
Características	1.01	Pantalla LCD o TFT o LED, tamaño mínimo de 6".	
	1.02	Indicador de batería.	
	1.03	Con Sistema De Aviso De Shock (DEA o AED: Desfibrilación Externa Automática) para pacientes adultos y pediátricos.	
Desfibrilación – Cardioversión	1.04	Tiempo de carga ≤ 8 segundos a máxima energía.	
	1.05	Onda bifásica.	
	1.06	Energía ajustable hasta 200J o mayor.	
	1.07	Control de inicio de carga y descarga desde las paletas externas.	
	1.08	Con dos juegos de paletas externas, uno para adulto y otro pediátrico, deslizables o montables entre ellas.	
	1.09	Cardioversión sincronizada.	
	1.10	Desfibrilación con electrodos de adherencia descartables.	
Electrocardiograma (ECG)	1.11	Adquisición de ECG a través de cable de paciente, mínimo 6 derivaciones: I, II, III, aVR, aVL, aVF.	
	1.12	Alarmas respecto a los parámetros.	
Marcapasos Externo	1.13	Marcapasos transcutáneo.	
	1.14	Margen de frecuencias de: 30 a 170 lpm (latidos por minuto) o mayor rango.	
	1.15	Corriente estimulación ajustable dentro del rango 0 a 200 mA (Miliamperios).	
	1.16	Funcionamiento en modo fijo y a demanda.	
Registrador	1.17	Impresora/registrador térmico.	
	1.18	Almacenamiento de datos, resumen de sucesos/eventos y mediciones.	
<b>Accesorios y Consumibles</b>			
Accesorios	2.01	Dos cables troncales ECG (de al menos tres leads), con dos juegos de leads por cada cable troncal.	
	2.02	Dos cables troncales de ECG (de cinco leads), con dos juegos completos de leads por cada cable troncal.	
	2.03	Diez pares de electrodos descartables tamaño adulto para marcapasos externo y desfibrilación a manos libres, con un cable-conector al equipo como mínimo.	
	2.04	Diez pares de electrodos descartables tamaño pediátrico para marcapasos externo y desfibrilación a manos libres, con un cable- conector al equipo como mínimo.	
	2.05	Cien electrodos de ECG descartables tipo broche para piel.	
	2.06	Cinco frascos de gel electro conductor.	
	2.07	Diez rollos de papel termo sensible para impresión.	
	2.08	Cable de alimentación con toma a tierra.	
<b>OTRAS ESPECIFICACIONES:</b>			
Energía/alimentación	3.01	Vac: Dentro del rango de 110 V a 125 V, 60 Hz y baterías recargables.	

Anexo 15: Ficha técnica, desfibrilador

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO MÉDICO - MOBILIARIO CLÍNICO		
		COORDINACIÓN NACIONAL DE EQUIPAMIENTO SANITARIO
Ficha Técnica:	ECG-01 Rev-03	
Código:	ECG-01	
Revisión:	Rev-03	
Mes-Año:	Diciembre - 2020	
Vigencia:	Desde: 01-01-2021	
	Hasta: 31-12-2022	
Tipo:	Equipo médico	
DATOS GENERALES		
Nombre:		ELECTROCARDIOGRAFO - 12 DERIVACIONES
ATRIBUTO	ITEM	VALOR
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS REQUERIDAS:		
Características generales		
Descripción	1.01	Equipo ECG de doce (12) derivaciones.
	1.02	Con pantalla a color, tipo LCD, TFT o LED de alta resolución.
	1.03	Con teclado en pantalla táctil o alfa numérico de membrana.
	1.04	Adquisición de 12 derivaciones simultáneamente. Derivaciones de 3-12 canales.
	1.05	Sistema de protección contra desfibriladores.
	1.06	Sistema de detección de marcapasos.
	1.07	Con sistema de registro en pantalla y en impresora de cabezal térmico o similar.
	1.08	Idioma de interface en español.
	1.09	Con software para cálculo de parámetros e interpretación para pacientes adultos y pediátricos.
	1.10	Frecuencia de muestreo de 1000 Hz (muestras/seg) a 4000 Hz (muestras/seg) o mayor.
	1.11	Tipos de filtro: a)Filtro de línea 60Hz, b)Filtro muscular de 25, 35 o 40 Hz y c)Filtro línea base.
	1.12	Ajuste de al menos 3 velocidades entre 5 y 50 mm/s.
	1.13	Ajuste de al menos 2 niveles de sensibilidad o ganancia dentro de 2.5 y 20 mm/mV
	1.14	Rango de respuesta de Frecuencia de 0.05 a 150 Hz o mayor.
	1.15	Almacenamiento desde 200 pruebas como mínimo (Almacenamiento interno y/o externo).
	1.16	Una (1) Batería recargable
	1.17	Transmisión de datos tipo RS-232 y/o USB y/o Ethernet
Accesorios y Consumibles		
Accesorios	2.01	Carro de transporte con ruedas diseñado para transporte del ecg.
	2.02	Dos cables de paciente adulto y pediátrico de mínimo 10 leads
	2.03	8 pinzas miembro electrodo,
	2.04	12 peras pre cordiales
	2.05	Un (1) cable de alimentación
	2.06	Un (1) cable de comunicación.
	2.07	Regulador de voltaje de acuerdo a necesidad del equipo
Consumibles	3.01	Cinco (5) rollos de papel térmico.
	3.02	Mínimo 1 galón gel conductor.

Anexo 16: Ficha técnica, electrocardiógrafo de 12 derivaciones