



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

**PROPUESTA Y ESTUDIO DE UNA SOLUCION DE EFICIENCIA  
ENERGETICA EN LA ILUMINACION DEL HOSPITAL PRIVADO  
SAN JUAN C.A.**

Br. José Rafael Ocanto Barreto

Mérida, Abril , 2018

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

**PROPUESTA Y ESTUDIO DE UNA SOLUCION DE EFICIENCIA  
ENERGETICA EN LA ILUMINACION DEL HOSPITAL PRIVADO  
SAN JUAN C.A.**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electricista

Br. José Rafael Ocanto Barreto

Tutor: Prof. Luz Stella Moreno Martin

Mérida, Abril, 2018

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

**PROPUESTA Y ESTUDIO DE UNA SOLUCION DE EFICIENCIA  
ENERGETICA EN LA ILUMINACION DEL HOSPITAL PRIVADO  
SAN JUAN C.A.**

Br. José Rafael Ocanto Barreto

Trabajo de Grado presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en el nombre de la Universidad de Los Andes por el siguiente jurado.

---

Prof. María Daniela Urriola

Jurado

---

Prof. Carlos Nava

Jurado

---

Prof. Luz Stella Moreno Martin

Tutor

## DEDICATORIA

A mi Señor JESUCRISTO, que siempre estará presente en mi vida. Toda Gloria y toda Honra es para EL.

A mis Padres, José Ocanto y María Barreto, porque cada uno de ustedes cumplió y cumple un rol importante en la formación de mi vida y poder llegar a cumplir esta meta. Este logro les pertenece. Te amo Papa.

A mi FAMILIA, este logro también es de ustedes, por su apoyo incondicional en momentos buenos y malos de la vida, por siempre permanecer junto y por enseñarme el valor de la familia a pesar de la diferencia. LOS BENDIGO y los Amo.

A Damelis Hernández por tu amor y tu apoyo incondicional, por esa palabra que motiva, este logro también es tuyo. Te Queriamo,

A mis amigos, hermanazos y compañeros de batallas Alexander Sánchez y Rafael Dorante fueron piezas importante en la carrera este logro también es de ustedes, al igual a mis amigas Karelia Contreras y Angely Dorante. Se les quiere.

A las familias QUEVEDO, INFANTE, DUGARTE, GARCIA, ARAUJO, DORANTE por apoyarme como mi familia.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo por guiarme y ser mi fortaleza en cada etapa de mi vida.

A la profesora Luz Stella Moreno, tutora de este trabajo, gracias por su dedicación y paciencia al guiarme a realizar este trabajo. Bendiciones.

A las Universidad de Los Andes por ser mi casa de estudio para convertirme en Ingeniero Electricista.

Al ingeniero Leonardo Jiménez, gerente del Hospital Privado San Juan C.A por su confianza y colaboración al abrirme las puertas del recinto.

A los compañeros y amigos de clases que pude conocer durante la carrera por esa ayuda mutua que nos prestábamos.

A los Profesores por su dedicación y motivación durante la carrera.

Br José Rafael Ocanto Barreto. **Propuesta y estudio de una solución de eficiencia energética en la iluminación del Hospital Privado San Juan C.A.** Universidad de Los Andes. Tutor: Luz Stella Moreno Martin. Marzo. 2018.

## RESUMEN

Los hospitales deben tener un sistema de iluminación eficiente que proporcione ambiente de confort con niveles de iluminación adecuados para que el personal que labora en el recinto realice un trabajo con excelencia y precisión, para los pacientes este tipo de ambientes agradable influye sobre su pronta recuperación, por tal motivo se evaluó y analizó las condiciones del sistema de iluminación actual del Hospital Privado San Juan C.A en el estado Barinas. El estudio se llevo a cabo mediante inspecciones realizadas por el autor, mediciones de iluminancia a través de un luxómetro y encuestas aplicadas a los trabajadores y usuarios del hospital, donde dio como resultado que el sistema actual no cumplían con las recomendaciones de las normas COVENIN 2249-93, luego para resolver la problemática se diseñó una propuesta de un sistema de iluminación basado en la tecnología LED usando un programa de simulación llamado DIALUX 4.12, este nuevo sistema de iluminación propuesto fue comparado con el sistema de iluminación actual y comprobado a través del método de costo anual uniforme equivalente donde se concluyó, que es viable, ya que es de gran aporte para el ahorro energético y económico del hospital debido al rendimiento y características de las lámparas LED.

**Descriptores:** LED, Iluminación, Ahorro Energético, Tecnología, DIALUX

# INDICE GENERAL

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
RESUMEN.....	v
INTRODUCCION .....	1
<b>CAPITULO I</b> .....	3
PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACION .....	4
1.3. OBJETIVOS .....	5
1.3.1. Generales.....	5
1.3.2. Específicos .....	5
1.4. METODOLOGIA .....	5
1.5 ALCANCE.....	6
1.6 LIMITACIONES .....	6
<b>CAPITULO II</b> .....	7
MARCO TEORICO.....	7
2.1 LUZ, VISION Y COLOR .....	7
2.1.1 Luz.....	7
2.1.2 Espectro Electromagnético.....	7
2.1.3 Control de la luz .....	8
2.1.4 Visión .....	9
2.1.5 Mecanismo de la Visión.....	10
2.1.6 Capacidad Visual.....	11
2.1.7 Factores que influyen en la visión.....	13

La calidad de una imagen que se forma en la retina del ojo, depende de factores externos los cuales pueden ser subjetivos u objetivos.....	13
2.1.8 Color.....	13
2.1.9 Características Cromáticas de las fuentes de Luz.....	14
2.2 FOTOMETRIA .....	16
2.2.1 LUMINOTECNIA .....	16
2.2.2 ANGULO SOLIDO .....	16
2.2.3 FLUJO LUMINOSO.....	17
2.2.4 INTENSIDAD LUMINOSA.....	17
2.2.5 ILUMINANCIA.....	17
2.2.6 ILUMINANCIA MEDIA.....	18
2.2.7 LUMINANCIA .....	18
2.2.8 EFICIENCIA LUMINOSA.....	19
2.2.9 EFICIENCIA ENERGETICA.....	20
2.2.10 LUXOMETRO.....	21
2.3 FUENTES DE LUZ.....	22
2.4 SISTEMAS DE ILUMINACION EN AMBIENTES HOSPITALARIOS .....	25
2.4.1 Luminarias.....	25
2.4.2 Tipos de luminarias recomendadas .....	25
2.4.3 Tipos de lámparas recomendadas.....	27
2.4.4 Métodos de iluminación .....	27
2.5 RECOMENDACIONES DE ILUMINACION EN AMBIENTES HOSPITALARIOS .....	28
2.5.1 Iluminación de habitaciones de hospitalización.....	29
2.5.2 Iluminación de salas de reconocimientos y tratamiento.....	30
2.5.3 Iluminación de quirófanos.....	31
2.5.4 Iluminación en unidades de cuidados intensivos UCI's.....	31
2.5.5 Iluminación en áreas de servicios.....	32
2.5.6 Iluminación en servicio de emergencias .....	32
2.6 NORMA COVENIN 2249-93: ILUMINANCIAS EN TAREAS Y AREAS DE TRABAJO	32
2.7 DETERMINACION DE LA ILUMINANCIA DE UN AMBIENTE SEGÚN LA NORMA COVENIN 2249-93 .....	34
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>35</b>

ESTUDIO DE ENCUESTAS .....	35
3.1 ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL QUE LABORA EN EL HOSPITAL PRIVADO “SAN JUAN” .....	36
3.2 ENCUESTA DIRIGIDA A LOS USUARIOS QUE ASISTEN AL HOSPITAL PRIVADO “SAN JUAN” .....	43
<b>CAPITULO IV</b> .....	47
ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN.....	47
4.1    PISO 5 .....	48
4.1.1 Quirófanos.....	48
4.1.2 UCI’s .....	53
4.1.3 Banco de Sangre.....	54
4.1.4 Espacio común piso 5 y pasillo piso 4 .....	55
4.2    PISO 6 .....	56
4.2.1 Servicio piso 6.....	56
4.3    PISO 4 .....	57
4.3.1 Habitaciones piso 4. ....	57
4.3.2 Servicio piso 4.....	58
4.4    PISO 3 .....	59
4.4.1 Pasillo piso 3 .....	59
4.4.2 Habitaciones piso 3 .....	60
4.4.3 Estar de Enfermería piso 3. ....	62
4.4.4 Unidad de Gastroenterología.....	63
4.4.5 Unidad de Cardiología (Hemodinamia) .....	64
4.4.6 Oficina de archivo. ....	65
4.5    PISO 2 .....	66
4.5.1 Pasillos piso 2.....	66
4.5.2 Consultorios piso 2.....	66
4.5.3 Habitaciones piso 2 .....	68
4.5.4 Oficinas piso 2.....	69
4.5.5 Servicios piso 2 .....	69
4.6    PISO 1 .....	70

4.6.1 Pasillos piso 1 .....	70
4.6.2 Consultorios piso 1 .....	70
4.6.3 Servicio piso 1 .....	72
4.7 PLANTA BAJA .....	72
4.7.1 Pasillos planta baja .....	72
4.7.2 Área de Rayos X .....	73
4.7.3 Área de Emergencia .....	73
4.7.4 Laboratorio .....	74
4.7.5 Estar de enfermería planta baja .....	74
4.7.6 Oficinas planta baja .....	75
4.7.7 Servicios planta baja .....	75
4.8 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACION ACTUAL DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN .....	76
4.8.1 Número de lámparas usadas actualmente en el Hospital Privado San Juan .....	77
4.8.2 Índice de Eficiencia Energética de algunas aéreas del Hospital Privado San Juan .....	78
<b>CAPITULO V</b> .....	79
<b>PROPUESTA DE UNA SOLUCION DE EFICIENCIA ENERGETICA EN LA ILUMINACION</b> .....	79
5.1 PISO 5 .....	80
5.1.1 Quirófanos .....	80
5.1.2 UCI's .....	82
5.1.3 Banco de Sangre .....	82
5.2 PISO 6 .....	83
5.2.1 Servicio piso 6 .....	83
5.3 PISO 4 .....	83
5.3.1 Pasillo piso 4 .....	83
5.3.2 Habitaciones piso 4 .....	84
5.3.3 Servicio piso 4 .....	85
5.4 PISO 3 .....	86
5.4.1 Pasillo piso 3 .....	86
5.4.2 Habitaciones piso 3 .....	86
5.4.3 Estar de Enfermería piso 3 .....	87

5.4.4 Unidad de Gastroenterología.....	87
5.4.5 Unidad de Cardiología (Hemodinamia) .....	88
5.4.6 Oficina de archivo .....	88
5.5 PISO 2 .....	89
5.5.1 Pasillos piso 2.....	89
5.5.2 Consultorios piso 2.....	89
5.5.3 Habitaciones piso 2 .....	90
5.5.4 Oficinas piso 2.....	91
5.5.5 Servicios piso 2 .....	91
5.6 PISO 1 .....	92
5.6.1 Pasillos piso1 .....	92
5.6.2 Consultorios piso 1 .....	92
5.6.3 Servicio piso 1 .....	93
5.7 PLANTA BAJA .....	94
5.7.1 Pasillos planta baja .....	94
5.7.2 Área de Rayos X .....	94
5.7.3 Área de Emergencia .....	94
5.7.5 Estar de enfermería planta baja .....	95
5.7.6 Oficinas planta baja.....	95
5.7.7 Servicios planta baja.....	96
5.8 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACION PROPUESTO EN EL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN.....	96
5.9 ESTUDIO ENERGETICO Y ECONOMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACION ACTUAL Y EL SISTEMA DE ILUMINACION PROPUESTO PARA EL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN C.A .....	97
5.9.3 Calculo de costo de lámparas utilizadas en el sistema de iluminación actual y propuesto. .....	98
5.9.3 Calculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE).....	99
CONCLUSIONES .....	101
RECOMENDACIONES .....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	103

# INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO .....	8
FIGURA 2. 2 EL OJO.....	10
FIGURA 2. 3 MECANISMO DE LA VISIÓN .....	11
FIGURA 2. 4 CAMPO VISUAL HORIZONTAL .....	12
FIGURA 2. 5 CAMPO VISUAL VERTICAL .....	12
FIGURA 2. 6 LONGITUD DE ONDA DEL COLOR .....	14
FIGURA 2. 7 TEMPERATURA DE COLOR.....	14
FIGURA 2. 8 LUMINANCIA .....	19
FIGURA 2. 9 LUXÓMETRO .....	21
FIGURA 2. 10 LÁMPARAS FLUORESCENTES .....	23
FIGURA 2. 11 LÁMPARAS LED .....	25
FIGURA 4. 1 VALORES DE ILUMINANCIA MEDIDOS EN EL QUIRÓFANO C.....	49
FIGURA 4. 2 QUIRÓFANO C DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN.....	49
FIGURA 4. 3 FAENA LIMPIA DE QUIRÓFANO DEL HOSPITAL PRIVADO. ....	50
FIGURA 4. 4 SALA DE RECUPERACIÓN DE QUIRÓFANO.....	51
FIGURA 4. 5 SALA DE DESCANSO DEL PERSONAL QUE LABORA EN QUIRÓFANO .....	52
FIGURA 4. 6 PASILLO PRINCIPAL DE QUIRÓFANO .....	52
FIGURA 4. 7 BANCO DE SANGRE.....	55
FIGURA 4. 8 PASILLO LATERAL 2 DEL PISO 3.....	60
FIGURA 4. 9 PASILLO CENTRAL PISO 3 .....	60
FIGURA 4. 10 HABITACIÓN DE HOSPITALIZACIÓN DEL PISO 3.....	62
FIGURA 4. 11 ESTAR DE ENFERMERÍA PISO 3.....	63
FIGURA 4. 12 UNIDAD DE GASTROENTEROLOGÍA.....	64
FIGURA 4. 13 SALA DE ESTUDIO 1.....	65
FIGURA 4. 14 SALA DE ESTUDIO 2.....	65
FIGURA 5. 1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO EN EL QUIRÓFANO C. ....	80
FIGURA 5. 2 CURVAS ISOLINEAS EN EL PLANO DE QUIRÓFANO C. ....	80
FIGURA 5. 3 SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO PARA LA HABITACIÓN 28. ....	84
FIGURA 5. 4 CURVAS ISOLINEAS EN EL PLANO DE LA HABITACIÓN 28. ....	84

# INDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO 3. 1 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 1 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	36
GRÁFICO 3. 2 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 2 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	37
GRÁFICO 3. 3 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 3 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	38
GRÁFICO 3. 4 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 4 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	39
GRÁFICO 3. 5 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 5 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	39
GRÁFICO 3. 6 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 6 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	40
GRÁFICO 3. 7 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 7 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	41
GRÁFICO 3. 8 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 8 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	41
GRÁFICO 3. 9 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 9 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	42
GRÁFICO 3. 10 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 10 DE LA ENCUESTA APLICADA AL PERSONAL QUE LABORA EN HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	43
GRAFICO 4. 1 PORCENTAJE DE LÁMPARAS USADAS Y EN MAL ESTADO DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN.....	77

# INDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1 APARIENCIA DE COLOR .....	15
TABLA 2. 2 CATEGORÍAS DE ÍNDICES DE REPRODUCCIÓN DE COLOR.....	15
TABLA 2. 3 SENSACIONES DE LOS COLORES. ....	16
TABLA 2. 4 CLASIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	21
TABLA 2. 5 TIPOS DE LUMINARIAS RECOMENDADAS.....	26
TABLA 2. 6 ILUMINANCIA RECOMENDADA. ....	33
TABLA 3. 1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS USUARIOS DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN.....	44
TABLA 4. 1 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DEL QUIRÓFANO C DEL HOSPITAL PRIVADO.....	49
TABLA 4. 2 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN EN LOS QUIRÓFANOS RESTANTES.....	50
TABLA 4. 3 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE FAENAS DE QUIRÓFANO .....	51
TABLA 4. 4 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE LAS SALAS DE QUIRÓFANO.....	52
TABLA 4. 5 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE LOS PASILLOS DE QUIRÓFANOS. .	53
TABLA 4. 6 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE LUGARES PERTENECIENTES AL ÁREA DE UCIS.....	54
TABLA 4. 7 CARACTERÍSTICA DE MEDICIÓN DEL BANCO DE SANGRE .....	54
TABLA 4. 8 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DEL ÁREA COMÚN EN PISO 5 Y PASILLO PISO 4.....	55
TABLA 4. 9 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DEL PISO 6 HOSPITAL PRIVADO.....	56
TABLA 4. 10 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE HABITACIONES PISO 4. ....	58
TABLA 4. 11 CARACTERÍSTICA DE MEDICIÓN DEL ÁREA DE SERVICIO PISO 4. ....	58
TABLA 4. 12 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE LOS PASILLOS PISO3.....	59
TABLA 4. 13 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE LAS HABITACIONES PISO 3.....	61
TABLA 4. 14 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DEL ESTAR DE ENFERMERÍA PISO 3.	62
TABLA 4. 15 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIONES DE LA UNIDAD DE GASTROENTEROLOGÍA.....	63
TABLA 4. 16 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE LA UNIDAD DE CARDIOLOGÍA....	64

TABLA 4. 17 CARACTERÍSTICA DE MEDICIÓN DE LA OFICINA DE ARCHIVO.....	65
TABLA 4. 18 CARACTERÍSTICA DE MEDICIÓN DE PASILLOS PISO 2.....	66
TABLA 4. 19 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE LOS CONSULTORIOS PISO 2. ....	67
TABLA 4. 20 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE HABITACIONES PISO 2. ....	68
TABLA 4. 21 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE OFICINAS PISO 2.....	69
TABLA 4. 22 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE LAS ÁREAS DE SERVICIO PISO 2. 69	
TABLA 4. 23 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE PASILLOS PISO 1. ....	70
TABLA 4. 24 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE CONSULTORIOS PISO 1.....	70
TABLA 4. 25 CARACTERÍSTICA DE MEDICIÓN DE LAS ÁREAS DE SERVICIO PISO 1... 72	
TABLA 4. 26 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN PASILLOS PLANTA BAJA.....	72
TABLA 4. 27 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DEL ÁREA DE RAYOS X.....	73
TABLA 4. 28 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DEL ÁREA DE EMERGENCIA. ....	73
TABLA 4. 29 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DEL LABORATORIO.....	74
TABLA 4. 30 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE ESTA DE ENFERMERÍA PLANTA BAJA.....	74
TABLA 4. 31 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE OFICINAS PLANTA BAJA.....	75
TABLA 4. 32 CARACTERÍSTICAS DE MEDICIÓN DE ÁREA DE SERVICIO PLANTA BAJA. .....	75
TABLA 4. 33 TIPOS DE LÁMPARAS INSTALADAS EN EL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN.....	76
TABLA 4. 34 IEE DE ALGUNAS ÁREAS DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	78
TABLA 5. 1 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA LOS DEMÁS QUIRÓFANOS. ....	81
TABLA 5. 2 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA LAS FAENAS DEL ÁREA DE QUIRÓFANO. ....	81
TABLA 5. 3 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA LAS SALAS EN EL ÁREA DE QUIRÓFANO. ....	81
TABLA 5. 4 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA LOS PASILLOS EN EL ÁREA DE QUIRÓFANOS .....	82
TABLA 5. 5 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA EL ÁREA DE UCIS.....	82

TABLA 5. 6 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA BANCO DE SANGRE.....	82
TABLA 5. 7 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN SERVICIOS PISO 6.....	83
TABLA 5. 8 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA HABITACIONES DE PISO 4. ....	85
TABLA 5. 9 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA ÁREA DE SERVICIO DE PISO 4. ....	85
TABLA 5. 10 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA PASILLOS DE PISO 3. ....	86
TABLA 5. 11 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA HABITACIONES PISO 3.....	86
TABLA 5. 12 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA ESTAR DE ENFERMERÍA PISO 3.....	87
TABLA 5. 13 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA UNIDAD DE GASTROENTEROLOGÍA.....	87
TABLA 5. 14 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA UNIDAD DE CARDIOLOGÍA. ....	88
TABLA 5. 15 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA PASILLOS PISO 2.....	89
TABLA 5. 16 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA CONSULTORIOS PISO 2.....	89
TABLA 5. 17 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA HABITACIONES PISO2.....	90
TABLA 5. 18 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA OFICINAS PISO2.....	91
TABLA 5. 19 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA SERVICIOS PISO 2.....	91
TABLA 5. 20 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA PASILLOS PISO1.....	92
TABLA 5. 21 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA CONSULTORIOS PISO 1.....	92

TABLA 5. 22 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA SERVICIO PISO 1.....	93
TABLA 5. 23 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA PASILLOS PLANTA BAJA. ....	94
TABLA 5. 24 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA ÁREA DE RAYOS X. ....	94
TABLA 5. 25 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA ÁREA DE EMERGENCIA. ....	94
TABLA 5. 26 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA LABORATORIO. ....	95
TABLA 5. 27 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA ESTAR DE ENFERMERÍA PLANTA BAJA.....	95
TABLA 5. 28 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA OFICINAS PLANTA BAJA.....	95
TABLA 5. 29 CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA SERVICIO PLANTA BAJA.....	96
TABLA 5. 30 POTENCIA CONSUMIDA POR LAS LÁMPARAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO.....	96
TABLA 5. 31 GASTO ANUAL DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO.....	98
TABLA 5. 32 PRECIO DE LAS LÁMPARAS UTILIZADAS EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN.....	98
TABLA 5. 33 PRECIO DE LAS LUMINARIAS USADAS EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO CON TECNOLOGÍA LED PARA EL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. .	99
TABLA 5. 34 COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN. ....	100

## INTRODUCCION

La iluminación es una necesidad humana, por lo tanto es esencial para el bienestar y la salud, en los hospitales la iluminación debe servir para dos objetivos fundamentales: en primer lugar garantizar las óptimas condiciones visuales al personal para desarrollar las tareas correspondientes y segundo contribuir en una atmósfera en la que el paciente se sienta confortable. La tecnología en el ámbito de la iluminación ha evolucionado de una forma impresionante en los últimos años: Sistemas de iluminación más eficientes, sistemas de control que permiten adaptar las necesidades lumínicas a las demandas en cada momento, permiten reducir de una forma muy importante el consumo energético de las instalaciones sin perjuicio en las prestaciones visuales de la misma.

El hospital privado “San Juan”, brinda servicios a los usuarios como: hospitalización, sala de emergencia, cirugías, servicios de salud, consultas médicas, médicos especialistas, medicina especializada, laboratorios, banco de sangre, área de cardiología, gastroenterología, radiología, entre otros; cuenta con una planta baja y 6 pisos, al transcurrir los años han ido deteriorando sus instalaciones eléctricas, en los últimos años el nivel de deterioro ha dejado como consecuencia un piso completo inhabilitado que pertenece al área de hospitalización y el cual no cuenta con ningún tipo de iluminación, ya que las lámparas de las luminarias no funcionan o no están instaladas. Actualmente el sistema de iluminación en las instalaciones del hospital cuenta con lámparas Fluorescentes tubulares: lineales y circulares, bombillas ahorradoras e incandescentes, las cuales muchas se encuentran en mal estado o no existen.

Debido a las condiciones mencionadas, la adaptación visual es deficiente ya que el tipo de lámparas existentes no permiten una eficiencia energética. Una vez descrita y estudiadas las características del centro hospitalario es necesario atender a las necesidades de iluminación en cada ambiente, tomando en cuenta las recomendaciones publicadas en las normas COVENIN y presentando una propuesta de un nuevo sistema de iluminación usando la tecnología LED, este tipo de iluminación es de gran aporte al ahorro energético

debido al rendimiento y características cromáticas de las lámpara Led. Para garantizar la propuesta y ver si es viable también se realizaran estudios económicos.

En el capítulo I de este trabajo se encuentra el planteamiento del problema como también los objetivos que se quieren alcanzar y la metodología a usar. En el capítulo II se tiene la base teórica que se usaran para darle solución al problema planteado.

En el capítulo III se realiza un análisis a las encuestas realizadas al personal que labora y a las personas que hacen uso de las instalaciones del Hospital Privado San Juan, con el fin de recolectar información necesaria para la solución del problema planteado

En el capítulo IV se da conocer las condiciones del sistema de iluminación actual del Hospital, donde los valores de iluminación medidos son comparados con los valores recomendados por la norma COVENIN 2249-93.

Para finalizar en el capítulo V se presentará la propuesta del nuevo sistema de iluminación aplicando tecnología led, para realizar esta propuesta se tomó en cuentas las recomendaciones de las normas COVENIN y de un programa de simulación llamado DIALUX 4.12 el cual permite simular en 3D cada área de trabajo del Hospital con su respectivo mobiliario.

# CAPITULO I

## PROBLEMÁTICA ACTUAL

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El hospital privado “San Juan”, ubicado en la Av. Rondón con Calle Mérida del estado Barinas, está clasificado como hospital Tipo “B”, en las diferentes especialidades que brinda, ofrece servicios a los usuarios como: hospitalización, sala de emergencia, cirugías, servicios de salud, consultas médicas, médicos especialistas, medicina especializada, laboratorios, banco de sangre, área de cardiología, gastroenterología, radiología, entre otros. Esta edificación fue fundada el 04 de Febrero de 1998, cuenta con una planta baja y 6 pisos, sin embargo al transcurrir los años y debido a la falta de mantenimiento se han ido deteriorando sus instalaciones eléctricas; en el transcurso de los últimos años el nivel de deterioro ha dejado como consecuencia un piso completo inhabilitado que pertenece al área de hospitalización y el cual no cuenta con ningún tipo de iluminación, ya que las lámparas de las luminarias no funcionan o no están instaladas. Actualmente el sistema de iluminación en las instalaciones del hospital cuenta con lámparas Fluorescentes tubulares: lineales y circulares, bombillas ahorradoras e incandescentes, las cuales muchas se encuentran en mal estado o no existen.

A su vez este tipo de lámparas no permiten una eficiencia energética y es notorio la deficiencia en la adaptación visual inclusive en horas del día por las condiciones antes mencionadas. Una vez descrita y estudiadas las características del centro hospitalario es necesario atender a las necesidades de iluminación en cada ambiente, ya que de forma

directa o indirecta la iluminación es un factor que afecta en la recuperación y estado de ánimo de los pacientes y también para la comodidad del personal al realizar su trabajo. Las necesidades de iluminación se deben resolver tomando en cuenta las recomendaciones publicadas en las normas COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales), para que la iluminación no sea una limitante en los servicios de salud y el recinto hospitalario sea un ambiente confiable que garantice buena iluminación.

Se busca generar, a partir de la iluminación, un espacio más agradable para el paciente, que tome en cuenta al visitante así como al equipo médico, por lo que siempre se debe pensar y planear la iluminación para estos tres grupos y sus necesidades particulares.( Gadsden, 2014)

## **1.2. JUSTIFICACION**

La eficiencia energética es un tema que implica una mayor preocupación por el consumo eficiente de la energía, con la finalidad de optimizar los procesos productivos y el empleo de los recursos, produciendo más con menos energía; en el caso de la iluminación tanto de exteriores como de interiores, se tiene como objetivo iluminar mejor consumiendo menos electricidad, de esta forma se reducen costos y se promueve la sostenibilidad económica, política y ambiental. La buena iluminación, es imprescindible, para que el proceso de intercambio de información pueda llegar a ser efectivo. Algunas actividades pueden realizarse sin el apoyo de la visión o permiten estrategias alternativas, pero, en la mayor parte de los casos el proceso visual es fuente de grandes ventajas para la ejecución de cualquier actividad.

Dentro de los hospitales sean privados o públicos, es de suma importancia una buena iluminación en sus instalaciones, debido a que uno de sus objetivos fundamentales: es el garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las determinadas actividades clínicas y contribuir en crear un ambiente confortable para el paciente; sin embargo, generalmente el consumo de energía eléctrica dentro los mismos son elevados, por lo que no solo se ve afectado la eficiencia energética, sino que también afecta en el ámbito económico. Por

consiguiente, la presente investigación, está enfocada en la propuesta y solución de eficiencia energética en la iluminación del Hospital Privado San Juan C.A, para lograr esto es importante analizar los sistemas de alumbrado de las diversas áreas y así poder diseñar un nuevo sistema de iluminación.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Generales**

- ❖ Analizar los sistemas de alumbrado de las diversas áreas del Hospital Privado San Juan C.A.
- ❖ Analizar las prestaciones lumínicas, confort, sostenibilidad y economía de los sistemas de alumbrado usados en dichos ambiente.
- ❖ Diseñar un nuevo sistema de iluminación, que cumpla con lo estipulado en eficiencia energética en iluminación

#### **1.3.2. Específicos**

- ❖ Determinar la eficiencia de dichos sistemas de alumbrado del HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN.
- ❖ Determinar el confort que dichos sistemas de alumbrado brindan a los usuarios.
- ❖ Definir los niveles de prestación necesarios para asegurar, en función de las características distintivas de cada recinto, un nivel de servicio adecuado.
- ❖ Determinar si en realidad los actuales sistemas de alumbrados proporcionan las condiciones de confort y calidad.

### **1.4. METODOLOGIA**

La metodología que se utilizó para llevar a cabo este trabajo de grado realizado en el HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN es de tipo combinada que integra la recolección de información en el campo, realizando mediciones de los niveles de iluminación en cada área de trabajo con el uso del luxómetro, los valores medidos fueron comparados con los valores recomendados en la NORMA COVENIN 2249-93. Así mismo se aplicaron encuestas al

personal y a los usuarios del hospital para conocer sus puntos de vista de las condiciones de iluminación del recinto. Finalmente se simuló cada área de trabajo del hospital a través de un programa llamado DIALUX donde se obtienen valores de iluminación para ser usado en una propuesta de un nuevo sistema de iluminación solución al problema planteado.

## **1.5 ALCANCE**

Este trabajo de investigación tiene como alcance el planteamiento de una propuesta de reemplazar el sistema de lámparas actual por lámparas LED y una distribución adecuada de las mismas y recomendar el aprovechamiento de la luz natural en diversas áreas en el HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN para contribuir con el ahorro energético.

## **1.6 LIMITACIONES**

En el HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN durante el estudio de los sistemas de iluminación se presentaron las siguientes limitaciones:

- En algunas áreas las medidas fueron alteradas por las sombra producidas las personas presentes durante la realización
- Se requirió de más tiempo del previsto inicialmente para realizar las mediciones del nivel de iluminación, debido a que fue necesario el levantamiento del los planos.
- El acceso a unas áreas fue restringido debido a la inhabilitación de la misma y otras por existencia de contaminaciones.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

El siguiente capítulo es de suma importancia para la investigación, ya que presenta una serie de concepto y definiciones teóricas en el área de luminotecnia necesaria para el diseño de sistemas de iluminación interior específicamente en los hospitales.

www.bdigital.ula.ve

#### **2.1 LUZ, VISION Y COLOR**

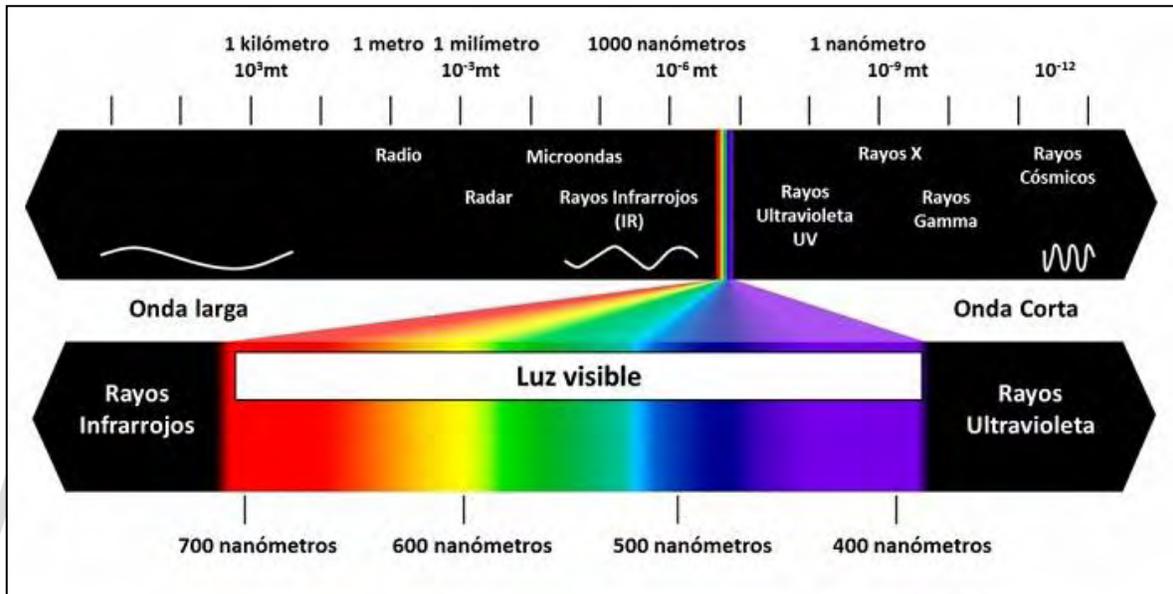
##### **2.1.1 Luz**

La luz es una radiación electromagnética llamada energía radiante que se propaga en línea recta, su velocidad en el vacío es aproximadamente de 300.000 km/s, en el vacío esta velocidad no es superada por ningún otro movimiento existente en la naturaleza. La luz como energía radiante es percibida por el ojo, para este producir los colores, tamaños, texturas, distancias de los objetos y las personas hacerlas visibles.

##### **2.1.2 Espectro Electromagnético**

Las radiaciones electromagnéticas son una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, las cuales forman el espectro electromagnético, incluye las radiaciones de menor longitud de onda hasta las de mayor longitud de onda, dando lugar a las radiaciones infrarroja, microondas de radio, ondas de radio, radiación ultravioleta, rayos x, y las

longitudes de onda gamma, mientras mayor es la longitud de onda menor es la frecuencia y viceversa. La luz visible comprende una pequeña porción del espectro electromagnético con longitudes de ondas de 400 nm (violeta) y 700 nm (rojo). (Comité español de iluminación, 2001).



**Figura 2. 1 Espectro electromagnético**

Fuente: Google. [www.google.co.ve](http://www.google.co.ve)

### 2.1.3 Control de la luz

Un aspecto importante en la luminotecnia es el control de la luz, y esto se debe a que gracias a su gran luminancia, la mayoría de fuentes luminosas existentes en la actualidad no realizan por sí mismas una distribución del flujo luminoso que permita su aplicación directa, sino que se hace necesaria la utilización de dispositivos que modifiquen o controlen la luz emitida por dichas fuentes luminosas. (Moreno, 2016, p.9)

Los fenómenos físicos que son necesarios para que los dispositivos modifiquen o controlen la luz emitida por las fuentes luminosas son los siguientes.

**a) Reflexión:** este fenómeno físico se realiza en un medio homogéneo e isotrópico y es cuando la luz se devuelve al incidir sobre una superficie que separa dos medios distintos, la reflexión puede ser especular, difusa o semidirigida. La reflexión especular es cuando el ángulo de incidencia es igual al ángulo reflejado, ambos respecto a la normal de la superficie y la reflexión difusa o semidirigida es cuando la luz llega a una superficie irregular descomponiendo el rayo que incide, en varios rayos reflejados en distintas direcciones.

**b) Refracción:** este fenómeno ocurre cuando cambia la dirección del rayo incidente al pasar por una superficie que separa dos medios de distintas densidades.

**c) Transmisión:** este fenómeno ocurre de manera semejante que la refracción solo que la superficie que atraviesa los rayos tienen que ser translúcidas, se clasifica en difusa y en dirigida.

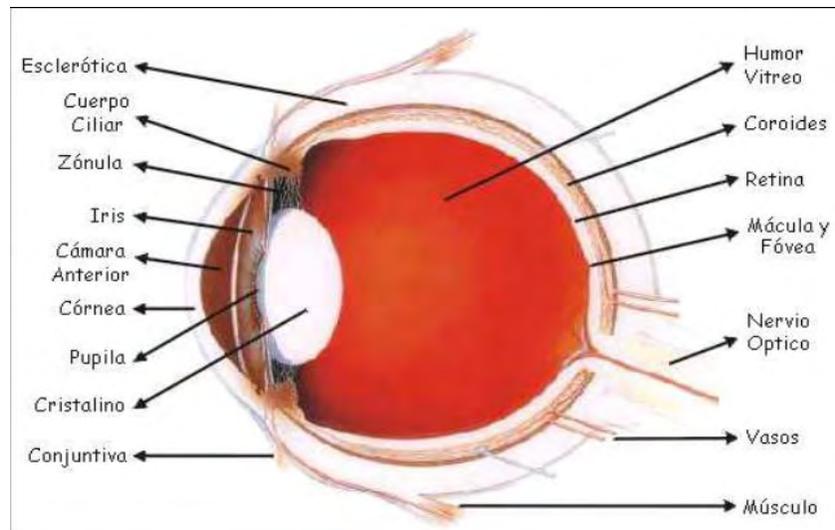
**d) Absorción:** este fenómeno ocurre cuando la luz incide en una superficie (objeto), algunos componentes de la luz serán reflejados los cuales nos darán el color del objeto, otros serán absorbidos. Si la superficie es oscura más componentes de la luz serán absorbidos.

**e) Difusión:** Consiste en el esparcimiento en todas las direcciones del espacio del flujo luminoso y esto se debe a la rugosidad de la superficie en donde incide el rayo. (Moreno, 2016, p.12).

#### 2.1.4 Visión

El ojo humano es un órgano sensible muy complejo, que recibe la luz procedente de los objetos, la enfoca sobre la retina formando una imagen y la transforma en información comprensible para el cerebro. En el cerebro se realiza el proceso de reconstruir las distancias, colores, movimientos y formas de los objetos que nos rodean. La existencia de dos ojos permite una visión panorámica y binocular del mundo circundante y la capacidad del cerebro para combinar ambas imágenes produce una visión tridimensional o estereoscópica. El ojo humano está formado por: a) un grupo óptico - la córnea, el iris, la pupila y el cristalino - b) elemento fotorreceptor - la retina - y c) otros elementos accesorios

encargados de diversas tareas como protección, transmisión de información nerviosa, alimentación, mantenimiento de la forma entre otras.



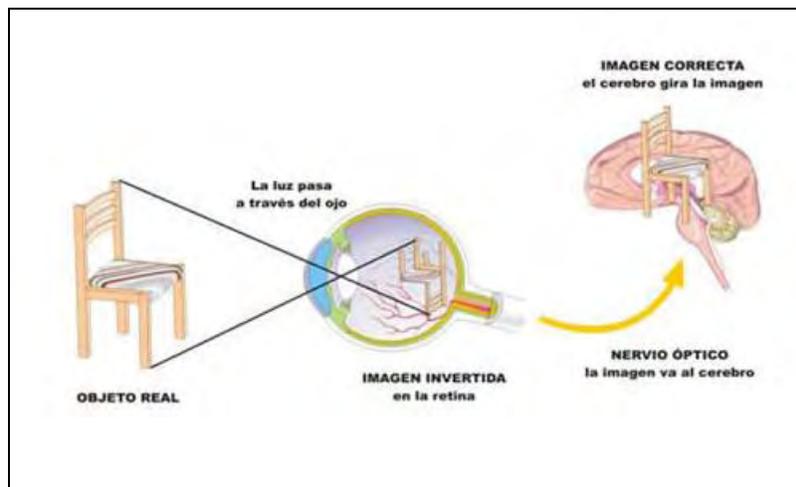
**Figura 2. 2 El ojo**

**Fuente: (Moreno, 2016)**

www.bdigital.ula.ve

### **2.1.5 Mecanismo de la Visión**

La visión es un fenómeno que se produce en la corteza cerebral, allí se interpretan y se reconocen las imágenes que llegan desde el ojo, es decir los estímulos luminosos que llegan por el ojo van al cerebro y allí se transforma en sensaciones visuales. El ojo ve y el cerebro interpreta lo visto.



**Figura 2. 3 Mecanismo de la visión**

**Fuente: Ite. [www.ite.educacion.es](http://www.ite.educacion.es)**

### **2.1.6 Capacidad Visual**

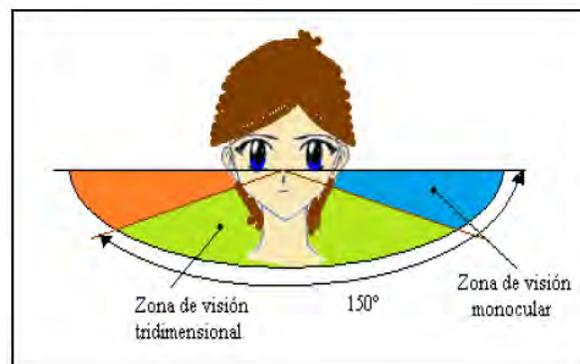
Es un proceso donde las personas con ayuda del cerebro interpretan la información que recibe el ojo, ya sea brillo, iluminación, tonos, movimientos, colores, entre otros. No todas las personas pueden percibir de la misma manera y esto se debe a las limitaciones de la vista. Algunas capacidades visuales son:

- a) **SENSIBILIDAD:** es la capacidad con la cual el ojo es capaz de distinguir formas, detalles y colores, esto se debe a la sensibilidad de los conos y bastones.
- b) **ACOMODACION:** es la capacidad que tiene el ojo de enfocar los objetos y obtener imágenes nítidas a diferentes distancias, esta función se lleva a cabo en el cristalino que varía su forma al efecto.
- c) **ADAPTACION DEL OJO:** es la capacidad que tiene el ojo de adaptarse a cambios de iluminación, esto es posible al iris que regula la abertura de la pupila y cambios fotoquímicos de la retina.
- d) **AGUDEZA VISUAL:** Es la capacidad visual que permite distinguir los detalles de los objetos, hasta el punto de poder apreciar dos puntos que forman un ángulo inferior a 30" de arco desde el ojo. Esta capacidad visual está estrechamente relacionada con la densidad de fotorreceptores por unidad de superficie. El valor promedio de la agudeza visual de un

hombre adulto es de 1.6, aunque hay que tener presente que esta capacidad varía con la edad, aumentando hasta los 15 años, estabilizándose hasta los 45 y disminuyendo a partir de esta edad. (Moreno, 2016, p.23).

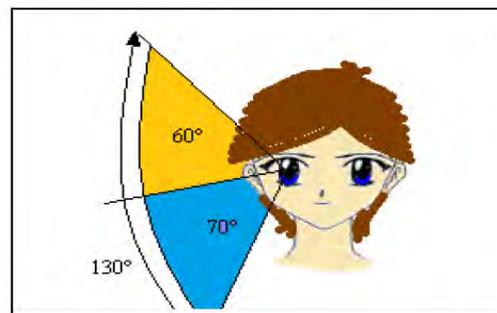
e) VISION BINOCULAR: es la capacidad que permite una percepción en tres dimensiones, como el relieve de los objetos, su posición en el espacio, distancias y profundidades.

f) CAMPO VISUAL: esta capacidad la tiene los seres humanos y consiste en el espacio que tiene el ojo al frente, se puede calcular de forma horizontal y vertical.



**Figura 2. 4 Campo visual Horizontal**

**Fuente: (Moreno, 2016)**



**Figura 2. 5 Campo visual Vertical**

**Fuente: (Moreno, 2016)**

g) PERCEPCION CROMATICA: Es la capacidad visual que permite no sólo distinguir las formas y movimientos, sino los colores. Las características del tono, la saturación o la

claridad, incluso los aspectos psicofísicos, entran en juego con aspectos físicos como la longitud de onda dominante, la pureza y la luminancia.

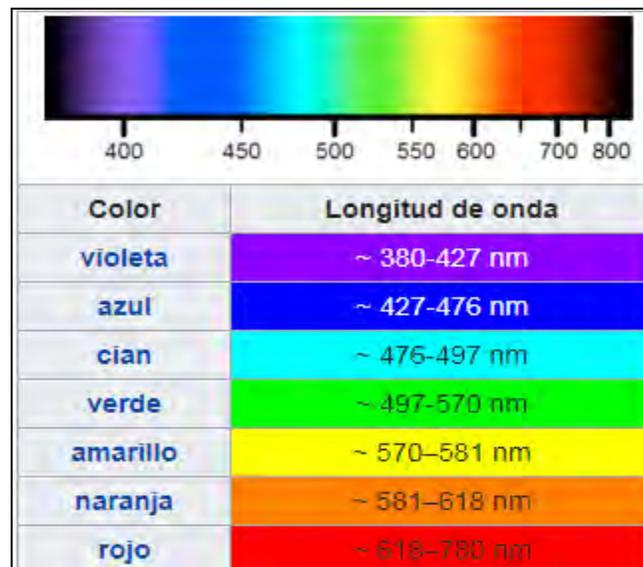
### **2.1.7 Factores que influyen en la visión**

La calidad de una imagen que se forma en la retina del ojo, depende de factores externos los cuales pueden ser subjetivos u objetivos.

- Subjetivos: depende de la salud visual del individuo, de su atención al observar si esta en reposo o en movimiento y el tipo de iluminación donde se encuentra el individuo.
- Objetivos: depende del objeto que este observando el individuo, su tamaño, el contraste, la luminancia y el tiempo.

### **2.1.8 Color**

Es una percepción e interpretación del cerebro humano y de algunos animales, de la información que recibe los ojos las cuales son las longitudes de ondas visibles del espectro electromagnético. El color, según Isaac Newton, es una sensación que se produce en respuesta a una estimulación nerviosa del ojo. Esta estimulación es causada por los rayos de luz y por las longitudes de onda que lo componen. El ojo humano sólo percibe las longitudes de onda cuando la iluminación es abundante; ya que con poca luz se ve en blanco y negro.



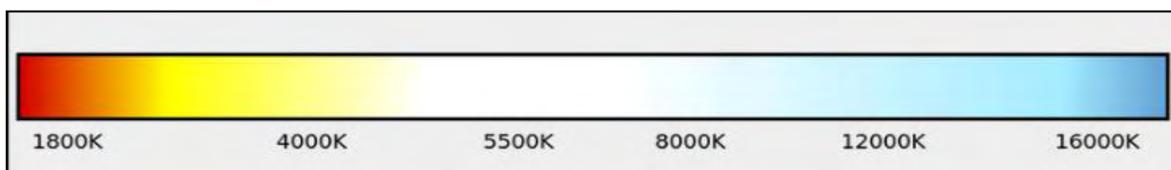
**Figura 2. 6 Longitud de onda del color**

**Fuente: Fotonostra. [www.fotonostra.com](http://www.fotonostra.com)**

### 2.1.9 Características Cromáticas de las fuentes de Luz.

#### a) TEMPERATURA DE COLOR

La temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso, con el de la luz que emitiría un “Cuerpo Negro de Planck” calentado a una temperatura determinada. Por este motivo esta temperatura de color generalmente se expresa en Kelvin (K), a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura. (Moreno, 2016, p.33).



**Figura 2. 7 Temperatura de color**

**Fuente: Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura\\_de\\_color](https://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura_de_color)**

**Tabla 2. 1 Apariencia de Color**

GRUPO DE APARIENCIA DE COLOR	APARIENCIA DE COLOR	TEMPERATURA DE COLOR (K)
3	Frio: tono blanco azulado	$T_c > 5.300$
2	Intermedia: tono blanco	$3.300 \leq T_c \leq 5.300$
1	Cálida: tono blanco rojizo	$T_c < 3.300$

**b) INDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR (IRC o Ra)**

Es un valor medido en las fuentes de luz, y mide la capacidad que tienen para reproducir los colores de un objeto de manera real y usando la luz natural como referencia. Este valor esta en un rango de 0 a 100, cuando el índice es igual a 100 se puede decir que se muestra todos los colores correctamente, cuando el índice es bajo la reproducción cromática es peor.

Según la norma DIN 5035-2 (1979), se divide los distintos niveles de rendimiento de color en 5 categorías:

**Tabla 2. 2 Categorías de índices de reproducción de color.**

CATEGORIA	ÍNDICE DE REPRODUCCION DE COLOR (IRC O RA)
1 A	91 – 100
1 B	81 – 90
2 A	71 – 80
2 B	61 – 70
3	<60

**c) EFECTOS PSICOLOGICOS DE LA LUZ.**

La luz se relaciona con el comportamiento humano, debido a esto en lugares donde la temperatura de color de las fuentes de luz es mayor se produce mayores estímulos en nuestros sentido. Por ejemplo en un lugar entre 100 y 180 lux, el cerebro registra intimidad e inconscientemente el tono de voz de las personas es bajo y en un ambiente con iluminación de luces intensas da una sensación de un lugar abierto entonces el tono de voz y el comportamiento de las personas es más activo.

Aparte de la temperatura del color de las fuentes también causa sensaciones en las personas los colores en las superficies del lugar.

**Tabla 2. 3 Sensaciones de los colores.**

**Fuente: (Moreno, 2016)**

COLORES	SENSACIONES
Blanco	Frialdad, Higiene, Neutralidad.
Amarillo	Actividad, Impresión, Nerviosismo.
Verde	Calma, Reposo, Naturaleza.
Azul	Frialdad, Tranquilidad.
Negro	Inquietud, Tensión.
Marrón	Calidez, Relajación.
Rojo	Poder, Excitación, Estimulante.
Rosado	Delicadeza, Feminidad.

## 2.2 FOTOMETRIA

Es la ciencia que se encarga de estudiar la intensidad de luz y los métodos que se utilizan para medirla, así como también estudia la radiación electromagnética que estimula al ojo

### 2.2.1 LUMINOTECNIA

Se encarga de estudiar la producción, el control y la aplicación de la luz.

### 2.2.2 ANGULO SOLIDO

Es el ángulo espacial que abarca un objeto visto desde un punto dado, que se corresponde con la zona del espacio limitada por una superficie cónico, la unidad en que se mide es el esterorradian (sr) y se calcula de la siguiente manera:

$$\omega = \frac{S}{r^2} \quad (2.1)$$

Donde:

$\omega$ =ángulo sólido

S= superficie

r= radio de la esfera

### 2.2.3 FLUJO LUMINOSO

Es la cantidad total de luz emitida por una fuente en un segundo en todas las direcciones, también es la potencia emitida en forma de radiación lumínica por una lámpara a la que el ojo humano es sensible. El símbolo del flujo luminoso es ( $\Phi$ ) y su unidad es el lumen (lm).

### 2.2.4 INTENSIDAD LUMINOSA

Es la cantidad de potencia luminosa emitida por una fuente en una sola dirección, su símbolo ( $I$ ), su unidad es la candela (cd) y su ecuación es la siguiente:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2.2)$$

Donde:

$I$ : Intensidad luminosa (cd)

$\Phi$ : Flujo luminoso

$\omega$ : Angulo sólido

### 2.2.5 ILUMINANCIA

Es la cantidad de flujo luminoso recibido por una superficie perpendicular al flujo. Su símbolo es ( $E$ ), su unidad es el lux (lux) y su ecuación es la siguiente:

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (2.3)$$

Donde:

E: Iluminancia

$\Phi$ : Flujo luminoso

S= superficie

### 2.2.6 ILUMINANCIA MEDIA

Es el valor promedio de los valores de iluminancia que existe en un espacio iluminado, este valor medio se obtiene sumando todos los valores de iluminancia y dividiendo entre la cantidad de puntos medidos. Su símbolo es ( $E_m$ ) y su unidad es LUX (lx)

$$E_m = \frac{\sum E_i}{N} \quad (2.4)$$

Donde:

$E_i$ : Es la iluminancia medida en cada punto

N: números de puntos medidos

### 2.2.7 LUMINANCIA

Es la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada, mide el brillo de las fuentes de luz y de los objetos iluminados su símbolo es L y su unidad cd/m<sup>2</sup>. (Lazlo C, 2008).

$$L = \frac{I}{S_{Aparente}} = \frac{I}{S * \cos \alpha} \quad (2.5)$$

DONDE:

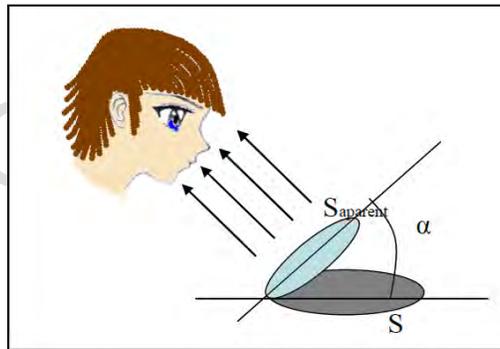
$L$ : Luminancia

$I$ : Iluminancia

$S_{Aparente}$ : Superficie Aparente

$S$ : Superficie

$\alpha$ : Angulo entre la superficie y la superficie aparente



**Figura 2. 8 Luminancia**

**Fuente: (Moreno, 2016)**

### 2.2.8 EFICIENCIA LUMINOSA

Es la relación que existe entre el flujo luminoso de una fuente y la potencia consumida por la misma, su símbolo es ( $\epsilon$ ), su unidad es (lumen/watio) y su expresión es:

$$\epsilon = \frac{\Phi}{P} \quad (2.6)$$

DONDE:

$\epsilon$ : Eficiencia Luminosa

$\Phi$ : Flujo luminoso

P: Potencia consumida

### 2.2.9 EFICIENCIA ENERGETICA

La eficiencia energética en los sistemas de iluminación consiste en iluminar un área determinada con el menor consumo de energía eléctrica, cada área de trabajo tiene un índice de eficiencia energética requerido según la función del área, este valor es utilizado para los diseños de los nuevos sistemas de iluminación, su unidad de medida es ( $W/m^2$ ) por cada 100 lx y se determina de la siguiente manera:

$$IEE = \frac{P_i}{S} * \frac{100}{E_m} \quad (2.7)$$

Donde:

IEE: Índice de Eficiencia Energética

$P_i$ : Potencia Instalada

S: superficie Iluminada

$E_m$ : Iluminancia media

Tabla 2. 4 Clasificación de la eficiencia energética

IEE	VALOR
OPTIMO	2,5
MEDIO	4
MAXIMO	5,5

### 2.2.10 LUXOMETRO

Es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es lux ( $lx$ ). Posee una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes. (Moreno, 2016, p.76).



Figura 2. 9 Luxómetro

Fuente: Amazon. [www.amazon.com](http://www.amazon.com)

## 2.3 FUENTES DE LUZ

Según la forma de reproducción de la radiación luminosa las fuentes de luz se clasifican en fuentes naturales y fuentes artificiales, las primeras son la que producen una iluminación proveniente de la naturaleza como el sol, las segundas son creadas por el hombre colocando en práctica diferentes conocimientos y utilización de distintos dispositivos por ejemplos lámparas linternas, velas entre otros. Las fuentes luminosas artificiales debido a su evolución se han ido clasificando en fuentes incandescentes y en fuentes luminiscentes, las fuentes luminiscentes se dividen en fotoluminiscencia que funcionan con descargas de gases a alta y baja presión y en electroluminiscencia que consiste en la aplicación de la tecnología led.

A continuación las fuentes de luz utilizadas en hospitales:

### **A) LAMPARAS INCANDESCENTES CON HALOGENUROS**

Son llamadas lámparas halógenas, pertenece al grupo de las fuentes de incandescencia las cuales han sido perfeccionadas modificando sus medidas para evitar la evaporación del wolframio del filamento y para que se realice el ciclo de halógeno a altas temperaturas. Estas lámparas tienen una apariencia de color blanca, su reproducción de color en Ra es de 100 y su temperatura de color es de 2900K. La eficacia luminosa de la lámparas halógenas es mayor que el de las lámparas incandescentes normales, es de 22 lm/W, comprende un amplio rango de potencia con valores entre los 25 y 48.000 W y tiene una vida media que es igual a su vida útil comprendida entre 2.000 y 6.000 horas de funcionamiento.

### **B) LAMPARAS FLUORESCENTES (Vapor de Mercurio baja presión).**

Son lámparas de descargas en gases a baja presión, están compuestas por un bulbo que esta relleno de vapor de mercurio y este internamente está recubierto con un polvo llamado fósforo que es el responsable de realizar la conversión de las radiaciones UV en radiaciones visibles y del 90% de la luz emitida, a los extremos del tubo se encuentra un par de

electrodos y los casquillos por los cuales quedan conectado al suministro de energía eléctrica. Estas lámparas son clasificadas según su potencia en un rango entre 6 y 80 W, según su reproducción de color. La vida útil de las lámparas fluorescentes depende de las condiciones de los electrodos, los cuales van perdiendo su recubrimiento cada vez que se enciende la lámpara, la vida media de los fluorescentes está en el orden de las 10.000 horas sin embargo debido al agotamiento de los electrodos en cada encendido se estima una vida útil para la lámpara entre 5.000 y 7.500 horas usando un equipo convencional. Algunas desventajas de las lámparas es que son contaminantes del medio ambiente y causa daño en la salud humana debido al mercurio contenido en su interior, también tiene como desventaja que su vida útil es reducida como consecuencia de un encendido y apagado de forma consecutiva.



**Figura 2. 10 Lámparas Fluorescentes**

**Fuentes: Google. [www.google.co.ve](http://www.google.co.ve)**

### **C) LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS**

Estas lámparas son una evolución de las lámparas fluorescentes convencionales, ya que su tamaño es reducido, para una mejor utilización. Poseen una eficacia luminosa en el orden de los 80 Lm/W similar a las convencionales; así como su potencia varía entre los 3 y 80 W, su vida útil también debido al equipo auxiliar que tenga la lámpara si es convencional o electrónica, con el equipo convencional se tiene una vida útil de 6.000 horas con una vida media de 8.000 horas y con equipo electrónico su vida útil es de 9.000 horas con una vida media de 15.000 horas. Este tipo de lámparas son utilizadas además de hospitales en hogares y comercios, se conocen como lámparas ahorradoras porque no producen calor, duran 12 veces más que las fluorescentes convencionales, pero su desventaja es que contienen mercurio y alcanza su iluminación nominal a los tres minutos de encendidos.

### **D) LAMPARAS LED**

La lámpara LED es un diodo que emite luz cuando se polariza de forma directa la unión PN al circular una corriente eléctrica por él, cuando comenzó aparecer este tipo de lámparas su uso era limitado debido a la variedad de colores que no podían emitir y a su baja potencia lumínica, hoy en día se han creado LED que emiten todo el espectro de colores visible y ofrecen una eficiencia lumínica que supera a la de las lámparas incandescentes, por esta razón el rango de aplicaciones en la iluminación es demasiado amplio.

Las lámparas LED han ido evolucionando, anteriormente su limitada eficiencia era de 0,1 lm/W lo cual no era aplicable para la iluminación, actualmente ya se puede conseguir en LED blanco una eficacia de hasta 115 lm/W, por tal motivo se ha introducido lámparas con potencias nominales hasta 200W y una vida útil más elevada que cualquier otra lámpara ya que es de 50.000 horas.

Tienen como ventajas una mayor eficiencia energética, mejor visión en diversas circunstancias de iluminación, menor riesgo para el medio ambiente y tiene como desventaja que el ángulo de visibilidad está entre los 30 y 60 grados.



**Figura 2. 11 Lámparas Led**

Fuente: Google. [www.google.co.ve](http://www.google.co.ve)

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **2.4 SISTEMAS DE ILUMINACION EN AMBIENTES HOSPITALARIOS**

### **2.4.1 Luminarias**

La luminaria según la CIE Comisión Internacional de Iluminación es el dispositivo que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más lámparas, que incluye todos los componentes necesarios para fijarlas, protegerlas y donde corresponda, los equipos auxiliares, así como los medios necesarios para la conexión eléctrica de iluminación.

### **2.4.2 Tipos de luminarias recomendadas**

Las luminarias recomendadas para crear un ambiente adecuado en los centros hospitalarios son las siguientes:

**Tabla 2. 5 Tipos de luminarias recomendadas.**

**Fuente: (Moreno, 2016)**

TIPO DE LUMINARIAS	DESCRIPCION	APLICACION
	Luminarias suspendidas directas e indirectas con celosías especulares y lámparas fluorescentes lineales compactas o tubos LED	Iluminación general de salas con pantallas de computador o televisión
	Unidades de cabecero de cama con luz directa e indirecta y lámparas tubos LED, fluorescentes lineales o compactas	Unidades de hospitalización
	Luminarias de empotrar con celosías especulares y lámparas fluorescentes lineales o compactas o tubos LED	Iluminación general de salas con pantallas de computador o televisión como salas de tratamientos y reconocimientos y áreas administrativas y de admisión
	Sistemas tubulares con lámparas fluorescentes lineales o tubos LED	Iluminación de zonas de entrada e información
	Bañadores empotrados en la pared con lámparas de fluorescentes compactas o LED	Iluminación de paneles informativos , oficinas y pasillos
	Regletas adosadas o suspendidas, o en carril, para lámparas fluorescentes lineales o tubos LED y con reflector y celosías para limitar el deslumbramiento	Almacenes, salas de maquinas, áreas de servicios técnicos y lavanderías
	Luminarias estancas para lámparas fluorescentes lineales o tubos LED con alto grado de protección	iluminación de almacenes, cocinas y lavanderías
	Luminarias de empotrar con grado de protección, cierre prismático y lámparas fluorescentes lineales o compactas o LED	Iluminación de laboratorios farmacéuticos, dispensarios
	Luminarias de emergencia y señalización con lámparas fluorescentes compactas y baterías	Zonas de salidas
	Luminarias para ambientes estériles con alto grado de protección , IP65, resistentes a los ataques químicos y equipadas con lámparas fluorescentes o tubos LED	Laboratorios y quirófanos
	Luminarias directas (downlight) de empotrar para lámparas fluorescentes compactas, LED o de descarga de halógenos metálicos	Áreas de entrada, cafeterías, zona de admisión y habitaciones de pacientes
	Proyectores para lámparas halógenas de bajo voltaje, lámparas cerámica de descarga de halogenuros metálicos y lámparas fluorescentes compactas	Iluminación localizada y decorativa
	Aplique indirectos de pared para lámparas fluorescentes compactas, halógenas y de descarga de halogenuros metálicos	Iluminación de pasillos y habitaciones de enfermos
	Luminarias de mesa con lámpara halógena de bajo voltaje	Iluminación localizada en las habitaciones de enfermos y en despachos de representación

### 2.4.3 Tipos de lámparas recomendadas

Las lámparas usadas en hospitales son:

- Fluorescentes tubulares lineales (T8) de 26 mm de diámetro o (T5) de 16 mm de diámetro.
- Fluorescentes compactas.
- Lámparas incandescentes halógenas.
- Lámparas de inducción electromagnética.
- Lámparas de descarga de halogenuros metálicos.
- LED.

### 2.4.4 Métodos de iluminación

Los métodos de iluminación se clasifican según el trabajo que se va a realizar en el área, entre los métodos que dominan se tiene:

#### A) ILUMINACION GENERAL

Es cuando la distribución de las luminarias en el techo proporciona una iluminación uniforme en toda el área de trabajo, sin importar la ubicación de mobiliarios y equipos de trabajo. En dimensiones grandes habrá un mayor consumo de energía debido a este tipo de iluminación, ya que toda el área tendrá los mismo niveles de iluminación así estos no se requieran en toda el área. En los hospitales este método de iluminación es utilizado en las salas de reconocimiento, oficinas, áreas de espera, sala de visita, pasillos y zonas de administración.

#### B) ILUMINACION LOCALIZADA

Este tipo de iluminación se usa en áreas donde se realizan tareas específicas o de riesgo, donde se necesite una iluminación mayor a 1000 lx y la iluminación general no es

suficiente, es controlado independientemente, es común verlo en salas de curas, sala de urgencia, zonas de diagnóstico.

### **C) ILUMINACION GENERAL-LOCALIZADA**

Es utilizada en ambientes donde se requiere altos niveles de iluminación en la zona de trabajo, sin importar que el resto del ambiente presente iluminación de bajo niveles de luz. Tiene como desventaja que entre la zona de trabajo y sus alrededores ocurra deslumbramientos debido a la diferencia de iluminancia. Este método de iluminación es usado en quirófanos, salas de parto y unidades de hospitalización.

### **D) ILUMINACION DIRECTA**

Es cuando las luminarias esta distribuidas de forma fotométrica para que el 90% del flujo lumínico sea emitido al plano de trabajo directamente.

### **E) ILUMINACION INDIRECTA**

Es cuando las luminarias esta distribuidas de forma fotométrica para que el 10% del flujo lumínico sea emitido al plano de trabajo directamente. Los sistemas de iluminación indirectas crean un mejor confort visual y reduce los deslumbramientos directos pero tiene como desventaja que la eficiencia energética es menor que los otros sistemas de iluminación.

## **2.5 RECOMENDACIONES DE ILUMINACION EN AMBIENTES HOSPITALARIOS**

La iluminación en hospitales, ambulatorios, cruz roja, etc, debe tener como objetivos fundamentales: el garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las determinadas actividades clínicas y contribuir en crear un ambiente confortable para el paciente. Sin

ignorar en ningún momento, el garantizar una máxima eficiencia energética posible (Moreno, 2015, p.296).

En el Hospital Privado San Juan existen áreas que se pueden clasificar según el nivel de percepción que se requiere para realizar la actividad, entre los espacios con actividad visual alta se tiene los quirófanos, UCI, salas de rayos X, laboratorios, consultorios y sala de hemodinamia. En los espacios con actividad visual normal se encuentra las salas de hospitalización, oficinas administrativas, habitaciones y entre los espacios con actividades visuales baja se tiene pasillos, escaleras, sala de espera, lavandería.

Es importante que cada área del hospital presente su nivel de iluminación recomendado, ya que este es necesario tanto para el personal que allí labora como para el usuario del mismo. La iluminación influye en el estado de ánimo de los pacientes y en los diagnósticos dado por el médico por tal razón los proyectistas de iluminación tienen el compromiso de cumplir con los requerimientos de confort, prestación visual y el control sobre los costos energéticos.

### **2.5.1 Iluminación de habitaciones de hospitalización**

Las habitaciones de los hospitales deben tener un ambiente de confort y una iluminación adecuada, ya que es de suma importancia al influir en la recuperación de los pacientes, porque cuando el entorno es agradable la recuperación es más rápida, por eso se debe cumplir las recomendaciones de los siguientes parámetros:

- Para que el ambiente general de la habitación tenga una iluminación adecuada debe estar alrededor de los 200 lux entre paredes y techo, la iluminancia alrededor de la cama es producida por luminarias de cabeceros, montadas en pared o por luminarias portátiles asegurando un valor mínimo de 300 lux para una buena lectura y para que el personal realice un reconocimiento más preciso al paciente, por otra parte se deben colocar luminarias empotradas en la pared a 40 cm sobre el piso, proporcionando 5 lux para evitar accidentes durante el

movimiento facultativo y mantenimiento del paciente en observación durante la noche.

- Para aportar bienestar al paciente y un ambiente de confort en la habitación el diseño de las luminarias debe ser atractivo y estético, con un sistema de control del deslumbramiento para cada una y tener temperatura de colores cálidos.
- La luz natural en la habitación se debe aprovechar al máximo con sistemas de regulación, por tal motivo la iluminación de paredes y techo debe ser indirecta para evitar el contraste con la luz natural.
- No se deben colocar lámparas desnudas en el techo y las luminarias deben tener apantallamiento, ya que el paciente pasa todo el tiempo con vista al techo esto puede ocasionar fatiga en la vista y estrés lo cual no ayuda para su recuperación.

### **2.5.2 Iluminación de salas de reconocimientos y tratamiento**

- En este tipo de sala se toma como prioridad la tarea visual de los especialistas, los pacientes quedan en segundo lugar. El nivel de iluminación depende de las tareas visual del tratamiento y del tipo de tratamiento por tal motivo se debe incorporar un sistema de control de regulación para satisfacer todas las necesidades del personal que va a elaborar la tarea, adaptando la iluminancia en un rango de 5 a 1000 lux.
- En la dermatología y oftalmología es importante un alto nivel de reproducción cromática para evitar un error en el diagnóstico, los tonos de luz de las lámparas recomendada por la norma son los tonos luz día y blanco neutro, en odontología un tono como azul y para los quirófanos un tono amarillo. También en estos ambientes se deben evitar sombra para que el especialista no pierda ningún detalle durante la tarea visual y evitar deslumbramientos reflejados en pantallas de las computadoras o de los TVs.

### 2.5.3 Iluminación de quirófanos

En esta área el personal médico realiza tareas visuales demasiado delicadas, ya que de ella depende el estado del paciente, por esta razón el sistema de iluminación tiene que cumplir ciertos parámetros los cuales son:

- En la mesa de operaciones las luminarias especiales deben emitir una iluminancia entre los 20000 y 100000 lux, para evitar problemas de adaptación se debe colocar luminarias alrededor de la mesa de 2000 lux y el resto del área 1000 lux.
- Las salas anexas al quirófano en este caso, de anestesia, de esterilización, de recuperación deben tener 500 lux para también evitar problemas de adaptación.
- La temperatura de color de las lámparas debe estar entre los 4000 y 5000 K.
- Si existe un fallo de una lámpara, la iluminancia no debe reducirse a más del 50% de su valor nominal.

### 2.5.4 Iluminación en unidades de cuidados intensivos UCI's

- Esta área también tiene como prioridad la tarea visual del personal especialista, por eso se recomienda una iluminación general de 100 lux para crear un ambiente de confort, en la zona donde se encuentra la cama es necesario una iluminación de 300 lux para la examinar al paciente en condiciones normales y para exámenes más delicados y rigurosos es necesario 1000 lux.
- En caso de emergencias, los niveles de iluminación se deben aumentar a 2000 lux en la superficie de la cama, esto se logra colocando iluminación localizada a través de luminarias adicionales.
- El tono de las fuentes de luz debe ser neutro y la reproducción cromática debe ser del grupo 1B, se recomienda también evitar los reflejos producidos en monitores y lámparas de vidrio.

### **2.5.5 Iluminación en áreas de servicios**

- Se recomienda que en los laboratorios y en el área de suministro niveles de iluminación de 500 lux con una reproducción de color del grupo 1B, es importante que los estantes del área de suministro estén bien iluminado para que el personal no cometa errores al momento de seleccionar un medicamento.
- En el área de lavandería se recomienda proteger las luminarias con un grado de IP 54 y un nivel de iluminación mínimo de 200 lux.
- En las oficinas es importante colocar luminarias de luminancia menores a 200 cd/m<sup>2</sup> para evitar los reflejos en los monitores y se requieren niveles de 500 lux con tonos de color neutro.

### **2.5.6 Iluminación en servicio de emergencias**

- La entrada del edificio tiene una iluminación aproximada de 200 lux y la sala de emergencia se aproxima aún un rango entre 50 y 200 lux, por tal motivo se debe implementar un sistema de iluminación donde la adaptación visual de los pacientes y personal sea de forma gradual, llevando a cabo la tarea visual con eficiencia.

## **2.6 NORMA COVENIN 2249-93: ILUMINANCIAS EN TAREAS Y AREAS DE TRABAJO**

La comisión venezolana de normas industriales (COVENIN), creada en 1958, es el encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y calidad en el país, esta norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana 2249-91.

Esta Norma venezolana COVENIN establece los valores de iluminancia media en servicios recomendados como iluminación normal, para la obtención de un desempeño visual eficiente en las áreas de trabajo y para tareas visuales específicas bajo condiciones de iluminación artificial.

Para hospitales los valores de iluminancia y el tipo de iluminación recomendado por las normas COVENIN 2249-1993 son los siguientes:

**Tabla 2. 6 Iluminancia recomendada.**

**Fuente: Norma COVENIN 2249-93**

AREA	TIPO DE ILUMINACION	ILUMINANCIA (lux)		
		Mínima	Media	Máxima
Consultorios	General	200	300	500
	Localizada	500	750	1000
Cuidados intensivos UCI's	General	100	150	200
	Localizada	500	750	1000
Hemodinámia (Cardiología)	General	500	750	1000
Pasillos diurnos	General	100	150	200
Pasillos nocturnos	General	30	50	100
Laboratorio	General	500	750	1000
Habitación de recuperación	General	100	150	200
Ascensor	General	100	150	200
Sala de emergencia	General	500	750	1000
	Localizada	1000	1500	2000
Sala de Gastroenterología	General	500	750	1000
Traumatología	General	500	750	1000
	Localizada	1000	1500	2000
Estar de enfermería	General	200	300	500
	Localizada	500	750	1000
Obstetricia y Ginecología	General	100	150	200
	Localizada	500	750	1000
Habitaciones	General	50	75	100
	Localizada	200	300	500
Baños	General	100	150	200
Suministros	General	200	300	500
Radio X	General	20	30	50
	Localizada	1000	1500	2000
Escaleras	General	100	150	200
Quirófanos	General	1000	1500	2000
	Localizada	27000	27000	27000
Lavandería	General	100	150	200
Sala de espera	General	100	150	200
	Localizada	200	300	500
Cuarto de maquinas	General	200	300	500
Oficinas	General	200	300	500
Cuarto de servicio	General	200	300	500
Banco de sangre	General	200	300	500
	Localizada	1000	1500	2000

## **2.7 DETERMINACION DE LA ILUMINANCIA DE UN AMBIENTE SEGÚN LA NORMA COVENIN 2249-93**

1. Para medir los niveles de iluminación, se selecciona un equipo de medición llamado luxómetro
2. Comenzar la medición después de que la luminarias hayan estabilizado el nivel de iluminación, esto se asegura 10 minutos después que la luminarias se enciendan
3. Identificar puntos de mediciones en el área, estos deben estar distantes entre los 50 y 60 cm
4. Tener conocimientos de la cantidad de puntos medidos para luego calcular la iluminancia media del área medida
5. Asegurarse que no haya tráfico de persona por el lugar a medir, ya que estas pueden producir sombrar y provocar una medida errónea.
6. Cada vez que se va a realizar la medida en cada punto del área, el luxómetro debe estar a una altura de 80 cm sobre el suelo.
7. También se debe tomar en cuenta de cada área a medir, tipo de luminarias, números de luminarias, potencia instalada, potencia utilizada, color de techo, pared y piso, así como el mobiliario presente en el lugar.

## CAPITULO III

### ESTUDIO DE ENCUESTAS

Las encuestas son realizadas con el objetivo de recolectar información y opiniones de una sociedad a través de una serie de preguntas. Para la realización de este trabajo se necesitaban las opiniones del personal que labora en el HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN C.A, así como de las personas que hacen uso del mismo, para complementar la propuesta de la eficiencia energética en la iluminación del hospital, estas personas son los principales afectados por el sistema de iluminación actual, al no cumplir con la norma.

Se aplicaron dos tipos de encuesta una de (10) preguntas dirigida al personal que labora en el hospital y una de (9) pregunta dirigida a los usuarios, para una población de 120 personas que laboran diariamente en el recinto y para 340 usuarios diarios aproximadamente información obtenida en el departamento de estadísticas de recursos humanos del hospital privado San Juan C.A, para obtener el tamaño de muestra para la aplicación de la encuesta se realizó a través de la ecuación (3.1).

$$n = \frac{N * \alpha^2 * Z^2}{(N - 1) * e^2 + \alpha^2 * Z^2} \quad (3.1)$$

Donde:

$n$  = Tamaño de muestra;  $N$  = Tamaño de la población a encuestar;  $\alpha$  = desviación estándar de la población, cuando no se tiene este valor se asume  $\alpha = 0.5$  ;  $Z$  = Constante

obtenida de los niveles de confianza, para un nivel de confianza del 90% se tiene  $Z = 1.65$ ;  $e =$  límite de error aceptable, este varía en un rango en 1% y el 9%.

Para obtener los tamaños de las muestras de ambas encuestas se usaron valores de  $Z=1.65$  (90% de confianza);  $e=0.09$  (9%) y  $\alpha= 0.5$  para un resultado de aproximadamente 50 muestras ( $N=120$  personas que laboran) y 68 muestras ( $N=340$  usuarios).

### 3.1 ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL QUE LABORA EN EL HOSPITAL PRIVADO “SAN JUAN”

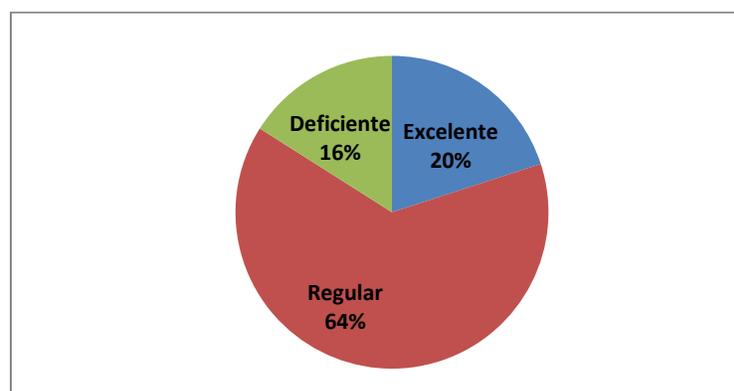
Según los datos obtenidos por el departamento de estadística en el hospital labora una población de 120 personas (médicos, enfermeras, personal de mantenimiento, personal de seguridad, técnicos en el área de la salud, personal administrativo y secretarías). Aplicando la ecuación (3.1) se obtiene un tamaño de muestra de 50 encuesta donde se analizará a continuación los resultados obtenidos.

#### 1) ¿Cómo califica usted la iluminación de las instalaciones del Hospital Privado?

a) Excelente

b) Regular

c) Deficiente

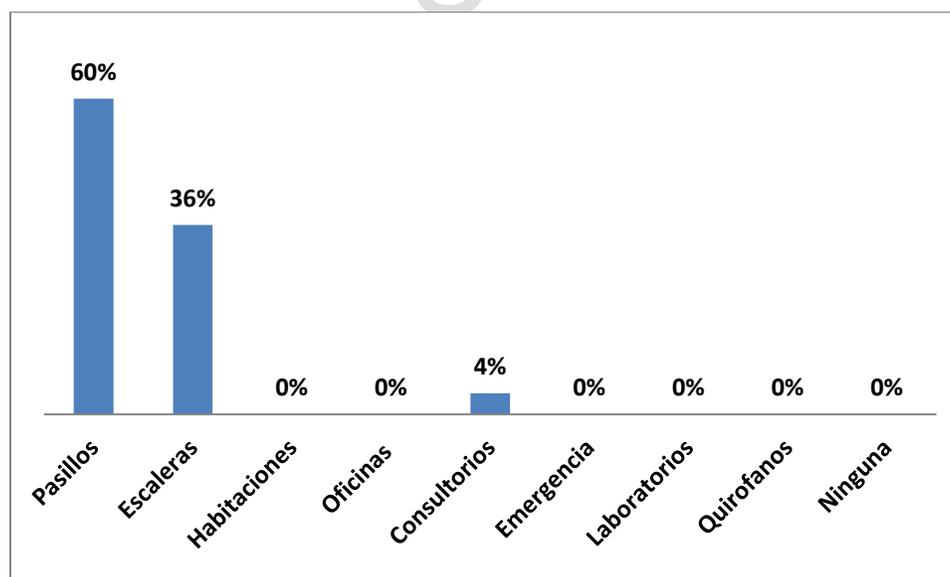


**Gráfico 3. 1 Resultados de la pregunta 1 de la encuesta aplicada al personal que labora en Hospital Privado San Juan.**

En el gráfico 3.1 se aprecia que el 64% (32 personas) de las 50 personas encuestadas califican el sistema de iluminación del hospital de forma regular, el 20% (10 personas) lo consideran deficiente y un 16% (8 personas) dicen que es excelente. La mayoría de las personas que laboran en este hospital no está conforme con la iluminación actual, de tal forma se debe implementar un nuevo sistema de iluminación para que puedan realizar sus trabajos de manera excelente.

**2) ¿Qué área del hospital privado considera usted que tiene una iluminación crítica (Seleccione una o varias)?**

- a) Pasillos      b) Escaleras      c) Habitaciones      d) Oficinas      e) Consultorios  
 f) Emergencia      g) Laboratorio      h) Quirófanos      i) Ninguna

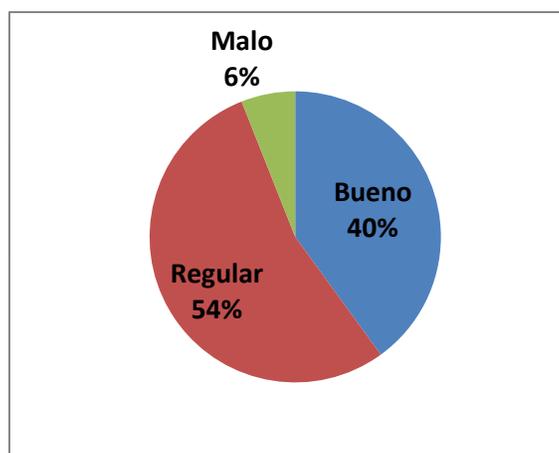


**Gráfico 3. 2 Resultados de la pregunta 2 de la encuesta aplicada al personal que labora en Hospital Privado San Juan.**

En el gráfico 3.2 se observa que el 60% (30 personas) de los encuestados considera que la iluminación es crítica en los pasillos, el 36% (18 personas) opinan que la iluminación crítica es en las escaleras y un 4% (2 personas) manifiestan que es los consultorios donde la iluminación es crítica, es importante destacar que la iluminación debe ser eficiente en todas las áreas del hospital.

### 3) ¿Cómo califica el entorno visual dentro de su área de trabajo?

- a) Bueno                      b) Regular                      c) Malo



**Gráfico 3. 3 Resultados de la pregunta 3 de la encuesta aplicada al personal que labora en Hospital Privado San Juan.**

En el gráfico 3.3 se puede ver que el 54% (27 personas) de las encuestadas considera que el entorno visual en su área de trabajo es regular, el 40% (20 personas) piensa que es bueno y el 6% (3 personas) opinan que es malo, los entornos visuales de cada área de trabajo del hospital debe ser excelente, ya que le brinda una comodidad al personal para laborar

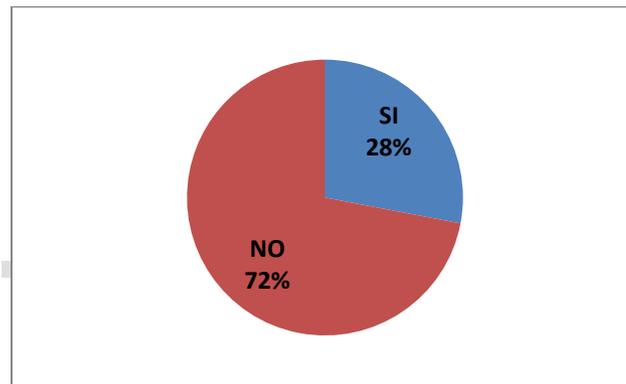


En el gráfico 3.5 se observa que el 52% (26 personas) opinan que el mantenimiento de las luminarias es realizado esporádicamente, un 40% (20 personas) creen que se realiza regularmente, mientras que un 8% (4 personas) dicen que el mantenimiento es realizado frecuentemente. Las luminarias deben tener un mantenimiento de forma frecuente para que así se alargue la vida útil de las mismas

**6) ¿Ha observado usted luces encendidas en lugares donde podría aprovecharse la luz natural?**

a) Si

b) No



**Gráfico 3. 6 Resultados de la pregunta 6 de la encuesta aplicada al personal que labora en Hospital Privado San Juan.**

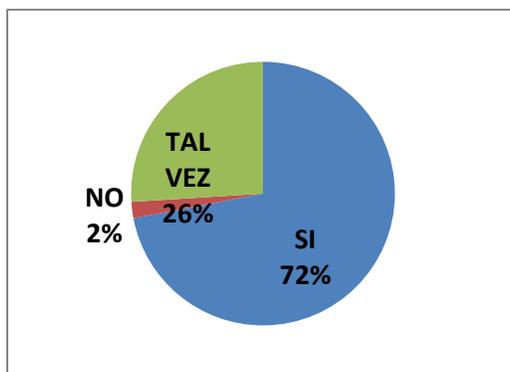
En el gráfico 3.6 se aprecia que el 72% (36 personas) de los encuestado han observado luces encendidas en lugares donde se puede aprovechar la luz natural, mientras que el 28% (14 personas) no han observado luces encendidas. En lugares donde hay oportunidad de aprovechar la luz natural es recomendable hacerlo para contribuir con el consumo de energía.

**7) ¿Piensa usted que la iluminación artificial debe mejorar para brindar un mejor servicio a los usuarios?**

a) Si

b) No

c) Tal vez

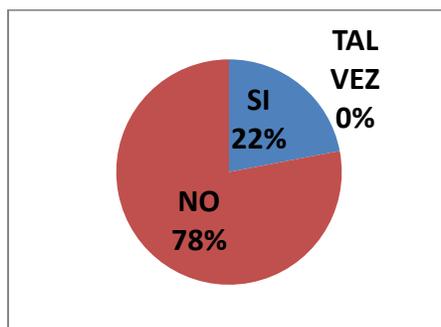


**Gráfico 3. 7 Resultados de la pregunta 7 de la encuesta aplicada al personal que labora en Hospital Privado San Juan.**

En el gráfico 3.7 se puede observar que el 72% (36 personas) de los encuestados piensan que el sistema de iluminación debe mejorar, el 26% (13 personas) creen que la iluminación artificial tal vez debe mejorar, mientras que el 2% (1 persona) cree que no es necesario la mejora. El sistema de iluminación artificial en el hospital debe mejorar para prestar un mejor servicio a los usuarios.

**8) ¿En algún área dentro de las instalaciones del Hospital ha observado usted alguna zona en donde la iluminación le haya causado deslumbramiento o cansancio visual?**

- a) Si      b) No      c) Tal vez

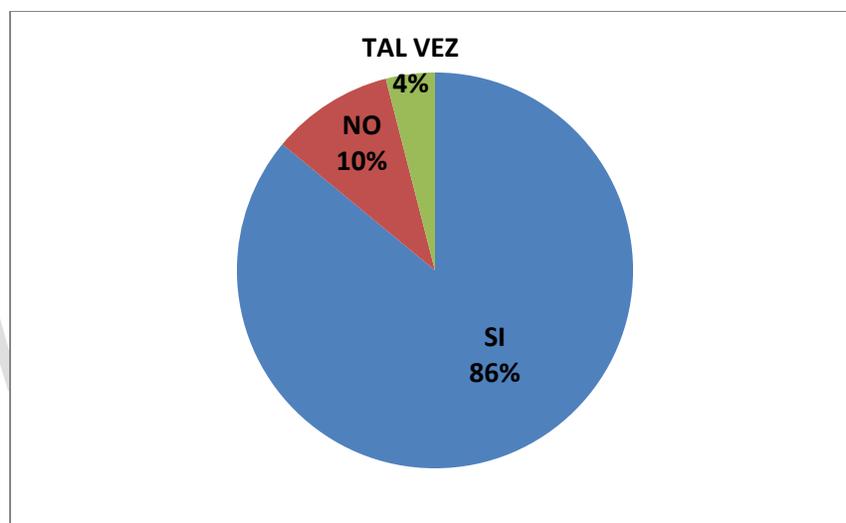


**Gráfico 3. 8 Resultados de la pregunta 8 de la encuesta aplicada al personal que labora en Hospital Privado San Juan.**

En el gráfico 3.8 se aprecia que el 78% (39 personas) de los encuestados opinan que en el hospital no existen áreas donde la iluminación les ha causado deslumbramiento o cansancio visual, mientras el 22% (11 personas) dicen que dichas áreas si existen.

**9) ¿En el hospital privado existen áreas inhabilitadas donde la iluminación es nula. Cree usted necesaria la recuperación de estas?**

a) Si      b) No      c) Tal vez



**Gráfico 3. 9 Resultados de la pregunta 9 de la encuesta aplicada al personal que labora en Hospital Privado San Juan.**

En el gráfico 3.9 se observa que el 86% (43 personas) de los encuestados creen que es necesario la recuperación de las áreas del hospital donde la iluminación es nula, el 10% (5 personas) no aprueban la recuperación de esas áreas, mientras el 4% (2 personas) piensan que tal vez. El hospital privado posee un piso completamente inhabilitado por ausencia total de iluminación.

10) ¿Estaría usted de acuerdo con que se implemente un nuevo tipo de iluminación que permita ahorrar energía en el hospital privado?

a) Si            b) No            c) Tal vez

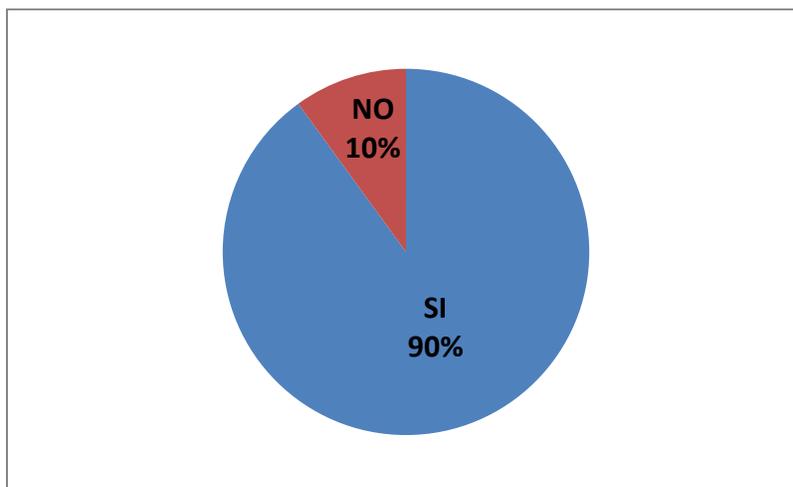


Gráfico 3.10 Resultados de la pregunta 10 de la encuesta aplicada al personal que labora en Hospital Privado San Juan.

En el gráfico 3.10 se aprecia que el 90% (45 personas) de los encuestados están de acuerdo que se implemente un nuevo sistema de iluminación en el hospital mientras que el 10% (5 personas) no están de acuerdo. Implementar un nuevo sistema de iluminación en el hospital ayudaría con el ahorro energético del mismo.

### 3.2 ENCUESTA DIRIGIDA A LOS USUARIOS QUE ASISTEN AL HOSPITAL PRIVADO “SAN JUAN”

El Hospital Privado San Juan recibe aproximadamente 340 personas diarias en las distintas áreas de emergencia, hospitalización, radiología y consultas médicas, información obtenida por el departamento de estadística del hospital, usando una población de 340 personas y

aplicando la ecuación (3.1) se obtiene un tamaño de muestra de 68 encuesta donde se analizará a continuación los resultados obtenidos.

**Tabla 3. 1 Resultados de la Encuesta aplicada a los usuarios del Hospital Privado San Juan.**

N°	PREGUNTA	RESULTADOS		
		OPCIONES	N° DE PERSONAS	% DE ENCUESTADOS
1	¿Cómo califica usted la iluminación que hay en el hospital privado “San Juan”?	Buena	20	30
		Regular	45	66
		Mala	3	4
2	¿Le resulta agradable la iluminación dentro del hospital privado para realizar cualquier actividad (lectura, escritura)?	Si	28	41
		No	40	59
3	¿En algún área dentro de las instalaciones del Hospital ha observado usted alguna zona en donde la iluminación le haya causado deslumbramiento o cansancio visual?	Si	20	29
		No	40	59
		Tal Vez	8	12
4	¿Ha observado usted lámparas quemadas o en mal estado?	Si	48	71
		No	20	29
5	¿Considera usted que se podría aplicar métodos para el ahorro energético dentro de las instalaciones?	Si	45	66
		No	0	0
		Tal Vez	23	34
6	¿Cree usted que la iluminación pueda causar alguna alteración en el diagnóstico médico?	Si	29	43
		No	0	0
		Tal Vez	39	57
7	¿Cree usted que el aprovechamiento de la luz natural en el Hospital es un aporte para el ahorro energético?	Si	68	100
		No	0	0
		Tal Vez	0	0
8	¿Observa usted lámparas encendidas en lugares donde no se necesite?	Si	55	81
		No	13	19
9	¿Qué factor considera usted que es el causante de la deficiencia en el sistema de iluminación en el hospital privado “San Juan”?	Luminarias no son las adecuadas	5	7
		Falta de Mantenimiento	25	37
		Lámparas Dañadas	37	54
		Ningún	1	1

Analizando los resultados de las encuestas en la tabla 3.1 se puede apreciar que en la pregunta 1 el 66% (45 personas) de los encuestados califican que la iluminación en el hospital es regular, el 30% (20 personas) opinan que es buena la iluminación mientras que

el 4% (3 personas) piensan que es mala. El sistema de alumbrado de un hospital debe aportar una iluminación buena para el confort de los usuarios.

En la pregunta 2 el 59% (40 personas) de los encuestados no le parece agradable la iluminación en el hospital, ya que no pueden realizar actividades (lectura, escritura) de una forma cómoda, mientras que 41% (28 personas) piensan que si es agradable la iluminación para realizar actividades.

Se observa que en la pregunta 3 el 59% (40 personas) de los encuestados piensan que no hay zonas en el hospital donde la iluminación cause deslumbramiento o cansancio visual, el 29% (20 personas) dicen que si existen zonas de deslumbramiento, mientras que el 12% (8 personas) creen que tal vez existen tales zonas.

En la pregunta 4 el 71% (48 personas) de los encuestados han observado en el hospital lámparas en mal estado, mientras que el 29% (20 personas) no han visto lámparas en mal estado. En el sistema de alumbrado del hospital debe tener todas las lámparas en buen estado para aportar una iluminación eficiente

Analizando la pregunta 5 el 66% (45 personas) de los encuestados consideran que en el hospital se puede aplicar métodos de ahorro energético, mientras el 34% (23 personas) piensan que tal vez se pueda aplicar dichos métodos.

En la pregunta 6 el 57% (39 personas) de los encuestados creen que la iluminación del hospital tal vez puede causar alteraciones en el diagnóstico médico, mientras que el 43% (29 personas) creen que el diagnóstico si es alterado por la iluminación, por esta razón la iluminación en el hospital debe ser excelente y poder dar un diagnóstico médico preciso.

Se aprecia en la pregunta 7 el 100% (68 personas) de los encuestados creen que el aprovechamiento de la luz natural es un aporte al ahorro energético del hospital.

En la pregunta 8 el 81% (55 personas) de los encuestados han visto lámparas encendidas en lugares donde no es necesario, mientras que el 19% (13 personas) no han visto lámparas encendidas, tener lámparas encendidas donde no es necesario aumenta el consumo energético del hospital

Para terminar el análisis de los resultados en la pregunta 9 el 54% (37 persona) de los encuestados consideran que la deficiencia del sistema de iluminación se debe a las lámparas dañadas que se encuentran en el hospital, el 37% (25 personas) creen que la deficiencia de debe a la falta de mantenimiento del sistema de iluminación, el 7% (5 personas) opinan que las luminarias no son las adecuadas, mientras que el 1% (1 persona) considera que la deficiencia de iluminación se debe a ningún de estos factores.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **CAPITULO IV**

# **ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN**

En el capítulo a desarrollar se conocerá las características y condiciones actuales de los sistemas de iluminación del HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN C.A tales como la cantidad de luminarias y lámparas, el funcionamiento y el tipo de las mismas, como el detalle de cada área de trabajo tomando en cuenta los colores de piso, pared y techo, niveles de iluminación y consumo de potencia.

La medición de la iluminancia de cada área de trabajo fue realizado de una manera exacta a través de un instrumento de medición llamado luxómetro donde el valor obtenido se expresa en unidades de lux, esta medición fue realizada a 80 cm sobre el nivel del piso y en varios puntos distribuidos en el área de medición a 100 cm de separación aproximadamente, luego se calculaba una iluminancia media usando los valores medidos de cada punto y aplicando la ecuación (2.4) para finalmente este valor obtenido compararlo con los valores establecidos por la NORMA COVENIN 2249-93 para cada área de trabajo, así dando certificación si los niveles de iluminación medido cumplen con la norma o de lo contrario proponer un sistema que si cumpla.

El estudio del sistema se realizó en cada piso del hospital y se observó que las lámparas más usadas eran los tubos fluorescentes T8 así como las lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo. A continuación la descripción del sistema de iluminación actual del HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN C.A.

## **4.1 PISO 5**

Está conformado por las áreas de quirófano, UCI, Banco de Sangre y un área común.

### **4.1.1 Quirófanos**

El Hospital privado San Juan C.A en el área de quirófano consta de 4 quirófanos los cuales hoy en día se encuentra operativo uno de ellos, otro es usado como depósito de medicamentos y dos de ellos totalmente inoperativos, cuentan con un cuarto de descanso para el personal y un cuarto de recuperación para los pacientes, también dos cubículos los cuales se llaman faena limpia y faena sucia, los cuales se encargan de estilizar y recoger respectivamente los instrumento y lencería utilizada en la operaciones quirúrgicas.

Los niveles de iluminancia recomendado por la NORMA COVENIN para los quirófanos son los siguientes iluminancia máxima de 2000 lx, iluminancia media de 1500 lx, iluminancia mínima de 1000 lx y para una iluminación localizada 27000 lx

#### **a) Quirófano C**

En este quirófano se realizan todas las operaciones quirúrgicas del hospital, ya que es el único que se encuentra operativo, posee un área de  $21,6 m^2$  sus paredes son de color blanco al igual que el techo y el piso de granito gris, su sistema de iluminación está conformado por 6 luminarias de 4 fluorescentes tubulares de 17w cada una y se encuentran distribuida en forma general, dos lámparas cialíticas Trulight 5300 de 60W cada una.

99	121	156	154	99
53	82	29800	233	156
154	44	2000	200	90
162	81	172	75	150
233	221	125	233	256

Figura 4. 1 Valores de iluminancia medidos en el Quirófano C

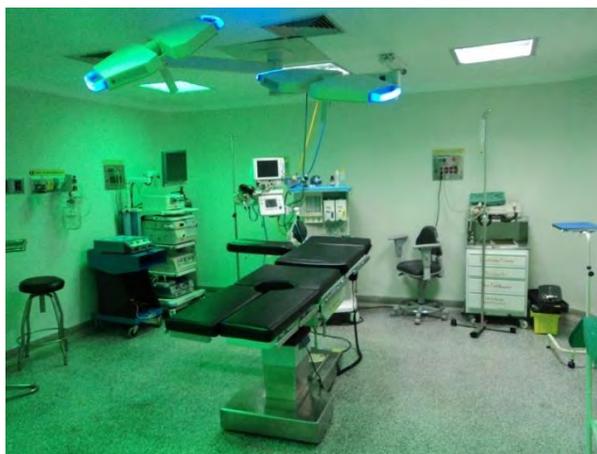


Figura 4. 2 Quirófano C del Hospital Privado San Juan.

Tabla 4. 1 Características de medición del Quirófano C del Hospital Privado.

<b>Fecha/Hora de Medición</b>	05/02/2017 -12:30m
<b>Tipo de luminarias</b>	luminarias de tubos fluorescentes tubular T8 de 17 w lámparas truligth 5300
<b>N° de luminarias</b>	6
<b>N° de lámparas</b>	26
<b>N° de lámparas operativas</b>	20
<b>Potencia Instalada (W)</b>	528
<b>Potencia en uso (W)</b>	460
<b>N° de puntos medidos</b>	20
<b>Iluminancia Máxima (lx)</b>	233
<b>Iluminancia Media (lx)</b>	133.7
<b>Iluminancia Mínima (lx)</b>	44
<b>Iluminancia media localizada (lx)</b>	29800

## b) Quirófano A, B Y D

**Tabla 4. 2 Características de medición en los Quirófanos restantes.**

QUIROFANO	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas Funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
D	05/02/2017 12:10m	Blanco Blanco Granito gris	5 de 4 x 27W	20	0	20	G:42.05 L: 0	G: 1000–2000 L: 27000
B	05/02/2017 12:15m	Blanco Blanco Granito gris	6 de 3X17W 1x120W	18	1	20	G:17.75 L: 23000	G: 1000–2000 L: 27000
A (deposito)	05/02/2017 12:30m	Blanco Blanco Granito gris	8 de 4X17W 1X80W	24	15	20	152.6	200–500
Almacén de medicamentos	05/02/2017 12:35am	Blanco Blanco Granito gris	5 X 17W	5	1	16	29.13	200 – 500

Los valores de iluminación obtenidos en los quirófanos no cumplen con los valores requeridos por la norma, por tal motivo es importante proponer un nuevo sistema de iluminación o reparar el que existe, ya que es necesario una buena iluminación en estos espacios para que el personal médico pueda realizar un trabajo eficiente en las operaciones quirúrgicas.

www.bdigital.ula.ve

## c) Faenas



**Figura 4. 3 Faena Limpia de Quirófano del Hospital Privado.**

**Tabla 4. 3 Características de medición de faenas de Quirófano**

FAENA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Illuminancia Media Medida (lx)	Illuminancia Media recomendada (lx)
LIMPIA	06/02/2017 09:40am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3 x 45W	6	4	20	216.40	100 – 200
SUCIA	06/02/2017 09:50am	Blanco Blanco Granito gris	1 de 3X45W	3	3	20	291.5	100 – 200

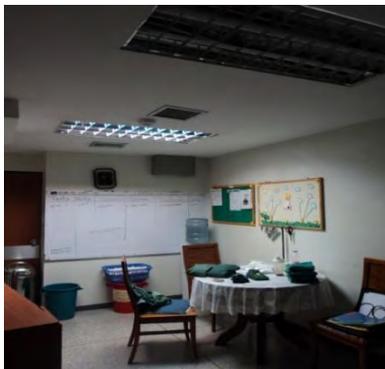
En la tabla 4.3 se comprueba que en los espacios dedicados al mantenimiento de los instrumentos utilizados en quirófano se cumple con los niveles de iluminación requeridos por la norma.

#### d) Salas

En el área de quirófano se cuenta con dos salas, la primera es la sala de recuperación para los pacientes y la segunda es una sala de descanso para el personal que labora en los quirófanos.



**Figura 4. 4 Sala de recuperación de quirófano**



**Figura 4. 5 Sala de descanso del personal que labora en quirófano**

**Tabla 4. 4 Características de medición de las salas de quirófano.**

SALAS	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos Medidos	Illuminancia Media Medida (lx)	Illuminancia Media recomendada (lx)
RECUPERACION	05/02/2017 01:00pm	Blanco Beige Granito gris	4 de 3 x 45W	12	5	26	151,15	100 – 200
DESCANSO	07/02/2017 09:00am	Blanco Marfil Granito gris	2 de 3X32W	6	3	32	168,81	100 – 200

A pesar de la cantidad de luminarias inoperativas, se aprecia en la tabla 4.4 que los valores de iluminación en las sala de descanso y recuperación cumplen con la norma, ya que se encuentra en el rango requerido por la misma.

#### e) Pasillos Quirófano



**Figura 4. 6 Pasillo Principal de Quirófano**

**Tabla 4. 5 Características de medición de los pasillos de Quirófanos.**

PASILLOS	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
PRINCIPAL	07/02/2017 09:30am	Blanco Beige Granito gris	9 de 3 x17W	27	21	47	147.85	100 – 200
DESCANSO 1	07/02/2017 10:40am	Blanco Marfil Granito gris	2 de 3 X17W	6	6	22	172.86	100 – 200
DESCANSO 2	07/02/2017 10:45am	Blanco Marfil Granito gris	2 de 26W	2	0	16	6,5	100 – 200

En la tabla 4.5 se observa que el pasillo principal y el pasillo 1 del área de quirófano cumplen con la norma respecto a los valores de iluminación recomendado, mientras que el pasillo 2 de la sala de descanso no cumple con la norma, ya que las luminarias no funcionan.

#### 4.1.2 UCI's

La unidad de cuidados intensivos del Hospital Privado San Juan está dividido en tres áreas que son: sala de pacientes, cuarto de descanso del personal médico y despacho de medicamentos, la sala de pacientes se requiere de una iluminación eficiente, ya que es una área donde observan día y noche el estado de salud de los pacientes con gravedad. Esta sala consta con una superficie de 51  $m^2$  aproximadamente, con paredes de color azul claro, techo de color blanco y piso de granito gris, se encuentran instalada 6 luminarias de 3 tubos de 32 W y 4 luminarias de lámparas ahorradoras de 13W. Los valores de iluminación recomendado por la NORMA COVENIN para una iluminación general máxima 200 lx, media 150 lx y mínima 100 lx, mientras que los valores de iluminación localizada son 1000 lx valor máximo, media de 750 lx y mínima de 500 lx.

**Tabla 4. 6 Características de medición de lugares pertenecientes al área de UCIs**

LUGAR	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos Medidos	Illuminancia Media Medida (lx)	Illuminancia Media recomendada (lx)
UCIs	13/02/2017 -9:30am	Blanco Azul claro Granito gris	6 de 3X17W 4 X 13W	22	11	64	378.31	500 - 1000
CUARTO DE DESCANSO (personal médico)	13/02/2017 09:40am	Blanco Azul claro Granito gris	3 de 60W	3	1	19	196,68	100 – 200
DESPACHO DE MEDICAMENTO	13/02/2017 10:00am	Blanco Verde Clar Granito gris	3 de 3X17W	9	9	27	176.85	200 – 500
DEPOSITO DE ASEO	13/02/2017 10:15am	Blanco Blanco Granito gris	1 x 60W	1	0	0	0	200 – 500
BAÑOS PARA PERSONAL MEDICO	13/02/2017 10:20am	Blanco Marrón Granito gris	1 x 100W	1	1	15	179.06	100 – 200

En la tabla 4.6 se aprecia que no están funcionando todas las lámparas pero los valores de iluminancia si cumplen con los recomendados por la NORMA COVENIN.

#### 4.1.3 Banco de Sangre

El área de Banco de Sangre del hospital privado San Juan se encuentra inhabilitado debido a la faltas de químicos y personal especializado, esta área está dividido en 3 zonas que son oficina, muestras y almacenamiento, con un área total de 51.85 m<sup>2</sup> con techo color blanco, paredes azules y piso de granito color gris, a continuación las características específicas por zona:

**Tabla 4. 7 Característica de medición del Banco de Sangre**

ZONAS	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Illuminancia Media Medida (lx)	Illuminancia Media recomendada (lx)
OFICINA	14/03/2017 10:00am	Blanco Azul Granito gris	2 de 3 x 17W	6	4	25	72.24	200 – 500
SALA DE MUESTRA	14/03/2017 9:50am	Blanco AZUL Granito gris	2 de 3X17W	6	6	25	133.80	500 – 1000
EQUIPOS DE ALMACENAJE	14/03/2017 9:15am	Blanco azul Granito gris	4 de 3 x 17W	12	3	25	85.44	500 -1000
BAÑO OFICINA	14/03/2017 10:20am	Blanco Marrón	1 x26W	1	1	16	72	100 – 200

En la tabla 4.7 se observa que en el banco de sangre los valores de iluminancia no cumplen con los valores recomendados por la norma debido a que varias lámparas del sistema de alumbrado actual se encuentran en mal estado.



**Figura 4. 7 Banco de Sangre**

#### 4.1.4 Espacio común piso 5 y pasillo piso 4

Este espacio es una zona central en el 5to piso donde se distribuye el acceso a las distintas áreas existentes en el mismo, tiene una superficie aproximada de 26.10m<sup>2</sup>, con paredes de color verde y otras de color blanco, techo color blanco y piso de granito gris, los valores de iluminancia recomendados por la norma son entre los 100 y 500 lux.

**Tabla 4. 8 Características de medición del área común en piso 5 y pasillo piso 4**

PASILLOS	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
CENTRAL PISO 5	13/03/2017 10:30am	Blanco y verde Granito gris	4 de3 x32W	12	7	44	323.30	100 – 500
PISO 4	14/03/2017 11:40am	Blanco Beige Granito gris	2 X 26w	22	2	22	6.5	100 – 200

La zona central de piso 5 del hospital cumple con los valores de iluminancia recomendados por la norma, mientras el pasillo de piso 4 no cumple, ya que el sistema actual de iluminación se encuentra en estado crítico.

## 4.2 PISO 6

Este piso está conformado por áreas de servicio (lavandería, baños, cuarto de cámaras de seguridad, terraza, suministro farmacológicos)

### 4.2.1 Servicio piso 6

Dentro del área de Servicio del 6to piso del Hospital Privado San Juan se encuentra la terraza, el cuarto de cámaras de seguridad y baños a continuación sus características de iluminación:

**Tabla 4. 9 Características de medición del piso 6 Hospital Privado**

Lugar	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
Lavandería	05/02/2017 09:30am	Madera Verde Beige	3 x 32W	3	3	77	232.40	100 - 200
Baño lavandería	05/02/2017 10:00am	Madera Beige Beige	1 x 26W	1	0	6	53.66	100 - 200
Cuarto de cámaras	05/02/2017 10:40am	Blanco Verde/blanco Verde	2 de 3X17W	6	5	25	156	200 – 500
Terraza	05/02/2017 10:30am	Madera Blanco/verde Gris	4 de 1X32W	4	3	24	331	200 – 500
Baño Terraza	05/02/2017 10:25am	Madera Blanco/Beige	1 X 26W	1	0	0	0	100 – 200
Suministro Farmacológicos	05/02/2017 11:20am	Madera Verde/Beige Verde	3 de 3X17W 6 de 2X45W	21	8	49	61	200 – 500
Baños suministros	05/02/2017 11:30am	Madera Verde Claro Verde	1 X 22W	1	1	9	34	100 – 200

En la tabla 4.9 se encuentran las características de iluminación de los espacios en el área de servicio del piso 6 y se comparó con los valores recomendado por la NORMA COVENIN 2249-93, concluyendo que la terraza cumple con la norma, en lavandería sobrepasa los valores recomendados debido a la presencia de luz natural y los demás espacio no cumplen debido a que varias de sus luminarias no se encuentra en funcionamiento.

### **4.3 PISO 4**

Este piso consta de un pasillo donde se encuentran 18 habitaciones de hospitalización (desde la número 28 a la 45), una habitación de descanso para personal que labora, un depósito de limpieza y un cubículo de recepción e información. El 4to piso del hospital privado San Juan se encuentra completamente inhabilitado e inoperativo debido que presenta un sistema de iluminación deficiente, la iluminación es casi nula por falta de mantenimiento, recuperación, por robo de luminarias y lámparas del sistema actual. Para realizar las mediciones de iluminancia en esta área se busco prestado 2 luminarias incandescentes de 60w para poder transitar por la misma.

#### **4.3.1 Habitaciones piso 4.**

Las habitaciones de hospitalización debe contar con un ambiente de comodidad y tranquilidad para el paciente, ya que juega un papel importante para la recuperación del mismo los valores de iluminancia recomendado por la NORMA COVENIN 2249-93 son iluminancia mínima 50 lx, media 75 lx y máxima 100 lx, cada habitación posee 2 luminarias de techo de 2 lámparas fluorescentes lineal T8 de 32W cada una, los valores recomendados son iluminancia mínima de 100 lx, media 150lx y máxima 200 lx. Estos últimos valores también son recomendados para las habitaciones de descanso.

**Tabla 4. 10 Características de medición de habitaciones piso 4.**

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos Medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
HABITACIONES (de 28 a la 45)	14/03/2017 11:30am	Blanco Beige Granito gris	2 de 2x17W 1 x 9W (cada habitación)	5	0	0	0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
HABITACION DE DESCANSO (para el personal)	14/03/2017 12:30pm	Blanco Rosado Granito gris	1 x 22W	1	0	8	23.25	100 - 200
BAÑO (Habitación de descanso)	14/03/2017 12:40pm	Blanco Blanco Granito gris	1 x 26W	1	1	7	135.7	100 - 200

En la tabla 4.10 se aprecia que el baño de la habitación de descanso cumple con los valores recomendado esto se debe a una entrada de luz natural a través de una ventana, de lo contrario ningún área del piso 4 cumple con la norma.

#### 4.3.2 Servicio piso 4

Esta zona tiene 2 áreas de servicio que son depósito de limpieza y el cubículo de información.

**Tabla 4. 11 Característica de medición del área de servicio piso 4.**

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
DEPOSITO DE LIMPIEZA	14/03/2017 1:00pm	Blanco Blanco Granito gris	1 x 26W	1	0	0	0	200 - 500
CUBICULO DE INFORMACION	14/03/2017 1:20pm	Blanco Marfil Granito gris	1 x 26w	1	0	0	0	100 – 200

En la tabla 4.11 se observa que también las áreas de servicio no cumplen con la norma por tal motivo es recomendable sustituir todas las luminarias en mal estado y hacer mantenimiento a las necesarias para recuperar y habilitar el piso 4 del hospital.

## 4.4 PISO 3

El tercer piso esta conformados por 2 pasillos laterales y un pasillo central, realizando una distribución en forma de U de las áreas existentes los cuales son habitaciones de hospitalización (desde la número 1 hasta la 20), Unidad de Gastroenterología, Estar de enfermería, habitaciones de descanso para enfermería, Unidad de Cardiología (Hemodinamia) y una oficina de archivos.

### 4.4.1 Pasillo piso 3

Las luminarias de los pasillos son decorativas de una lámpara ahorradora E27 de 26W, la iluminación se ve un poco opaca debido a la falta de mantenimiento de las luminarias que debe ser frecuente por su forma decorativa. El color de las paredes de los pasillos es marfil, techo color blanco y piso de granito gris, como ya se mencionó en otras ocasiones los valores recomendados por la NORMA COVENIN 2249-93 para los pasillos son: iluminancia mínima 100 lx, media 150 lx y máxima 200 lx.

**Tabla 4. 12 Características de medición de los pasillos piso3**

PASILLOS	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
LATERAL 1	21/03/2017 9:00am	Blanco Marfil Granitogris	7 x 26W	7	4	55	28.14	100 - 200
LATERAL 2	21/03/2017 9:30am	Blanco Marfil Granitogris	9 x 26w	9	8	85	21.95	100 – 200
CENTRAL piso 3	21/03/2017 10:00am	Blanco Marfil Granitogris	3 x 26W	3	2	29	34.62	100 - 200

En la tabla 4.12 se puede ver que ningunos de los pasillos del piso 3 cumple con las NORMA COVENIN respecto a la iluminación por eso se debe mejorar el sistema de iluminación actual.



**Figura 4. 8 Pasillo lateral 2 del piso 3.**



**Figura 4. 9 Pasillo central piso 3**

#### **4.4.2 Habitaciones piso 3**

En el pasillo lateral 1 se encuentran las habitaciones desde la 1 hasta la 8, estas no se encuentran en uso debido a que sus condiciones no son las adecuadas en cuanto a iluminación y comodidad. El pasillo lateral 2 se encuentran las habitaciones desde la 9 a la 20, cada habitación cuenta con 2 luminarias de techo de 2 lámparas fluorescentes de 32W y

otras habitaciones con lámparas de 17W, también una luminaria de pared de 9 W que es usada para la lectura y aplicación de medicamento, cada habitación tiene su baño privado con un luminaria de lámpara ahorradora de 26 W.

Todas las habitaciones son de paredes color marfil, techo color blanco y piso de granito gris.

**Tabla 4. 13 Características de medición de las habitaciones piso 3.**

HABITACIONES	Fecha/hora de Medición	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iuminancia Media Medida (lx)	Iuminancia Media recomendada (lx)
H 1	29/03/2017 9:00am	2 de 2x17W 1 de 2x 9W	6	0	0	G: 0 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 2	29/03/2017 9:10am	2 de 2x17W 1 de 2x 9W	6	2	G: 15 L: 7	G: 20.2 L: 68.57	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 3	29/03/2017 9:20am	2 de 2x17W 1 de 2x 9W	6	4	G:14 L: 9	G: 53.07 L: 138.44	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 4	29/03/2017 9:30am	2 de 2x17W 1 de 2x 9W	6	5	G: 13 L : 7	G: 135.46 L: 198.57	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 5	29/03/2017 9:40am	2 de 2x17W 1 de 2x 9W	6	3	G: 14 L: 8	G: 39.7 L: 55.5	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 6	29/03/2017 9:50am	2 de 2x17W 1 de 2x 9W	6	3	G: 13 L: 8	G: 56.23 L: 131.37	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 7	29/03/2017 10:00am	2 de 2x32W 1 de2 x 9W	6	2	G:15 L: 7	G: 40.4 L: 65.85	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 8	29/03/2017 10:10am	2 de 2x32W 1 de2 x 9W	6	4	G:15 L: 6	G: 110.2 L: 162.16	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H descanso piso 3	29/03/2017 10:20am	1 x26W	1	0	G: 0 L: 0	G: 0 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 9	27/03/2017 8:30am	2 de 2x17W 1 de2 x 9W	6	2	G: 13 L: 6	G: 26.92 L: 73.5	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 10	27/03/2017 8:40am	2 de 2x17W 1 x60w 1x 9W	6	0	G: 0 L: 0	G: 0 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 11	27/03/2017 8:50am	de 2x17W 2 de 1x 9W	5	0	G: 0 L: 0	G: 0 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 12	27/03/2017 8:30am	1 de 2x17W 1 x60w 1x 9W	4	2	G: 18 L: 7	G: 76.27 L: 79.71	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 13	27/03/2017 9:00am	2 de 2x17W 1 de2 x 9W	6	0	G: 0 L: 0	G: 0 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 14	27/03/2017 9:10am	2 de 2x17W 1 de2 x 9W	6	5	G: 16 L: 6	G: 81.75 L: 101.33	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 15	27/03/2017 9:20am	2 de 2x17W 1 de2 x 9W	6	4	G: 22 L: 7	G: .56.77 L: 86	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 16	27/03/2017 9:30am	2 de 2x17W 1 de2 x 9W	6	6	G: 13 L: 0	G:39.30 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 17	27/03/2017 9:40am	2 de 2x17W 1 de2 x 9W	6	0	G: 0 L: 0	G: 0 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 18	27/03/2017 9:50am	2 de 2x32W 1 de2 x 9W	6	5	G: 13 L: 0	G: 56.61 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 19	27/03/2017 10:00am	2 de 2x32W 1 de2 x 9W	6	0	G: 0 L: 0	G: 0 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H 20	27/03/2017 10:20am	1 de2 x 9W 1x60w	3	2	G: 11 L: 3	G: 47.36 L: 95	G: 50 – 100 L: 200 - 500

HABITACIONES	Fecha/hora de Medición	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
H descanso enfermería 1	27/03/2017 10:30am	2 de 3x17w	6	6	16	155.56	100 - 200
H descanso enfermería 2	27/03/2017 10:40am	2 de 3x17W	6	4	14	205.57	100 - 200

La tabla 4.13 muestra que las habitaciones de hospitalización del piso 3 del hospital privado San Juan no cumple con los valores de iluminancia recomendado por la NORMA COVENIN 2249-94. Mientras que las habitaciones de descanso de enfermería si cumple.



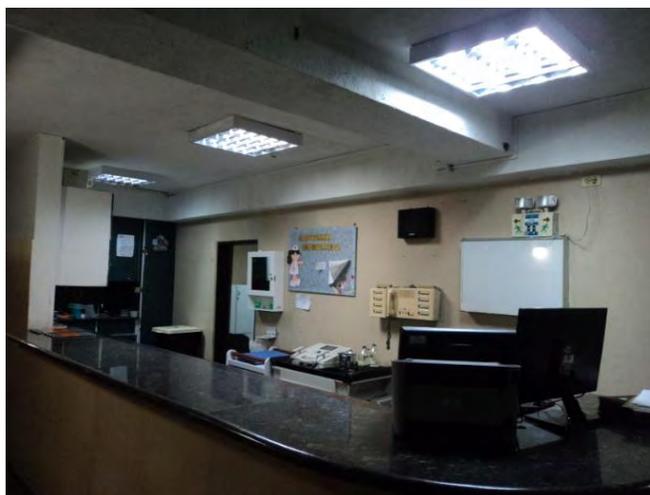
Figura 4. 10 Habitación de hospitalización del piso 3.

#### 4.4.3 Estar de Enfermería piso 3.

Tabla 4. 14 Características de medición del estar de enfermería piso 3.

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
RECEPCION ENFERMERIA	23/03/2017 9:00am	Blanco Marfil/verde Granito gris	3 de 3x17W	9	8	23	177.13	200 -500
ESTAR ENFERMERIA	23/03/2017 9:15am	Blanco Marfil Granito gris	1 de 2x17W	2	2	14	101.28	100 -200
BAÑO ESTAR ENFERMERIA	23/03/2017 9:30am	Blanco Marrón Granito gris	1 x60W	1	1	8	262.5	100 - 200

En la tabla 4.14 se aprecia que el área de enfermería cumple en su totalidad con los valores de iluminancia recomendado por la norma.



**Figura 4. 11** Estar de enfermería Piso 3.

#### 4.4.4 Unidad de Gastroenterología.

**Tabla 4. 15** Características de Mediciones de la unidad de Gastroenterología

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
SALA DE ESPERA	23/03/2017 9:50am	Blanco Marfil Granito gris	1 de 3x17W	3	3	27	81.22	100 - 200
SALA DE GASTRO 1	23/03/2017 10:00am	Blanco Rosa/blanco Granito gris	2 de 3x17W	6	4	30	107.7	500 - 1000
SALA DE GASTRO 2	23/03/2017 10:30am	Blanco Marfil/Verde Granito gris	4 de 3x17W	12	2	22	23.5	500 - 1000
DEPOSITO GASTRO	23/03/2017 10:40am	Blanco Marfil Granito gris	1 x60W	1	1	18	54.11	200 - 500
BAÑO	23/03/2017 10:50am	Blanco Blanco Granito gris	1 X 26W	1	0	17	36.05	100 - 200

La unidad de gastroenterología del Hospital Privado San Juan, no cumple con los valores de iluminancia recomendado por la norma, aun así el personal opina que laboran en condiciones normales con el sistema de iluminación actual.



**Figura 4. 12 Unidad de Gastroenterología**

#### 4.4.5 Unidad de Cardiología (Hemodinamia)

**Tabla 4. 16 Características de medición de la Unidad de Cardiología.**

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos Medidos	Illuminancia Media Medida (lx)	Illuminancia Media recomendada (lx)
SALA DE MONITORES	24/03/2017 9:50am	Blanco Azul/Salmon Granito gris	4 de 3x17W	12	7	12	172	200 - 500
SALA DE ESTUDIO 1	24/03/2017 10:00am	Blanco Salmon Granito gris	4 de 3x17W	12	10	24	434.41	500 - 1000
SALA DE ESTUDIO 2	24/03/2017 10:30am	Blanco Rosa Granito gris	2 de 3x17W 1de2x17W	8	8	17	411.58	500 - 1000
CUARTO DE RECUPERACION	24/03/2017 10:40am	Blanco Gris Granito gris	1 x60W	1	1	12	10.25	100 - 200
CUARTO DE DESCANSO	24/03/2017 10:50am	Blanco Marfil Granito gris	1 X 60W	1	1	6	96.33	100 - 200
BAÑO	24/03/2017 11:00am	Blanco Gris Granito gris	1 x 60W	1	1	6	155.5	100 - 200

La unidad de cardiología no cumple con la NORMA COVENIN 2249-93 en cuanto a los valores de iluminancia.



**Figura 4. 13 Sala de Estudio 1.**



**Figura 4. 14 Sala de estudio 2.**

#### 4.4.6 Oficina de archivo.

**Tabla 4. 17 Característica de medición de la oficina de archivo**

OFICINA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Illuminancia Media Medida (lx)	Illuminancia Media recomendada (lx)
ARCHIVO	24/03/2017 12:00m	Blanco Rosa Granito gris	1 X 26W	1	1	18	85.05	200 - 500

Esta oficina no cumple con los valores de iluminancia recomendados por la norma, de tal manera es necesario reemplazar el sistema de iluminación actual, en este área se recomienda reemplazar la luminaria de pared por una de techo.

## 4.5 PISO 2

### 4.5.1 Pasillos piso 2

Al igual que el piso 3, consta de tres pasillos, a lo largo de su recorrido se encuentra distribuidas luminarias decorativas de lámparas fluorescentes ahorradoras de 26W.

**Tabla 4. 18 Característica de Medición de Pasillos piso 2.**

PASILLOS	Fecha/hora de Medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
LATERAL 1	04/04/2017 9:00am	Blanco Marfil Granito gris	11 x 26W	11	5	55	100.5	100 - 200
LATERAL 2	04/04/2017 9:30am	Blanco Marfil Granito gris	8 x 26w	8	5	64	19.07	100 – 200
CENTRAL piso 2	04/04/2017 10:00am	Blanco Marfil Granito gris	4 x 26W	4	4	12	50.08	100 - 200

Los pasillos del piso 2 no cumplen con la NORMA COVENIN 2249-93, se recomienda reemplazar las lámparas que se encuentran en mal estado o reemplazar el tipo de luminaria, para aportar una iluminación eficiente que le brinde seguridad al personal y a los usuarios del hospital al transitar por los pasillos.

### 4.5.2 Consultorios piso 2

La Norma COVENIN 2249-93 para los consultorios recomienda valores de iluminancia mínima de 200 lx, media de 300 lx y máxima de 500 lx, estos valores son necesarios cumplirlo para que los médicos atiendan a los pacientes de forma cómoda y den un diagnóstico exacto y preciso.

Tabla 4. 19 Características de medición de los Consultorios piso 2.

CONSULTORIO	Fecha/hora de medición	COLOR Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámpara	N° de lámparas funcionand	N° puntos medido	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendad (lx)
C-11 Pediatría	05/04/2017 9:50am	Blanco Azul/rosa Granito gris	2 de 3x17W	6	6	30	87.56	200 - 500
C-12 Cirugía Plástica	05/04/2017 10:00am	Blanco Blanco Granito gris	3 de 3x17W	9	8	20	84.41	200 - 500
C-13 Anatopatologí	05/04/2017 10:30am	Blanco Marfil Granito gris	2 de 3x17W	6	0	0	0	200 - 500
C-14 Ginecología	05/04/2017 10:40am	Blanco rosa Granito gris	3 de 3x17W	9	8	12	140.25	200 - 500
C-15 Psicología	05/04/2017 10:50am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W	6	5	16	96.33	200 - 500
C-30 Cirugía Bucal	06/04/2017 10:00am	Blanco Purpura Granito gris	3x40W 1X24W	4	3	28	110.53	200 - 500
C-31 Cardiología	06/04/2017 10:30am	Blanco Blanco Granito gris	3 de 3x17W	9	8	15	119.06	200 - 500
C-32 Ginecología	06/04/2017 10:40am	Blanco Rosa Granito gris	1 de 3x 26W 1x40W	4	4	12	58.08	200 - 500
C-33 Neumología	06/04/2017 10:50am	Blanco Blanco Granito gris	3 de 3x17W	9	7	16	185.96	200 - 500
C-34 Cardiología	06/04/2017 11:00am	Blanco Marfil Granito gris	2x40W	2	2	18	153.88	200 - 500
C-35 Psicología	06/04/2017 11:20am	Blanco Blanco Granito gris	7x26W	7	5	18	68.55	200 - 500
C-36 Medicina Interna	07/04/2017 8:30am	Blanco Blanco con Verde Granito gris	7x26W	7	3	18	69.88	200 - 500
C-37 Neurología	07/04/2017 8:40am	Blanco Blanco con Morado Granito gris	2X40W	2	2	16	93.56	200 - 500
C-38 Gastroentero	07/04/2017 8:50am	Blanco Morado claro Granito gris	1X60w	1	1	16	62.75	200 - 500
C-39 Gastroentero	07/04/2017 9:00am	Blanco Blanco Granito gris	3 x26W	3	3	20	100.55	200 - 500
C-40 Cirugía Cardiovascular	07/04/2017 9:20am	Blanco Beige Granito gris	2x40W	2	2	26	139.88	200 - 500
C-41 Desocupado	07/04/2017 9:30am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3x17W	6	0	0	0	200 - 500
C-42 Ecosonografía	07/04/2017 9:40am	Blanco Blanco Granito gris	4 de 3x17	12	10	26	245	200 - 500
C-43 Desocupado	07/04/2017 9:50am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3x 17W	6	0	0	0	200 - 500

CONSULTORIO	Fecha/hora de medición	COLOR Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámpara	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
C-44 Infectología	07/04/2017 10:00am	Blanco Beige Granito gris	4x32W	4	3	16	138.88	200 - 500

En la tabla 4.19 se puede apreciar que el único consultorio que cumple con los valores de iluminación recomendados por la NORMA COVENIN 2247-93 es el C-42, en los consultorios C-13, C-41, C-43 no se realizaron mediciones por ausencia y mal estado de las luminarias, los consultorios restantes no cumplen con la norma.

### 4.5.3 Habitaciones piso 2

Tabla 4. 20 Características de medición de habitaciones piso 2.

HABITACION	Fecha/hora de medición	COLORES : Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos Medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
H-22	06/04/2017 9:50am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W 1de 2x9W	8	0	0	G: 0 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H-23	06/04/2017 8:00am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W 1de 2x9W	8	5	20	G: 48.2 L: 109.28	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H-24	06/04/2017 8:30am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W 1de 2x9W	8	7	25	G: 56.88 L: 132.70	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H-25	06/04/2017 8:40am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W 1de 2x9W	8	5	22	G: 20.5 L: 101.56	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H-26	06/04/2017 8:50am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W 1de 2x9W	8	4	30	G:7.23 L: 115.20	G: 50 – 100 L: 200 - 500
H-27	06/04/2017 9:20am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W 1de 2x9W	8	0	0	G: 0 L: 0	G: 50 – 100 L: 200 - 500

En la tabla 4.20 se observa que en las habitaciones H-22, H-27 no se realizaron mediciones porque se encuentran inhabilitadas completamente, el valor de iluminancia media de la habitación H-24 se encuentra entre el rango de iluminación recomendado, sin embargo no cumple con el valor medio localizada recomendado. El resto de las habitaciones del piso 2 no cumplen con los valores de iluminación recomendados por la norma, debido a la gran cantidad de lámparas en mal estado.

#### 4.5.4 Oficinas piso 2.

**Tabla 4. 21 Características de medición de oficinas piso 2.**

OFICINAS	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
Hemodinamia	05/04/2017 11:00am	Blanco Salmon Granito gris	2 de 3x 17W	6	5	19	120.05	200 - 500
Cobranza	05/04/2017 11:25am	Blanco Verde claro Granito gris	4x32W	4	2	15	232.60	200 - 500
Contabilidad	05/04/2017 11:40am	Blanco Marfil Granito gris	4 de 3 x 17W 1de2x32W	14	13	16	258.43	200 - 500

Las oficinas de cobranza y contabilidad que se encuentran en el piso 2 cumplen con los valores de iluminación recomendados por la Norma COVENIN, se puede apreciar en la tabla 4.21.

#### 4.5.5 Servicios piso 2

**Tabla 4. 22 Características de medición de las áreas de Servicio piso 2.**

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
Sala de espera Hemodinamia	05/04/2017 12:00am	Blanco Azul Granito gris	2 x 60W	2	2	15	34.33	100 - 200
BAÑOS DAMAS	05/04/2017 1:00pm	Blanco Blanco Granito gris	9 x 26W	9	1	20	44	100 - 200

En estas áreas se tiene que actualizar el sistema de iluminación, ya que el actual no cumple con las Normas COVENIN respecto a los valores de iluminancia recomendados.

## 4.6 PISO 1

### 4.6.1 Pasillos piso1

**Tabla 4. 23 Características de medición de Pasillos piso 1.**

PASILLOS	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
LATERAL 1	10/04/2017 9:00am	Blanco Marfil Granito gris	8 x 26W	8	3	55	98.6	100 - 200
LATERAL 2	10/04/2017 9:30am	Blanco Marfil Granito gris	8 x 26w	8	4	50	39.88	100 – 200
CENTRAL piso 1	10/04/2017 10:00am	Blanco Marfil Granito gris	4 x 26W	4	4	16	75.58	100 - 200

Los pasillos de Piso 1 del Hospital Privado no cumple con las norma COVENIN respecto a iluminación debido a las lámparas en mal estado que presenta, debe ser remplazadas o plantear un nuevo sistema de iluminación.

### 4.6.2 Consultorios piso 1

**Tabla 4. 24 Características de medición de Consultorios piso 1.**

CONSULTORIO	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
C-4 Ginecología	09/04/2017 9:50am	Blanco Blanco Granito gris	4de 3x17W	12	11	16	250.06	200 - 500
C-5 Traumatología	09/04/2017 10:00am	Blanco Blanco Granito gris	3 de 3x17W	9	8	20	84.41	200 - 500
C-6 Medicina interna	09/04/2017 10:30am	Blanco Marfil Granito gris	2 de 3x17W	6	0	0	0	200 - 500
C-7 Pediatría	09/04/2017 10:40am	Blanco Rosa Granito gris	1 de 3x 26W 1x40W	4	4	12	58.08	200 - 500
C-8 Nutrición	09/04/2017 10:50am	Blanco Blanco Granito gris	3 de 3x17W	9	7	16	185.96	200 - 500
C-9 Desocupado	06/04/2017 8:50am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W	6	0	30	7.23	200 - 500
C-10 Desocupado	06/04/2017 9:20am	Blanco Blanco	2 de 3X17W	6	0	30	20.5	200 - 500

CONSULTORIO	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
C-17 Ginecología	05/04/2017 10:40am	Blanco rosa Granito gris	3 de 3x17W	9	8	12	140.25	200 - 500
C-18 Psicología	05/04/2017 10:50am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W	6	5	16	96.33	200 - 500
C-19 Cardiología	06/04/2017 11:00am	Blanco Marfil Granito gris	2x40W	2	2	18	153.88	200 - 500
C-20 Medicina Interna	07/04/2017 8:30am	Blanco Blanco con Verde	7x26W	7	3	18	69.88	200 - 500
C-21 Neurología	07/04/2017 8:40am	Blanco Blanco con Morado Granito gris	2X40W	2	2	16	93.56	200 - 500
C-22 Desocupado	06/04/2017 9:50am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W	6	0	30	17.53	200 - 500
C-23 Otorrino	08/04/2017 8:00am	Blanco Blanco Granito gris	5 x 26W	5	5	20	109.28	200 - 500
C-24 Cardiología	08/04/2017 8:30am	Blanco Blanco Granito gris	3 de 3X17W	9	9	25	132.70	200 - 500
C-25 Otorrino	08/04/2017 8:40am	Blanco Blanco Granito gris	3X40W	3	3	22	101.56	200 - 500
C-26 Desocupado	08/04/2017 8:50am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W	6	0	30	7.23	200 - 500
C-27 Desocupado	08/04/2017 9:20am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 3X17W	6	0	30	20.5	200 - 500
C-28 Cirugía Bucal	08/04/2017 10:00am	Blanco Purpura Granito gris	3x40W  1X24W	4	3	28	110.53	200 - 500
C-29 Cardiología	08/04/2017 10:30am	Blanco Blanco Granito gris	3 de 3x17W	9	8	15	119.06	200 - 500

En la tabla 4.24 se observa que el consultorio C-6 no se le realizaron medidas por ausencia total de iluminación, el cual se encuentra inhabilitado completamente, los consultorios C-9, C-10, C-22, C-26, C-27 se encuentran desocupados, a pesar de que todas sus lámparas se encuentran en mal estado se pudo realizar las mediciones dando como resultado valores que no cumplen con la norma COVENIN 2249-93, el resto de los consultorios tampoco cumplen con los valores de iluminación recomendados, pero aun así los médicos realizan sus consultas.

### 4.6.3 Servicio piso 1

**Tabla 4. 25 Característica de medición de las áreas de Servicio piso 1.**

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
DEPOSITO DE LIMPIEZA	10/04/2017 11:00am	Blanco Blanco Granito gris	1 x 60W	1	0	20	144	200 - 500
BAÑOS CABALLEROS	10/04/2017 11:30am	Blanco Blanco Granito gris	9 x 26	9	0	20	14.30	100 - 200

Las áreas de servicio de piso 1 no cumplen con los valores de iluminación recomendados, ya que todas sus lámparas se encuentran en mal estado, como se aprecia en la tabla 4.25

## 4.7 PLANTA BAJA

### 4.7.1 Pasillos planta baja

**Tabla 4. 26 Características de medición Pasillos planta baja.**

PASILLOS	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
PRINCIPAL	05/05/2017 9:00am	Blanco Marfil Granito gris	3 x 40W	3	1	28	90.50	100 - 200
RAYOS X	05/05/2017 9:30am	Blanco Marfil Granito gris	6 de 3x17W	18	15	40	138.86	100 - 200
CENTRAL planta baja	05/05/2017 10:00am	Blanco Marfil	4 x 26W	4	4	20	66.65	100 - 200

En planta baja los valores de iluminancia del pasillo del área de Rayos X se encuentra entre el rango recomendado, pero aun así no cumple con el valor medio recomendado, los demás pasillos debido al sistema de iluminación actual no cumple con la norma.

### 4.7.2 Área de Rayos X

**Tabla 4. 27 Características de Medición del Área de Rayos X.**

CUBICULOS	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
CU-1	05/05/2017 10:15am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 2x32W	4	1	16	20.5	20 -50
CU-2	05/05/2017 10:30am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 2x32W	4	4	25	104.16	20-50
CU-3	05/05/2017 11:00am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 2x32W	4	2	20	66.65	20-50
CU-4	05/05/2017 11:20am	Blanco Blanco Granito gris	2 de 2x32W	4	3	28	90.50	20-50
D-1 Deposito	05/05/2017 11:30am	Blanco Marfil Granito gris	2 x 60W	2	1	15	20.65	100 – 200
D-2 Deposito	05/05/2017 11:45am	Blanco Marfil Granito gris	2 x 60W	2	0	0	0	100 - 200

En la tabla 4.27 se puede ver que los cubículos y depósitos del área de Rayos X no cumplen con la norma COVENIN 2249-93, ya que los valores de iluminación medidos se encuentran por encima o por debajo de los recomendados

### 4.7.3 Área de Emergencia

**Tabla 4. 28 Características de medición del área de Emergencia.**

AREA	Fecha/hora de Medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
EMERGENCIA	05/05/2017 12:00m	Blanco Blanco Granito gris	6 de 2X32W	12	10	28	166.78	500 - 1000

En el área de emergencia la iluminación es de suma importancia, ya que se necesita para dar diagnósticos de forma rápida a pacientes que tienen que ser atendidos urgentemente, en este caso los niveles de iluminación medidos no cumple con los valores recomendados por la norma como se aprecia en la tabla 4.28.

#### 4.7.4 Laboratorio

**Tabla 4. 29 Características de Medición del Laboratorio.**

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
LABORATORIO muestra de sangre	05/05/2017 12:30m	Blanco Blanco Granito gris	4de 3X17W	12	10	20	103.02	500 - 1000

Los valores de iluminancia medidos en el laboratorio están por debajo de los valores recomendados, por tal razón esta área no cumple con la norma.

#### 4.7.5 Estar de enfermería planta baja

**Tabla 4. 30 Características de medición de esta de Enfermería planta baja.**

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
ESTAR ENFERMERIA	06/05/2017 9:15am	Blanco Marfil Granito gris	2 de 3x17W	6	5	14	79.28	100 -200

En la tabla 4.30 se aprecia que los valores medidos de iluminación en el área de enfermería en planta baja se encuentran por debajo de los valores recomendados, el personal que laboran en esta área opina que el sistema de iluminación actual debe ser remplazado, ya que no se encuentran conforme con los niveles de iluminación.

#### 4.7.6 Oficinas planta baja

**Tabla 4. 31 Características de Medición de Oficinas planta baja.**

OFICINAS	Fecha/hora de Medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
Gerente	06/05/2017 9:30am	Blanco Blanco Granito gris	1x40W	1	1	8	210.62	200 - 500
Recursos Humanos	06/05/2017 9:45am	Blanco Azul Granito gris	5x 26W	5	3	20	61.25	200 - 500
Caja	06/05/2017 10:00am	Blanco Marfil Granito gris	2 x26w	2	2	16	115.62	200 - 500
Información	06/05/2017 10:15am	Blanco Blanco Granito gris	1 x 40W	1	1	8	125	200 - 500

El personal que labora en las oficinas del planta baja, realizan su trabajo con cansancio visual, ya que los valores de iluminación medidos en esta área no cumple con los valores recomendados por la norma COVENIN 2249-93, como se observa en la tabla 4.31.

www.bdigital.ula.ve

#### 4.7.7 Servicios planta baja

**Tabla 4. 32 Características de Medición de Área de Servicio planta baja.**

AREA	Fecha/hora de medición	COLORES: Techo Paredes Piso	N° de luminarias	N° de lámparas	N° de lámparas funcionando	N° puntos medidos	Iluminancia Media Medida (lx)	Iluminancia Media recomendada (lx)
DEPOSITO DE LIMPIEZA	06/05/2017 10:30am	Blanco Blanco Granito gris	1 x 40W	1	1	15	83.33	200 - 500

En la tabla 4.32 se observa que el depósito de área de servicio de planta baja no cumple con la norma COVENIN 2249-93, ya que los valores de iluminación medidos no se encuentra entre el rango de valores recomendados.

## 4.8 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACION ACTUAL DEL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN

Para el cálculo de la demanda máxima se aplica la siguiente ecuación:

$$D_{max}(W) = F_{dem} * Carga\ conectada \quad (4.1)$$

Donde:

$F_{dem}$  = Factor de demanda.

**Carga conectada**= suma de las potencias de las lámparas conectadas.

Para el factor de demanda se utiliza el 100%, este factor es indicado en la sección 220 del código eléctrico nacional (CEN) y la carga conectada del sistema de iluminación del hospital privado San Juan se muestra a continuación en la tabla 4.33.

**Tabla 4. 33 Tipos de Lámparas instaladas en el Hospital Privado San Juan.**

<b>Tipos de Lámparas</b>	<b>Potencia por Lámparas(W)</b>	<b>Numero de Lámparas</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
Tubo Fluorescentes lineal T8 (150cm)	45	33	1485
Tubo Fluorescentes lineal T8 (120cm)	32	91	2912
Tubo Fluorescentes lineal T8 (60cm)	17	636	10812
Tubo Fluorescentes lineal (45cm)	9	68	612
Tubo Fluorescentes Circular T8	40	33	1320
Tubo Fluorescentes Circular T8	32	15	480
Fluorescente Ahorrador	26	226	5876
Fluorescente Ahorrador	22	3	66
Fluorescente Ahorrador	16	22	352
Fluorescente Ahorrador	13	4	52
Lámpara Trunligth 5300	60	2	120
Lámpara Hospilite 7007-5	120	1	120
Lámpara Hospilite	80	1	80
Lámpara Incandescente	100	1	100
Lámpara Incandescente	60	20	1200
Lámpara Auxiliar	24	2	48
		<b>Total</b>	<b>25635</b>

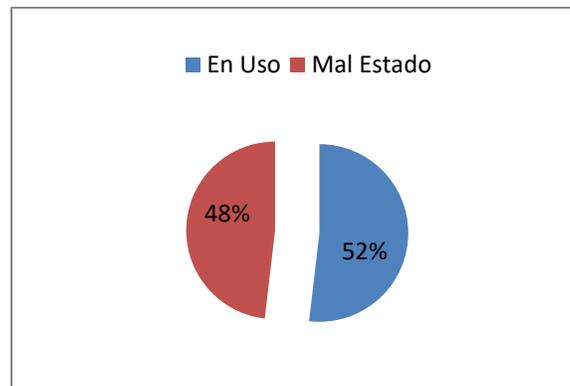
$$D_{max}(W) = 1 * 25635 = 25635 W$$

El valor de la demanda actual en VA se obtiene aplicando la ecuación (4.2) y para un factor de potencia ( $\cos \varphi$ ) igual a 0.95 como se muestra a continuación:

$$D_{max}(VA) = \frac{D_{max}(W)}{\cos \varphi} \quad (4.2)$$

$$D_{max}(VA) = \frac{25635}{0.95} = 26984.2 VA$$

#### 4.8.1 Número de lámparas usadas actualmente en el Hospital Privado San Juan.



**Gráfico 4. 1 Porcentaje de lámparas usadas y en mal estado del Hospital Privado San Juan.**

Actualmente en el Hospital Privado San Juan se encuentran instaladas 1159 lámpara de diferentes tipos, en el gráfico 4.1 se puede apreciar que el 52% de las lámparas (601 lámparas) se encuentran en uso y el 48% (558 lámparas) se encuentran en mal estado, debido a estas condiciones se debe proponer un nuevo sistema de iluminación que aporte ahorro energético del Hospital y para crear áreas de confort con una iluminación excelente.

#### 4.8.2 Índice de Eficiencia Energética de algunas aéreas del Hospital Privado San Juan.

A continuación se muestra los índices de eficiencia energética de algunas áreas del hospital privado San Juan, usando la potencia instalada y la potencia en uso.

**Tabla 4. 34 IEE de algunas áreas del Hospital Privado San Juan.**

AREA	Potencia Instalada (W)	Potencia Usada (W)	Superficie ( $m^2$ )	Iluminancia Media (lx)	IEE Instalado ( $W/m^2$ )	IEE Usado ( $W/m^2$ )
Lavandería	96	96	43.73	20	10.9	10.9
Suministros Fármacos	693	220	57.34	61	19.81	6.28
Quirófano C	528	460	21.60	44	55.55	48.40
UCI	628	352	51	378.31	3.25	1.82
Banco de Sangre	102	102	12.87	133.80	5.95	5.95
Habitación H-9	103	69	11.76	76.27	11.48	7.69
U. Gastroenterología	102	68	16.73	107.7	5.66	3.77
U. Cardiología	204	170	27.95	434.41	1.68	1.40
Pasillo P2	286	130	47.64	100.5	5.97	2.71
C-32 Ginecología	118	118	12.11	58.08	16.77	16.77
Oficina Cobranza	128	64	18.18	232.60	3.02	1.51
CU-2 Rayos X	128	128	24.65	104.16	4.98	4.98
Emergencia	384	320	51.97	166.78	4.43	3.69
Laboratorio	204	170	33.75	103.02	5.86	4.88
Estar Enfermería P3	153	153	13.62	177.13	6.34	6.34

En la tabla 4.34 se observa los índices de eficiencia energética de algunas áreas calculados mediante la ecuación 2.7, se puede apreciar que hay áreas donde el IEE es mayor al valor máximo recomendado ( $5.5 W/m^2$ ).

## **CAPITULO V**

# **PROPUESTA DE UNA SOLUCION DE EFICIENCIA ENERGETICA EN LA ILUMINACION**

En el Hospital Privado San Juan el sistema de iluminación actual no cumple con los requerimientos necesarios, por tal razón en este capítulo se presentará una propuesta de solución de eficiencia energética en la iluminación basada en la tecnología LED, esta tecnología aportará al ahorro energético y dará una mejor iluminación en la áreas de trabajo del Hospital, creando ambientes de confort para un mejor desempeño del personal y de comodidad para los usuarios.

Se usará un programa de simulación llamado DIALUX 4.12 para realizar la propuesta del nuevo sistema de iluminación del Hospital, tomando en cuenta que las luminarias serán de tecnología LED y las características actuales de los ambientes como los colores de techo, paredes y piso, el sistema de iluminación propuesto debe cumplir con las condiciones recomendada por la norma COVENIN 2249-93.

## 5.1 PISO 5

### 5.1.1 Quirófanos

#### a) Quirófano C



Figura 5. 1 Sistema de iluminación propuesto en el quirófano C.

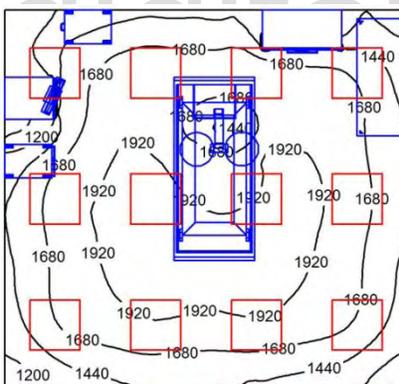


Figura 5. 2 Curvas isolineas en el plano de Quirófano C.

En la propuesta del nuevo sistema de iluminación para el área del quirófano C se usaron 12 luminarias empotrables PHILIPS RC484B L600 W60L60 VPC 1Xled78S/TWH-3100 AC-MLO, posee un flujo luminoso de 4000 lm, una potencia de 17W, produciendo una iluminancia media de 1689 lux y lámparas cialíticas de 35 led de 1W produciendo una

iluminancia media localizada de 27049 lux para cumplir con la NORMA COVENIN 2249-93 y un IEE de 0.55 W/m<sup>2</sup>.

### b) Quirófano A, B Y D

**Tabla 5. 1 Características del nuevo sistema de iluminación para los demás quirófanos.**

QUIROFANO	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
D	PHILIPS RC125B W60L60 1XLED34S/830	9	324	1.41	G:1335	G: 1000–2000
	LAMPARA CIALITICA 38LED-1W	2	76		L: 28062	L: 27000
B	PHILIPS RC484B W60L60 VPC 1xLED78S/TWH-3100 AC-MLO	12	204	0.55	G:1680	G: 1000–2000
	LAMPARA CIALITICA 35LED -1W	2	70		L: 27046	L: 27000
A (deposito)	PHILIPS BBS560 1XLED35S/840	2	68	1.08	345	200–500
Almacén de Medicamentos	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	2	32.8	1.00	293	200 - 500

### c) Faenas

**Tabla 5. 2 Características del nuevo sistema de iluminación para las faenas del área de quirófano.**

FAENA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Limpia	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	2	32.8	0.96	280	100 - 200
Sucia	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	1	16.4	0.69	199	100 - 200

### d) Salas

**Tabla 5. 3 Características del nuevo sistema de iluminación para las salas en el área de quirófano.**

SALAS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Recuperación	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	2	32.8	0.73	173	100 - 200
Descanso	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	2	32.8	0.79	270	100 - 200

### e) Pasillos Quirófano

**Tabla 5. 4 Características del nuevo sistema de iluminación para los pasillos en el área de quirófanos**

PASILLOS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Principal	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	4	65.6	0.82	187	100 - 200
Descanso 1	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	1	16.4	0.93	278	100 - 200
Descanso 2	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	1	16.4	0.75	234	100 - 200

### 5.1.2 UCI's

**Tabla 5. 5 Características del nuevo sistema de iluminación para el área de UCIs.**

LUGAR	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
UCIs	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	6	98.4	0.87	221	100 - 200
Cuarto de Descanso (personal médico)	PHILIPS RS060B 1xLED5-36- /840	2	12	1.68	170	100 - 200
Despacho de medicamento	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	3	49.2	0.88	316	200 - 500
Deposito de aseo	PHILIPS RS060B 1xLED5-36- /840	3	18	3.93	318	200 - 500
Baños (Personal médico)	PHILIPS RS060B 1xLED5-36- /840	1	6	2.06	187	100 - 200

### 5.1.3 Banco de Sangre

**Tabla 5. 6 Características del nuevo sistema de iluminación para banco de sangre.**

ZONAS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Oficina	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	3	49.2	0.98	380	200 - 500
Sala de muestra	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	6	98.4	0.98	777	500 - 1000
Equipo de almacenaje	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	9	147.6	0.85	757	500 - 1000
Baños (oficina)	PHILIPS RS060B 1xLED5-36- /840	1	6	1.82	125	100 - 200
Central piso 5	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	6	98.4	0.81	383	100 - 500

## 5.2 PISO 6

### 5.2.1 Servicio piso 6

**Tabla 5. 7 Características del nuevo sistema de iluminación en servicios piso 6.**

Lugar	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Illuminancia Media (lx)	Illuminancia recomendada (lx)
Suministro Farmacologicos	PHILIPS RC300B L600 2 xLED20S/830 P0	7	259	1.24	403	200 - 500
Baño Suministro	PHILIPS SM530C L1130 1 xLED15S/840 OC	1	10	0.91	184	100 - 200
Cuarto de cámaras	PHILIPS RC300B L600 2 xLED20S/830 P0	2	74	1.52	311	200 - 500
Terraza	PHILIPS RC484B W60L60 VPC 1xLED78S/TWH-3100 AC-MLO	8	368	1.66	336	200 - 500
Baño Terraza	PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/830	1	11.6	3.95	178	100 - 200
Lavandería	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO	4	136	2.72	189	100 - 200
Baños Lavandería	PHILIPS BBG390 4xLED6-40-/830 IP54	1	12.7	2.86	176	100 - 200

## 5.3 PISO 4

### 5.3.1 Pasillo piso 4

Para este pasillo que se encuentra deshabilitado debido a su sistema de iluminación actual se propone un nuevo sistema de iluminación que consta de 8 luminarias PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480 de 16.4 W cada una y 1 luminaria PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840 de 6W, obteniendo un IEE de 0.8 W/m<sup>2</sup> y una iluminancia media de 176 lux general cumpliendo con el valor recomendado por la NORMA COVENIN 2249-93.

### 5.3.2 Habitaciones piso 4.



Figura 5. 3 Sistema de iluminación propuesto para la habitación 28.

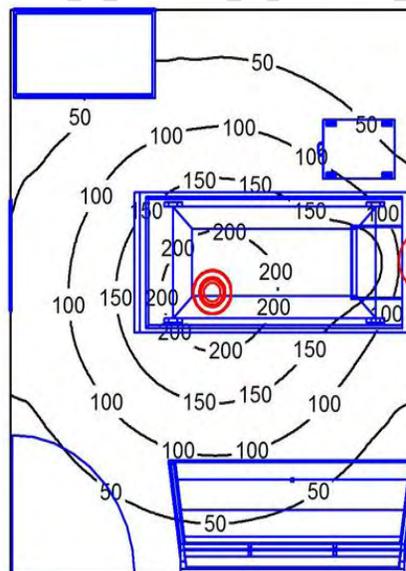


Figura 5. 4 Curvas isocandela en el plano de la habitación 28.

**Tabla 5. 8 Características del nuevo sistema de iluminación para habitaciones de piso 4.**

ZONAS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
H-28	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.34	93	50 - 100
H-29	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.31	87	50 - 100
H-30	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.31	91	50 - 100
H-31	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.32	93	50 - 100
H-32	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	2 1	26.4	1.18	93	50 - 100
H-33	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	2 1	26.4	1.27	104	50 - 100
H-34	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.30	100	50 - 100
H-35	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.36	104	50 - 100
H-36	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.36	104	50 - 100
H-37	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.36	104	50 - 100
H-38	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.24	97	50 - 100
H-39	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.31	95	50 - 100
H-40	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.29	97	50 - 100
H-41	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.31	95	50 - 100
H-42	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.29	97	50 - 100
H-43	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.31	95	50 - 100
H-44	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.29	97	50 - 100
H-45	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.29	85	50 - 100
H-descanso	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	11.2	2.00	141	100 - 200
Baño (H descansos)	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	1	6	2.54	145	100 - 200

### 5.3.3 Servicio piso 4

**Tabla 5. 9 Características del nuevo sistema de iluminación para área de servicio de piso 4.**

AREAS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
DEPOSITO DE LIMPIEZA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	1	16.4	1.27	308	200 - 500
CUBICULO DE INFORMACION	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	2	32.8	1.31	461	200 - 500

## 5.4 PISO 3

### 5.4.1 Pasillo piso 3

**Tabla 5. 10 Características del nuevo sistema de iluminación para pasillos de piso 3.**

PASILLOS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
LATERAL 1	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	4	77.6	1.01	172	100 - 200
	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	2				
LATERAL 2	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	8	137.2	1.56	195	100 - 200
	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	1				
CENTRAL piso 3	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	8	48	1.66	175	100 - 200

### 5.4.2 Habitaciones piso 3

**Tabla 5. 11 Características del nuevo sistema de iluminación para habitaciones piso 3**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
H-1	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.48	83	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-2	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.33	89	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-3	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.35	91	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-4	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.33	89	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-5	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.35	91	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-6	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.33	89	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-7	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.35	86	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-8	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.31	89	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-9	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.35	91	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-10	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.34	93	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-11	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.31	87	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-12	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.31	91	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-13	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.32	93	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-14	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	2	26.4	1.18	93	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-15	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	2	26.4	1.27	104	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/83	1				

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
H-16	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.30	100	50 - 100
H-17	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.36	104	50 - 100
H-18	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.36	104	50 - 100
H-19	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.36	104	50 - 100
H-20	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1 1	15.2	1.24	97	50 - 100
H-descanso	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	1	6	2.35	82	50 - 100
H-descanso enfermería 1	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	3	33.6	1.58	163	100 - 200
H-descanso enfermería 2	/ PHILIPS DN560C 1xLED12S/827	3	33.6	1.35	195	100 - 200

### 5.4.3 Estar de Enfermería piso 3.

**Tabla 5. 12 Características del nuevo sistema de iluminación para estar de enfermería piso 3.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
RECEPCION ENFERMERIA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	3	49.2	0.81	447	200 - 500
ESTAR ENFERMERIA	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	1	6	1.71	189	100 - 200
BAÑO ESTAR ENFERMERIA	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	1	6	2.09	147	100 - 200

### 5.4.4 Unidad de Gastroenterología.

**Tabla 5. 13 Características del nuevo sistema de iluminación para unidad de Gastroenterología.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
SALA DE ESPERA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	1	16.4	1.42	157	100 - 200
SALA DE GASTRO 1	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480 PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6 2	110	0.82	800	500 - 1000

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
SALA DE GASTRO 2	PHILIPS 10W WT470C L1300 1XLED23S/480	8	80	0.58	766	500 - 1000
DEPOSITO GASTRO	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	1	16.4	0.89	411	200 - 500
BAÑO	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	2	12	2.17	107	100 - 200

#### 5.4.5 Unidad de Cardiología (Hemodinamia)

**Tabla 5. 14 Características del nuevo sistema de iluminación para unidad de Cardiología.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
SALA DE MONITORES	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	4	65.6	0.96	469	200 - 500
SALA DE ESTUDIO 1	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	10	164	0.8	737	500 - 1000
SALA DE ESTUDIO 2	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	9	147.6	0.96	703	500 - 1000
CUARTO DE RECUPERACION	PHILIPS BBG390 4XLED6-40-/830 IP54	4	50.8	2.50	167	100 - 200
CUARTO DE DESCANSO	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	2	12	1.71	178	100 - 200
BAÑO	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	2	12	2.97	204	100 - 200

#### 5.4.6 Oficina de archivo

Para esta oficina se propuso un sistema de iluminación de 6 luminarias PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840 de 6 W cada una, proporcionando una iluminancia media de 388 lux para cumplir con los valores recomendado por la norma COVENIN2249-93 y un IEE de 1.91 W/m<sup>2</sup>.

## 5.5 PISO 2

### 5.5.1 Pasillos piso 2

**Tabla 5. 15 Características del nuevo sistema de iluminación para pasillos piso 2.**

PASILLOS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
LATERAL 1	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	6	140.4	1.03	205	100 - 200
	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	7				
LATERAL 2	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	7	138.8	0.84	185	100 - 200
	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	4				
CENTRAL	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	8	48	1.65	177	100 - 200

### 5.5.2 Consultorios piso 2

**Tabla 5. 16 Características del nuevo sistema de iluminación para consultorios piso 2**

CONSULTORIO	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
C-11 Pediatria	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827	6	67.2	1.64	350	200 – 500
C-12 Cirugía Plástica	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	67.2	1.45	395	200 – 500
C-13 Anatopatología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	3	33.6	1.45	359	200 – 500
C-14 Ginecología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	6	67.2	1.51	380	200 – 500
C-15 Psicología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	6	67.2	1.44	398	200 – 500
C-30 Cirugía Bucal	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	5	74.0	1.64	372	200 – 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-31 Cardiología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	5	74.0	1.87	327	200 – 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-32 Ginecología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	5	74.0	1.63	374	200 – 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-33 Neumología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	5	56	1.18	390	200 – 500

CONSULTORIO	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
C-34 Cardiología	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	2	36.8	0.94	315	200 – 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-35 Psicología	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	19	114	1.39	328	200 – 500
C-36 Medicina Interna	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	4	104.8	1.20	349	200 – 500
	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	10				
C-37 Neurología	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	12	72.0	1.63	352	200 – 500
C-38 Gastroenterología	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	8	66.0	2.13	318	200 – 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-39 Gastroenterología	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	8	48.0	1.49	332	200 – 500
C-40 Cirugía Cardiovascular	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	4	44.8	1.12	318	200 – 500
C-41 Desocupado	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	4	44.8	1.13	300	200 – 500
C-42 Ecosonografía	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	44.8	1.05	324	200 – 500
C-43 Desocupado	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	4	44.8	1.13	300	200 – 500
C-44 Infectología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	60.0	1.43	316	200 – 500

### 5.5.3 Habitaciones piso 2

**Tabla 5. 17 Características del nuevo sistema de iluminación para habitaciones piso2.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
H-22	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.35	91	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-23	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.33	89	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-24	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.35	91	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
H-25	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.33	89	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-26	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.35	86	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
H-27	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1	15.2	1.31	89	50 - 100
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				

### 5.5.4 Oficinas piso 2.

**Tabla 5. 18 Características del nuevo sistema de iluminación para oficinas piso2.**

OFICINA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
HEMODINAMIA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	3	49.2	0.88	440	200 - 500
COBRANZA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	3	49.2	0.94	310	200 - 500
CONTABILIDAD	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	4	65.6	0.98	337	200 - 500

### 5.5.5 Servicios piso 2

**Tabla 5. 19 Características del nuevo sistema de iluminación para servicios piso 2.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
SALA DE ESPERA HEMODINAMIA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	2	32.8	1.39	152	100 - 200
BAÑOS DAMAS	PHILIPS RS060B 1xLED5-36- /840	5	30.0	2.19	152	100 - 200

## 5.6 PISO 1

### 5.6.1 Pasillos piso1

**Tabla 5. 20 Características del nuevo sistema de iluminación para pasillos piso1.**

PASILLOS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
LATERAL 1	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480 PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	4 7	107.6	1.09	192	100 - 200
LATERAL 2	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480 PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	7 4	138.8	0.84	185	100 - 200
CENTRAL piso 1	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	8	48	1.65	177	100 - 200

### 5.6.2 Consultorios piso 1

**Tabla 5. 21 Características del nuevo sistema de iluminación para consultorios piso 1.**

CONSULTORIO	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
C-4 Ginecología	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830 PHILIPS DN560C 1xLED12S/827	1 6	85.2	1.33	323	200 – 500
C-5 Traumatología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	4 1	48.8	1.24	320	200 – 500
C-6 Medicina interna	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	5 1	60.0	1.24	378	200 – 500
C-7 Pediatria	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	6	67.2	1.49	351	200 – 500
C-8 Nutrición	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	9	54.0	1.38	305	200 – 500
C-9 Desocupado	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	9	54.0	1.34	308	200 – 500
C-10 Desocupado	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	9	54.0	1.35	306	200 – 500
C-17 Ginecología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	5 1	74.0	1.60	383	200 – 500

CONSULTORIO	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
C-18 Psicología	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	9	72.0	1.45	409	200 – 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-19 Cardiología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	4	62.8	1.50	347	200 – 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-20 Medicina I.	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	5	56.0	1.51	307	200 – 500
C-21 Neurología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	5	60.0	1.31	371	200 – 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-22 Desocupado	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	9	100.8	1.11	381	200 – 500
C-23 Otorrino	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	3	53.2	0.81	317	200 - 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-24 Cardiología	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	9	54.0	1.28	337	200 – 500
C-25 Otorrino	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	8	48.0	1.43	345	200 – 500
C-26 Desocupado	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	4	44.8	1.04	342	200 – 500
C-27 Desocupado	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	5	56.0	1.10	369	200 – 500
C-28 Cirugía Bucal	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	10	78.0	1.85	319	200 – 500
	PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	1				
C-29 Cardiología	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	4	44.2	1.06	320	200 – 500

### 5.6.3 Servicio piso 1

**Tabla 5. 22 Características del nuevo sistema de iluminación para servicio piso 1.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
DEPOSITO DE LIMPIEZA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	1	16.4	1.27	308	200 - 500
BAÑOS CABALLERO	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	5	30.0	1.92	174	100 - 200

## 5.7 PLANTA BAJA

### 5.7.1 Pasillos planta baja

**Tabla 5. 23 Características del nuevo sistema de iluminación para pasillos planta baja.**

PASILLOS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
PRINCIPAL	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	4	71.6	0.90	187	100 - 200
	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	1				
RAYOS X	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	4	65.6	0.77	197	100 - 200
CENTRAL planta baja	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	8	48	1.65	177	100 - 200

### 5.7.2 Área de Rayos X

**Tabla 5. 24 Características del nuevo sistema de iluminación para área de rayos x.**

CUBICULO	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
CU-1	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	2	6.0	1.17	47	20 - 50
CU-2	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	2	6.0	1.17	47	20 - 50
CU-3	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	2	6.0	1.17	47	20 - 50
CU-4	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	2	6.0	1.17	47	20 - 50
D-1 deposito	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6	36.0	1.38	170	100 – 200
D-2 deposito	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6	36.0	1.36	172	100 – 200

### 5.7.3 Área de Emergencia

**Tabla 5. 25 Características del nuevo sistema de iluminación para área de emergencia.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada
EMERGENCIA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S	20	339.2	0.86	761	500 - 1000
	PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	1				

### 5.7.4 Laboratorio

**Tabla 5. 26 Características del nuevo sistema de iluminación para laboratorio.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
LABORATORIO muestra de sangre	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	12	196.8	1.10	139	500 - 1000

### 5.7.5 Estar de enfermería planta baja

**Tabla 5. 27 Características del nuevo sistema de iluminación para estar de enfermería planta baja.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
ESTAR ENFERMERIA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	3	49.2	0.81	447	200 - 500

### 5.7.6 Oficinas planta baja

**Tabla 5. 28 Características del nuevo sistema de iluminación para oficinas planta baja.**

OFICINAS	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
GERENTE	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	8	48.0	1.86	344	200 - 500
RECURSOS HUMANOS	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	20	120.0	1.66	315	200 - 500
CAJA	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	10	50.0	1.76	324	200 - 500
INFORMACION	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6	36.0	2.30	313	200 - 500

### 5.7.7 Servicios planta baja

**Tabla 5. 29 Características del nuevo sistema de iluminación para servicio planta baja.**

AREA	Tipo de luminarias	N° de luminarias	Potencia (W)	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
DEPOSITO DE LIMPIEZA	PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	1	16.4	1.27	308	200 - 500

## 5.8 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACION PROPUESTO EN EL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN

En la tabla 5.30 se aprecia las potencias de cada lámpara a utilizar en el sistema de iluminación propuesto en hospital privado y el consumo total del sistema, usando tecnología led.

**Tabla 5. 30 Potencia consumida por las lámparas del sistema de iluminación propuesto**

Tipos de Lámparas	Potencia por Lámparas(W)	Numero de Lámparas	Potencia Total (W)
PHILIPS RC300B L600 2 xLED20S/830 P0	37	9	333
PHILIPS SM530C L1130 1 xLED15S/840 OC	10	1	10
PHILIPS RC484B W60L60 VPC	46	8	368
PHILIPS RC484B W60L60 VPC	17	24	408
PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/830	11.6	1	11.6
PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO	34	6	204
PHILIPS BBG390 4xLED6-40-/830 IP54	12.7	5	63.5
PHILIPS RC125B W60L60 1XLED34S/830	36	9	324
PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	16.4	191	3132.4
PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480	10	8	80
PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6	278	1668
PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C	11.2	178	1993.6
PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830	4	58	232
LAMPARA CIALITICA 35LEDX1W	35	4	140
LAMPARA CIALITICA 38LEDX1W	38	2	76
PHILIPS LED-E27	4	87	348
<b>Total (W)</b>			9392.1

La potencia total del nuevo sistema de iluminación del hospital es menor que la potencia que consume el sistema de iluminación actual tabla 4.36, la tecnología led es de gran aporte para el ahorro energético.

Para obtener la demanda máxima del nuevo sistema de iluminación se aplica la ecuación (4.1) para un factor de demanda de 100% dando como resultado:

$$D_{max}(W) = 1 * 9392.1 = 9392.1 W$$

Para conocer la demanda en VA aplicamos la ecuación (4.2) para un factor de potencia igual a 0.95 y se obtiene:

$$D_{max}(VA) = \frac{9392.1}{0.95} = 9886.4 VA$$

## **5.9 ESTUDIO ENERGETICO Y ECONOMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACION ACTUAL Y EL SISTEMA DE ILUMINACION PROPUESTO PARA EL HOSPITAL PRIVADO SAN JUAN C.A**

### **5.9.1 Consumo energético y económico del sistema de iluminación actual y propuesto.**

Para el consumo energético y económico de los sistemas de iluminación actual y propuesto es necesario conocer la demanda máxima, la cual se tiene en las tablas (4.36) y (5.30) respectivamente, también es necesario el precio medio de la energía consumida en kWh que según la resolución 035 de la gaceta oficial 40.236 es de 0.0028 \$/kWh y el funcionamiento de los sistemas de iluminación en el hospital privado San Juan es de 8760 horas al año.

**Tabla 5. 31 gasto anual de los sistemas de iluminación actual y propuesto**

Sistema de Iluminación	Demanda máxima (kW)	Uso de energía (h/año)	Consumo anual (kWh)	Precio medio (\$/kWh)	Gasto anual (\$)
<b>ACTUAL</b>	25.635	8760	224536.32	0.0028	628.70
<b>PROPUESTO</b>	9.3921	8760	82274.796	0.0028	230.37

En la tabla 5.31 se observa que el sistema de iluminación propuesto con tecnología Led tiene un consumo anual de energía mucho menor que el sistema de iluminación actual del hospital, a pesar del alto costo de inversión la tecnología Led también tiene un gasto anual menor que el sistema actual, se puede decir que esta tecnología aporta con el ahorro energético y económico. Para que el sistema de iluminación propuesto con tecnología Led sea viable en su totalidad, debe cumplir con el estudio del costo anual uniforme equivalente (CAUE).

### 5.9.3 Calculo de costo de lámparas utilizadas en el sistema de iluminación actual y propuesto.

**Tabla 5. 32 Precio de las lámparas utilizadas en el sistema de iluminación actual del Hospital Privado San Juan.**

Tipos de Lámparas	Numero de Lámparas	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
Tubo Fluorescentes lineal T8 (45W)	33	58.50	1930.50
Tubo Fluorescentes lineal T8 (32 W)	91	54.98	5003.18
Tubo Fluorescentes lineal T8 (17W)	636	23.99	15257.64
Tubo Fluorescentes lineal (9W)	68	36.80	2502.40
Tubo Fluorescentes Circular T8 (40W)	33	1.35	44.55
Tubo Fluorescentes Circular T8 (32W)	15	2.11	31.65
Fluorescente Ahorrador 26W	226	1.11	250.86
Fluorescente Ahorrador 22W	3	3.68	11.04
Fluorescente Ahorrador 16W	22	1.13	24.86
Fluorescente Ahorrador 13W	4	1.50	6.00
Lámpara Trunligh 5300 (bombillos)	90	23.58	2122.20
Lámpara Hospilite 7007-5(bombillos)	12	8.33	99.96
Lámpara Hospilite (bombillos)	10	6.95	695.00
Lámpara Incandescente 100W	1	0.20	0.20
Lámpara Incandescente 60W	20	0.25	5.00
Lámpara Auxiliar 24W	2	6.70	13.40
<b>Total (\$)</b>			27998.44

**Tabla 5. 33 Precio de las luminarias usadas en el sistema de iluminación Propuesto con tecnología led para el Hospital Privado San Juan.**

<b>Tipos de Luminarias</b>	<b>Numero de luminarias</b>	<b>Precio unitario (\$)</b>	<b>Precio Total (\$)</b>
PHILIPS RC300B L600 2 xLED20S/830 P0 37W	9	67.69	609.21
PHILIPS SM530C L1130 1 xLED15S/840 OC 10W	1	66.15	66.15
PHILIPS RC484B W60L60 VPC 46W	8	46.15	396.20
PHILIPS RC484B W60L60 VPC 17W	24	27.69	664.56
PHILIPS DN130B D165 1xLED10S/830 11.6W	1	39.23	39.23
PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO 34W	6	61.10	366.60
PHILIPS BBG390 4xLED6-40-/830 IP54 12.7W	5	20.00	100.00
PHILIPS RC125B W60L60 1XLED34S/830 36W	9	67.69	609.21
PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480 16.4W	191	17.37	3317.67
PHILIPS WT470C L1300 1XLED23S/480 10W	8	19.60	156.80
PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840 6W	278	16.15	4489.70
PHILIPS DN560C 1xLED12S/827 C 11.2W	178	25.38	4517.64
PHILIPS WL120V EL3 LED12S/830 4W	58	9.50	551.00
LED 1W	216	3.83	827.28
PHILIPS LED-E27 4W	87	4.60	400.20
		<b>Total (\$)</b>	<b>17111.45</b>

### 5.9.3 Calculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE)

Este método es de suma importancia ya que es utilizado para la aprobación o desaprobación de proyecto desde el punto de vista económico, para calcular el CAUE se aplican las siguientes ecuaciones:

$$CAUE = CI * \left(\frac{A}{P}, i, n\right) + CAO \quad (5.1)$$

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right) = \frac{i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \quad (5.2)$$

Donde;

CI= Costo total de las lámparas instaladas

CAO= costo anual de operación por consumo de energía

$n$ = Número de periodos de vida útil

$i$ = Tasa de interés

Para el cálculo del CAUE se usa la tasa de interés anual suministrada por el Banco Central de Venezuela la cual en la actualidad es de 24%, el CI de los sistemas de iluminación actual y propuesto se encuentra en las tablas 5.32 y 5.33 respectivamente, el CAO de cada sistema se obtiene en la tabla 5.31 y aplicando las ecuaciones (5.1) y (5.2) se tiene el siguiente resultado:

**Tabla 5. 34 Costo Anual Uniforme Equivalente de los sistemas de iluminación actual y propuesto del Hospital Privado San Juan.**

Sistema de iluminación	Tasa de interés	Vida útil lámparas (h)	n (años)	$\left(\frac{A}{P}, i, n\right)$	CI (\$)	CAO (\$)	CAUE (\$)
ACTUAL	0.24	10000	1.1=1	1.24	27998.44	628.70	35346.77
PROPUESTO	0.24	50000	5.7=6	0.33	17111.45	230.37	5877.15

En la tabla 5.34 se puede apreciar que el costo anual uniforme equivalente del sistema de iluminación propuesto es menor al actual, por esta razón se dice que el sistema de iluminación propuesto utilizando tecnología Led es viable para ser realizado, ya que cumple con todas las condiciones en cuanto al consumo de energía y gastos económicos, como también las condiciones lumínicas de los ambientes estudiados son mejores con esta nuevo sistema de iluminación.

## CONCLUSIONES

Al realizar la evaluación y estudio del sistema de iluminación actual del Hospital Privado San Juan C.A puede concluirse que en distintas áreas las lámparas se encuentran en mal estado, un total de 48% de las lámpara instaladas, este déficit de lámpara se debe a la falta de mantenimiento y genera que el entorno visual del recinto sea regular, lo cual se confirmó con las opiniones de los trabajadores y usuarios, obtenidas a través de las encuestas aplicadas.

Las mediciones de iluminancia del sistema actual fueron realizadas a través de un luxómetro, las cuales al ser comparadas con los valores recomendados por la norma COVENIN 2249-93 no cumplieron con las misma, por tal motivo se realizó una propuesta de un nuevo sistema de iluminación con lámparas LED haciendo cumplir lo recomendado por la norma.

La nueva propuesta se realizó a través del uso del programa de simulación DIALUX 4.12 donde se simuló cada área de trabajo adaptando el nivel de iluminación recomendado por la norma, esta propuesta con tecnología Led genera ambiente de confort y entornos visuales agradable, lo cual es una de las necesidades expuestas por los trabajadores y usuarios del hospital y también mejoró el índice de eficiencia energética en cada área.

El nuevo sistema de iluminación con lámparas Led aporta al ahorro energético del Hospital debido al rendimiento y características de las lámparas, así como también aporta al ahorro económico anual del hospital ya que este tipo de lámparas se remplazan cada 6 años debido a su vida útil, esto se comprobó a través del método de costo anual uniforme equivalente, haciendo la propuesta viable.

## RECOMENDACIONES

- Incentivar a las personas el aprovechamiento de la luz natural en el día, apagando las luminarias si no es necesario su uso, aportando así al ahorro de energía y de esta manera prolongar la vida útil de las luminarias.
- El Hospital Privado San Juan debe poner en marcha la ejecución del nuevo sistema de iluminación propuesto, ya que se comprobó que es viable, para así cumplir con las norma COVENIN 2249-93 y garantizar un ahorro energético.
- Reemplazar las luminarias del piso 4 para poner en funcionamiento las instalaciones y brindar servicio hospitalario a más usuarios.
- Programas de mantenimientos de las luminarias de manera frecuentes para así evitar que los niveles de iluminación disminuyan debido a la suciedad y en caso crítico evitar que las luminarias queden inoperativas.
- Cuando se realicen proyectos de iluminación en hospitales se deben tomar en cuenta las funciones de cada área para cumplir con las recomendaciones de la norma COVENIN 2249-93.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- COLOR [Consultado: Junio 2017]. Disponible en: <http://www.fotonostra.com>
- Espectro Electromagnético [Consultado: Junio 2017]. Disponible en: [http://teoriaderuedas.com/ser\\_o\\_no\\_ser\\_onda-corpusculo/](http://teoriaderuedas.com/ser_o_no_ser_onda-corpusculo/)
- Figuras del Color [Consultado: Septiembre 2017]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Color>
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE LA ENERGIA “Guía de Eficiencia Energética en Iluminación Hospitales y Centros de Atención Primaria”
- Jaboadá, J. (2009). Manual de luminotecnia. [Consultado: Septiembre 2017]. Disponible en: [http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/Id/Arquitectural/manuais/manual\\_de\\_luminotecnica.pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/Id/Arquitectural/manuais/manual_de_luminotecnica.pdf).
- LA ILUMINACION EN HOSPITALES [Consultado: Marzo 2018]. Disponible en: <http://www.iluminet.com/iluminacion-hospitales-especialidad-volta-g/>
- LA LUZ [Consultado: Julio 2017]. Disponible en: [www.quimicaweb.com](http://www.quimicaweb.com)
- Mecanismo de la Visión [Consultado: Septiembre 2017]. Disponible en: [www.ite.educacion.es](http://www.ite.educacion.es)
- Moreno, L. (2015). Luminotecnia: El arte de la correcta iluminación. 2da edición. Mérida, Venezuela.
- NORMAS COVENIN 2249-93 (1993) “Iluminancia en tareas y áreas de trabajo”
- Potencia Hora [Consultado: Enero 2018]. Disponible en: <http://www.fundelec.gob.ve/?p=3084>