

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,  
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**“ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS  
SISTEMAS HOSPITALARIOS DE SALUD – HOSPITAL II  
AYAVIRI”**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**JAMES PAUL TTACCA HUALLA**

**ANDRES MAURICIO MOSTAJO SOTOMAYOR**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
SISTEMAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

"ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS SISTEMAS  
HOSPITALARIOS DE SALUD - HOSPITAL II AYAVIRI"

TESIS PRESENTADA POR:

JAMES PAUL TTACCA HUALLA

ANDRES MAURICIO MOSTAJO SOTOMAYOR

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 07/12/2017.

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



PRESIDENTE:

M.Sc. JUAN RENZO ILLACUTIPA MAMANI

PRIMER MIEMBRO:

M.Sc. JOSE ANTONIO VARGAS MARON

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. FELIPE CONDORI CHAMBILLA

DIRECTOR / ASESOR:

M.Sc. LEONARDO PAYÉ COLQUEHUANCA

PUNO-PERÚ

2017

Área: Eléctrica

Tema: Eficiencia Energética.

## DEDICATORIA

Dedico a las personas que amo que día a día me alentaron y apoyaron en cada etapa de mi formación académica universitario. Mi padre Valentín B. Ttacca, mi madre Feliciano Hualla, mis hermanos Ismael, Edward, Will, mis hermanas Yanet, Susana, amigos queridos.

### **James Paul Ttacca Hualla**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mi madre por ser la persona que me han acompañado durante todo mi trayectoria estudiantil y de vida. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A mi novia por ser mi apoyo incondicional en toda esta carrera de vida. A mi compañero de trabajo Paul porque sin el equipo que formamos, no habiéramos logrado la meta.

### **Andres Mauricio Mostajo Sotomayor.**

## AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme por el buen camino y Darme fuerzas para seguir adelante y vencer las adversidades, Mi familia por el apoyo incondicional y confianza que me han brindado a lo largo del desarrollo de mis estudios universitarios.

A la Universidad Nacional del Altiplano. Por acogerme dentro de sus aulas y laboratorios.

A los docentes de Ing. Mecánica Eléctrica que intervinieron en mi formación profesional con dedicación y mucho esfuerzo.

### **James Paul Ttacca Hualla**

A Dios, por acompañarme todos los días. A mi Mami Ruth quien más que una buena madre ha sido mi mejor amiga me ha consentido y apoyado en lo que me he propuesto y sobretodo ha sabido corregir mis errores. Eres lo más bello que Dios ha puesto en mi camino.

Agradezco también a mi padre por ser apoyo en mi carrera, en mis logros, en todo, siempre lo llevare en mi corazón.

A mi hermano por ser un gran amigo para mí, que junto a sus locuras hemos pasado momentos inolvidables y uno de los seres más importantes en mi vida

A mi novia Viviana, que durante estos años de carrera ha sabido apoyarme para continuar y nunca renunciar, gracias por su amor incondicional y por su ayuda en mi proyecto.

A mi mejor amigo Paul que más es un hermano para mí, por haber logrado nuestro objetivo con mucha perseverancia, por demostrarme que podemos ser grandes amigos y compañeros de trabajo a la vez.

**Andres Mauricio Mostajo Sotomayor.**

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	18
ABSTRACT .....	19
CAPITULO I .....	20
INTRODUCCIÓN .....	20
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	21
1.2 PROBLEMA GENERAL: .....	21
1.3 PROBLEMAS ESPECIFICOS: .....	22
1.4 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA: .....	22
1.5 JUSTIFICACIÓN TECNICA: .....	22
1.6 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA: .....	22
1.7 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA: .....	23
1.8 OBJETIVOS GENERALES: .....	23
1.9 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	23
CAPITULO II .....	24
REVISIÓN DE LITERATURA .....	24
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN: .....	24
2.1 MARCO TEÓRICO: .....	26
2.1.1 EL USO DE ENERGÍA EN LOS HOSPITALES .....	26
2.1.2 LA ESTRUCTURA DE CONSUMO DE ENERGÍA .....	27
2.1.3 CONCEPTOS DE AHORRO Y EFICIENCIA .....	29

2.1.4	ESTRUCTURA HOSPITALARIA.....	30
2.1.5	CLASIFICACION DE HOSPITALES.....	31
2.1.6	CARACTERIZACIÓN DE LOS AMBIENTES EN HOSPITALES. ....	32
2.1.7	IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS Y CENTROS DE CONSUMO.....	34
2.1.8	LA ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	36
2.1.9	INFORMACIÓN GENERAL SOBRE ETIQUETADO.....	37
2.1.10	RAZONES PARA EL USO DE NORMAS Y ETIQUETAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	38
2.1.11	CLASIFICACION DEL NIVEL DE EFICIENCIA.....	39
2.1.12	LEY N° 27345 LEY DE PROMOCION DEL USO EFICIENTE DE ENERGÍA.....	40
2.1.13	NORMAS DE APLICACIÓN PARA PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN HOSPITALES.....	41
2.1.14	NORMAS DE APLICACIÓN PARA PROYECTOS DE INSTALACIONES MECANICAS EN HOSPITALES.....	42
2.2	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
2.3	HIPÓTESIS GENERAL.....	45
2.4	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.....	45
	CAPITULO III.....	46
	MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
3.1	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	46

3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	46
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN .....	47
3.5	TÉCNICAS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN .....	48
3.6	DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACION.....	49
3.7	INSTALACIONES ELECTRICAS.....	52
3.7.1	PUNTO DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.....	52
3.7.2	RED PRIMARIA:.....	52
3.7.3	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA.....	53
3.7.4	SUBESTACION .....	54
3.7.4.1	TABLERO ELECTRICOS GENERALES .....	56
3.7.4.2	TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA TTA.....	57
3.7.5	TABLERO AUTOMÁTICO DE BANCO DE CONDENSADORES.....	57
3.7.5.1	COMPENSACION DE LA ENERGIA REACTIVA .....	57
3.7.6	TABLEROS ELÉCTRICOS.....	60
3.7.6.1	INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS .....	61
3.7.7	ALIMENTADORES Y CIRCUITOS .....	61
3.7.7.1	CABLES ALIMENTADORES .....	62
3.7.8	TOMACORRIENTES.....	62
3.7.8.1	SALIDAS ESPECIALES Y DE FUERZA.....	63
3.7.9	SISTEMA ININTERRUMPIDO DE POTENCIA ELÉCTRICA.....	63

3.7.10	ILUMINACION GENERAL .....	63
3.7.11	SISTEMA DE TIERRA.....	67
3.7.12	PARARRAYOS.....	69
3.7.13	CUARTO DE BOMBAS .....	70
3.7.13.1	ELECTROBOBAS .....	70
3.8	INSTALACIONES MECÁNICAS.....	71
3.8.1	SISTEMA DE GASES MEDICINALES.....	71
3.8.1.1	SISTEMA DE OXÍGENO MEDICINAL.....	71
3.8.1.2	SISTEMA DE VACÍO CLÍNICO.....	75
3.8.1.3	SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO MEDICINAL.....	76
3.8.1.4	SISTEMA DE OXIDO NITROSO .....	77
3.8.2	SISTEMA DE COMBUSTIBLES .....	77
3.8.2.1	PETROLEO .....	77
3.8.2.2	GLP.....	78
3.8.3	SISTEMA DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO.....	79
3.8.4	SISTEMA DE CIRCULACIÓN VERTICAL.....	80
3.8.5	SISTEMA DE GRUPO ELECTRÓGENO.....	82
3.8.6	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN .....	83
3.8.6.1	AIRE ACONDICIONADO, DE PRECISIÓN .....	84
3.9	DESARROLLO DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS EN LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS.....	85

3.9.1	ILUMINACIÓN .....	85
3.9.2	ANÁLISIS Y PROPUESTA DE ILUMINACIÓN.....	88
3.9.3	ILUMINACIÓN EXISTENTE .....	88
3.9.4	ILUMINACIÓN PROPUESTA .....	89
CAPITULO IV.....		93
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		93
4.1	USOS INADECUADOS DE LA ENERGÍA EN EQUIPOS.....	93
4.1.1	CALDERAS .....	93
4.1.2	ILUMINACIÓN .....	94
4.1.3	BOMBAS .....	94
4.1.4	ASCENSORES.....	95
4.1.5	EQUIPOS OFIMÁTICOS .....	95
4.1.6	SISTEMA ELÉCTRICO.....	95
4.2	BUENAS PRÁCTICAS.....	95
4.2.1	CALDERAS .....	95
4.2.2	ILUMINACIÓN .....	96
4.2.3	BOMBAS .....	96
4.2.4	ASCENSORES.....	96
4.2.5	EQUIPOS OFIMÁTICOS .....	97
4.2.6	SISTEMA ELÉCTRICO.....	97
4.3	MEJORAS EN INVERSIÓN.....	97
4.3.1	CALDERAS .....	97

4.3.2	ILUMINACIÓN .....	98
4.3.3	BOMBAS .....	98
4.3.4	ASCENSORES .....	98
4.3.5	EQUIPOS OFIMÁTICOS .....	98
4.3.6	SISTEMA ELÉCTRICO.....	99
4.4	PROPUESTAS PARA REDUCIR EL COSTOS DE ENERGÍA .....	99
4.4.1	COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA. ....	99
4.5	ANALISIS DE FACTURACION ELECTRICA.....	101
	CONCLUSIONES .....	104
	RECOMENDACIONES .....	105
	REFERENCIAS.....	106
	ANEXOS .....	107

## ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA N° 1: ÁREAS DE SERVICIO EN UN HOSPITAL.....	31
FIGURA N° 2: ETIQUETA INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	39
FIGURA N° 3: BASE LEGAL: LEY N° 27345.....	40
FIGURA N° 4: ZONIFICACIÓN PRIMERA PLANTA HOSPITAL II DE AYAVIRI .....	50
FIGURA N° 5: ZONIFICACIÓN SEGUNDA PLANTA HOSPITAL II DE AYAVIRI .....	51
FIGURA N° 6: ZONIFICACIÓN TERCERA PLANTA HOSPITAL II DE AYAVIRI .....	51
FIGURA N° 7: SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 10KV PUNTO DE MEDICIÓN A LA INTEMPERIE. ....	53
FIGURA N° 8: SUBESTACIÓN TIPO CASETA DEL HOSPITAL II DE AYAVIRI. .....	55
FIGURA N° 9: CUARTO DE TABLEROS ELÉCTRICOS.....	56
FIGURA N° 10: BANCO DE CONDENSADORES.....	58
FIGURA N° 11: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN. ....	60
FIGURA N° 12: TOMACORRIENTE EN SALA DE OPERACIONES.....	62
FIGURA N° 13: ILUMINACIÓN EN SALA DE OPERACIONES.....	64
FIGURA N° 14: DETALLE DE PUESTA A TIERRA.....	68
FIGURA N° 15: PARARRAYO INSTALADO TIPO TVSS .....	70
FIGURA N° 16: CUARTO DE BOMBAS .....	71
FIGURA N° 17: CENTRAL DE OXIGENO DE 10 CILINDROS DE 40 LT DIVIDIDOS EN DOS BANCADAS .....	73
FIGURA N° 18: VÁLVULA DE PISO DE GASES MEDICINALES.....	74

FIGURA N° 19: TOMA MURAL DE GASES MEDICINALES EN SALA DE OPERACIONES.....	75
FIGURA N° 20: CENTRAL DE VACÍO CLÍNICO .....	75
FIGURA N° 21: AIRE COMPRIMIDO MEDICINAL DE 50.2 LT POR BOTELLA .....	76
FIGURA N° 22: TANQUE DE PETRÓLEO SUBTERRÁNEO 1000 GLNS .....	78
FIGURA N° 23: CENTRAL DE GLP CONFORMADO POR 45 KG.....	79
FIGURA N° 24: CALDERA DE 40 BHP, 150 PSI.....	80
FIGURA N° 25: CUARTO DE MÁQUINAS DE SISTEMA DE CIRCULACIÓN VERTICAL .....	82
FIGURA N° 26: GRUPO ELECTRÓGENO DE 165 KVA .....	83
FIGURA N° 27: UNIDAD CONDENSADORA DE AIRE ACONDICIONADO PARA CENTRO DE DATOS DE 48000 BTU/HR.....	85
FIGURA N° 28: DISTRIBUCIÓN DE ILUMINACIÓN EN CORREDOR TÉCNICO DE HOSPITALIZACIÓN INSTALADO. ....	89
FIGURA N° 29: CALCULO DE ILUMINACIÓN EN SOFTWARE DE DIALUX DEL CORREDOR TÉCNICO HOSPITALIZACIÓN.....	90
FIGURA N° 30: POTENCIA TEÓRICA INSTALADA EN ALUMBRADO CORREDOR TÉCNICO HOSPITALIZACIÓN.....	91
FIGURA N° 31: COMPARATIVA DE LA TECNOLOGÍA DE LA LÁMPARA EXISTENTE FRENTE A LA PROPUESTA (LED).....	91
FIGURA N° 32: COMPARATIVA DE FACTORES DE POTENCIA DE LA MÁXIMA DEMANDA DEL HOSPITAL II DE AYAVIRI .....	99
FIGURA N° 33: COMPENSACIÓN REACTIVA .....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: CLASIFICACIÓN DE HOSPITALES SEGÚN GRADO DE COMPLEJIDAD, NÚMERO DE CAMAS Y ÁMBITO GEOGRÁFICO DE ACCIÓN (DS N°005-90-SA) .....	32
TABLA N° 2: RELACIÓN DE INDICADORES DE CONFORT RECOMENDADOS PARA ESTABLECIMIENTOS DE SALUD .....	33
TABLA N° 3: CONSUMO DE ENERGÍA POR TIPO DE EQUIPO EN UN HOSPITAL .....	34
TABLA N° 4: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EN SISTEMAS ENERGÉTICOS .....	35
TABLA N° 5 : UNIDADES DE INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO PARA CENTROS DE SALUD N°038-2009-MEM/DM .....	36
TABLA N° 6: NORMAS TÉCNICAS PERUANAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ÁREA ELÉCTRICA.....	42
TABLA N° 7: NORMAS TÉCNICAS PERUANAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ÁREA MECÁNICA .....	44
TABLA N° 8 : TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	48
TABLA N° 9: CLASIFICACIÓN DEL HOSPITAL II DE AYAVIRI SEGÚN DS N° 005-90-SA MINISTERIO DE SALUD .....	49
TABLA N° 10: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PUNTO DE ALIMENTACIÓN.....	52
TABLA N° 11: DEMANDA MÁXIMA PROYECTADO.....	54
TABLA N° 12: CARACTERÍSTICA TÉCNICA DEL TRANSFORMADOR .....	54

TABLA N° 13: RELACIÓN DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN EXISTENTES EN EL HOSPITAL II DE AYAVIRI.....	65
TABLA N° 14: CUADRO DE EQUIPOS DE LAS UNIDADES CONDENSADORAS.....	84
TABLA N° 15: COMPONENTES DE INSTALACIÓN ALUMBRADO INICIAL..	88
TABLA N° 16: COMPONENTES INSTALACIÓN ALUMBRADO PROPUESTO .....	90
TABLA N° 17: RESULTADO DE ILUMINACIÓN PROPUESTA.....	92
TABLA N° 19: ANÁLISIS DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA.....	102
TABLA N° 18: PLIEGOS TARIFARIOS PARA CLIENTES FINALES CON VIGENCIA RETROACTIVA DESDE EL 04 DE AGOSTO DEL 2017.....	103

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ETIQUETA RECOMENDADA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CALDERAS INDUSTRIALES. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 350.301 2008. CALDERAS INDUSTRIALES. ESTÁNDARES DE EFICIENCIA TÉRMICA (COMBUSTIBLE / VAPOR) Y ETIQUETADO.....	108
ANEXO B: ETIQUETA RECOMENDADA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CALDERAS INDUSTRIALES. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 350.301 2008. CALDERAS INDUSTRIALES. ESTÁNDARES DE EFICIENCIA TÉRMICA (COMBUSTIBLE / VAPOR) Y ETIQUETADO.....	109
ANEXO C: NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.450 2008 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA, TRIFÁSICOS, DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA, DE PROPÓSITO GENERAL, POTENCIA NOMINAL DE 0,746 KW A 149,2 KW. LÍMITES Y ETIQUETADO.....	110
ANEXO D: NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.450 2008 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA, TRIFÁSICOS, DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA, DE PROPÓSITO GENERAL, POTENCIA NOMINAL DE 0,746 KW A 149,2 KW. LÍMITES Y ETIQUETADO.....	111
ANEXO E: NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.483 2007 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARTEFACTOS REFRIGERADORES, REFRIGERADORES – CONGELADORES Y CONGELADORES PARA USO DOMÉSTICO. ....	112
ANEXO F: NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.483 2007 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ARTEFACTOS REFRIGERADORES,	

REFRIGERADORES – CONGELADORES Y CONGELADORES PARA USO DOMÉSTICO. ....	113
ANEXO G: ETIQUETA RECOMENDADA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CALENTADORES DE AGUA ELÉCTRICA DE ACUMULACIÓN. PROYECTO DE NORMA TÉCNICA PERUANA PNTP 370.502 2009 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CALENTADORES DE AGUA ELÉCTRICOS TIPO CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA PROPÓSITOS DOMÉSTICOS. RANGOS DE EFICIENCIA Y ETIQUETADO.....	114
ANEXO H: ETIQUETA RECOMENDADA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CALENTADORES DE AGUA ELÉCTRICA DE ACUMULACIÓN. PROYECTO DE NORMA TÉCNICA PERUANA PNTP 370.502 2009 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CALENTADORES DE AGUA ELÉCTRICOS TIPO CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA PROPÓSITOS DOMÉSTICOS. RANGOS DE EFICIENCIA Y ETIQUETADO.....	115
ANEXO I: ETIQUETA RECOMENDADA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CALENTADORES DE AGUA A GAS INSTANTÁNEO. ....	116
ANEXO J: ETIQUETA RECOMENDADA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CALENTADORES DE AGUA A GAS INSTANTÁNEO. ....	117
ANEXO K: ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LÁMPARAS DE USO DOMÉSTICO NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 370.101-2 2008 ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS, CIRCULARES, LINALES Y SIMILARES DE USO DOMÉSTICO. ....	118

ANEXO L: ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LÁMPARAS DE USO DOMÉSTICO NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 370.101-2 2008 ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS, CIRCULARES, LINALES Y SIMILARES DE USO DOMÉSTICO. ....	119
ANEXO M: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA, TRIFÁSICOS, DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA, DE PROPÓSITO GENERAL, POTENCIA NOMINAL DE 0,746 KW A 149,2 KW. LÍMITES Y ETIQUETADO.....	120
ANEXO N: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA, TRIFÁSICOS, DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA, DE PROPÓSITO GENERAL, POTENCIA NOMINAL DE 0,746 KW A 149,2 KW.....	121
ANEXO O: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA, TRIFÁSICOS, DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA, DE PROPÓSITO GENERAL, POTENCIA NOMINAL DE 0,746 KW A 149,2 KW.....	122
ANEXO P: TABLA DE ILUMINACION PARA AMBIENTES AL INTERIOR NORMA TECNICA EM.010. INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES.....	123
ANEXO Q: POSIBILIDADES DE AHORRO ENERGETICO EN EQUIPOS DE REFRIGERACION.....	124
ANEXO R: CONSUMOS ENERGETICOS MEDIOS DE EQUIPOS DE OFICINA .....	125
ANEXO S: FACTOR DE CONVERSION .....	126

ANEXO T: HOJA DE DATOS DE LA LUMINARIA PROPUESTA PHILIPS

BCS640 W21L125 1XLED48/830 LIN-PC ..... 127

ANEXO U: RESULTADO DE CALCULOS EN DIALUX DEL CORREDOR

TECNICO DE HOSPITALIZACION..... 128

ANEXO V: HOJA DE DATOS DE LA LUMINARIA EXISTENTE..... 130

**INDICE DE ACRÓNIMOS**

<b>ACRÓNIMO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
CUEE	Comité de uso eficiente de la energía.
SEIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
PUEE	Programa de uso eficiente de la energía.
EMSEs	Empresa de servicios energéticos.
MDL	Mecanismo de desarrollo limpio.
UEE	Uso eficiente de la energía
GART	Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria
<b>INSTITUCIONES</b>	
COFIDE	Corporación financiera de desarrollo S.A.
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de Inversión en Energía y Minería.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía.
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
CENERGIA	Centro de Conservación de la Energía y el Ambiente.
<b>INGENÍERIA</b>	
KW	Equivalente a 1000 Watts, unidad de medida de potencia activa.
KW-h	Equivalente a 1000 Watts hora, unidad de medida de energía activa.

VAR	Volt-Ampere Reactivo, unidad de medida de la energía reactiva.
MVA	Mega Volt Amper, unidad de medida de potencia total
MT	Media tensión suministro de energía superior a 1kV y menor a 30kV.
BT	Baja tensión suministro de energía igual o inferior a 1Kv
HP	Horas de punta
HFP	Horas fuera de punta

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó, en el hospital II de Ayaviri, durante los meses de Mayo-Octubre del 2017. El objetivo general es establecer la relación que existe entre la eficiencia energética con los sistemas hospitalarios de salud, como objetivos específicos determinar la relación del consumo energético con los sistemas hospitalarios y así como el rendimiento de los equipos de producción con los sistemas hospitalarios de salud. La metodología que se utilizó para los objetivos fue la recolección de información, análisis, interpretación y evaluación de los sistemas hospitalarios existentes que tienen consumo de energía eléctrica y térmica. El estudio realizado fue según normas nacionales e internacionales tomando como referencia estándares mínimos de eficiencia energética para los diferentes sistemas hospitalarios con lo cual busca mejorar el consumo energético dentro de los sistemas hospitalarios y dar propuestas a cambios de tecnologías y planes que fomentan el correcto uso de sistemas eléctrico mecánicos y lograr mejorar los índices de consumo energéticos actuales.

**Palabras Clave:** Eficiencia, Energía, Rendimiento, Sistemas Hospitalarios.

## ABSTRACT

The present work was carried out in the Hospital II of Ayaviri, during the months of May-October of 2017. The general objective is to establish the relationship that exists between the energy efficiency with the hospital health systems, as specific objectives to determine the relationship of the energy consumption with the hospital systems and as well as the performance of the production equipment with the hospital health systems. The methodology used for the objectives was the collection of information, analysis, interpretation and evaluation of the existing hospital systems that have electrical and thermal energy consumption. The study was carried out according to national and international standards, taking into account minimum energy efficiency standards for the different hospital systems, with which it seeks to improve energy consumption within the hospital systems and to propose changes to technologies and plans that promote the correct use of energy. mechanical electrical systems and achieve improved current energy consumption rates.

**Key Words:** Efficiency, Energy, Performance, Hospital Systems.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

No existe antecedentes de haberse realizado estudios de eficiencia energética en sistemas hospitalarios en el Perú, ni la instrumentación necesaria en las secciones de control que permitan manejar adecuadamente los valores óptimos de trabajo para los sistemas hospitalarios así como el consumo energético para el hospital II de Ayaviri, de tal forma que demuestre la situación actual y el nivel de eficiencia de cada uno de ellos; de manera que se generen proyectos de mejoramiento en los sistemas de mayor consumo. Es por ello que se propone el proyecto llamado estudio y análisis de eficiencia energética en los principales sistemas del hospital II de Ayaviri mediante el cual se pretende que en mediano y largo plazo, se desarrollen políticas y programas de aplicación en torno a la

eficiencia energética, tanto a nivel regional y nacional por intermedio del MEM (ministerio de energía y minas) y el MINSA (Ministerio de salud).

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

Los edificios hospitalarios son unos de los mayores consumidores de energía a nivel nacional. La necesidad de un uso continuado de energía los 365 días del año, las 24 horas, los convierte en una tipología arquitectónica altamente intensiva. Es por este motivo que conocer un valor que indique su consumo de energía óptimo sería muy útil para determinar que hospitales son o no eficientes en este campo.

Esta tesis pretende demostrar que la concreción del consumo energético óptimo está condicionada por las peculiaridades que influyen en el gasto de energía de cada sistema hospitalario, y que, por ello, es necesario conocerlas. Ello permitirá establecer unos grupos, de esta tipología, con unas características comunes, que facilitará su comparación. Se considera, sin embargo, que es posible definir una única metodología común que conduzca hacia la obtención de este valor, a pesar que, numéricamente, será diferente para cada hospital, previamente definida.

### **1.2 PROBLEMA GENERAL:**

¿Cuál es la eficiencia energética en los sistemas hospitalarios del hospital II de Ayaviri?

### **1.3 PROBLEMAS ESPECIFICOS:**

- a) ¿Qué importancia tiene el consumo energético de los sistemas eléctricos y mecánicos en el hospital II de Ayaviri?
- b) ¿Qué relación existe entre el rendimiento de equipos de producción con los sistemas hospitalarios?

### **1.4 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA:**

El propósito de la presente investigación es contribuir al conocimiento de esta problemática y reconocimiento a su trascendencia en el trabajo energético del hospital II de Ayaviri cuyos resultados permitan acercarse al conocimiento de las causas, factores y consecuencias, que influyen en el uso deficiente de la energía. Para de esta manera proponer estudios que puedan derivar en un reajuste y que permitan, en consecuencia, un ahorro económico importante.

### **1.5 JUSTIFICACIÓN TECNICA:**

El cada día creciente desarrollo social, industrial y comercial requiere de instalaciones eléctricas que sean bien diseñadas y que se manejen bien los parámetros energéticos para su buena operación.

### **1.6 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA:**

La finalidad del presente estudio es seguir un método para el ahorro de energía eléctrica, considerando puntos como: El análisis tarifario, corrección del factor de carga, corrección del factor de potencia, disminución de pérdidas en equipos; mejorando la calidad y eficiencia de la utilización de la energía eléctrica, y por

ende reducir los costos operativos y aumentar la productividad de este tipo de instalaciones.

### **1.7 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA:**

El desarrollo de esta tesis, tiene como destino dar los primeros pasos para un estudio y programa de eficiencia energética dentro del sector hospitalario, utilizando para este caso, recursos e información propios del hospital II de Ayaviri, además de la colaboración de entidades como Ministerio de Energía y Minas, Electro Puno S.A.A.

### **1.8 OBJETIVOS GENERALES:**

Establecer la relación que existe entre la eficiencia energética con los sistemas hospitalarios de salud – Hospital II Ayaviri.

### **1.9 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- a) Establecer la relación del consumo energético con los sistemas hospitalarios de salud.
- b) Establecer la relación del rendimiento de los equipos de producción con los sistemas hospitalarios de salud.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

A continuación se detalla algunos estudios realizados referentes al tema de tesis:

##### **Primer Antecedente:**

BECERRA Rolando E. & RIQUETTI Enrique C. (2015). Realizo en el Ecuador el desarrollo de proyectos enfocados a mejorar la eficiencia energética de la Parte Hospitalaria en el Sector Público, por ello la importancia de empezar a plantear planes y soluciones energéticas que brinden los mismos servicios con un menor consumo energético. Los esfuerzos que se implementen en función de lograr la eficiencia y uso racional de la energía, son factores decisivos para alcanzar mejores niveles de progreso económico y social en el país. Se determinó los requerimientos energéticos para ello se analizó toda la infraestructura del

Hospital, es decir se analizaron sus locales, los servicios que brinda el Hospital, los equipos que dispone, el tiempo que los emplea y el tipo de energía que requiere; una vez establecido el consumo energético del Hospital se calculará los índices de consumo energéticos tanto Eléctricos como Térmicos los que estarán medidos en  $[MWhcama/año]$  y  $[kWhm2/año]$ . Los índices calculados tienen el objetivo de poder comparar el consumo energético del Hospital con estándares internacionales tanto en la etapa actual como en la propuesta

### **Segundo Antecedente:**

CERVANTES, Alfonso G. (2004). Realizó una propuesta para la compensación de potencia reactiva de la subestación eléctrica de la Universidad Católica de Santa María mostrando los beneficios obtenidos al llevar a cabo la compensación de potencia reactiva por medio de bancos de capacitores, demostrando que al corregir el factor de potencia se lograría alcanzar un ahorro mensual en las facturas, esto sumado a los beneficios obtenidos por la disminución de pérdidas en los alimentadores, reducción del calibre de conductores y la liberación de capacidad en los transformadores, justificando con ello el empleo de bancos de capacitores en el sistema eléctrico.

### **Tercer Antecedente:**

CASTANEDA, Edwin N. (2003). Planteo una solución realista al problema del alto consumo energético que se tiene actualmente en la red de hospitales públicos del gran San Salvador. El problema del alto consumo de energía eléctrica se tratará desde el punto de vista de la eficiencia energética que puede lograrse por concepto de iluminación y carga instalada de aires acondicionados,

se ha escogido específicamente estas dos grandes áreas debido a que ha comprobado que son estas dos áreas en las cuales existen mayores posibilidades de ahorro gracias a la tecnología que hoy en día pone a nuestra disposición nuevos tipos de tecnologías que resultan mucho más eficientes en cuanto al aprovechamiento de la energía.

#### **Cuarto Antecedente:**

RAMOS Alfonso & GONZALO Ezquerro (2001). Estableció una serie de pautas y recomendaciones, para ayudar a los técnicos responsables de proyectar o redactar especificaciones técnicas de las instalaciones de iluminación de hospitales y otros centros relacionados con la salud, en su tarea de establecer los criterios de calidad a satisfacer en las mismas, seleccionando los sistemas de iluminación, luminarias, lámparas, equipos auxiliares de encendido y sistemas de regulación y control, así como los criterios básicos de diseño de dichas instalaciones, con la finalidad de Racionalizar el uso de la energía con instalaciones de la mayor eficiencia energética posible. Para ello se estableció un procedimiento a seguir por el técnico, en las fases de diseño, cálculo, selección de equipos y estudio energético y económico de alternativas, así como para los aspectos de mantenimiento y explotación de la instalación, desde el punto de vista de la eficiencia y el ahorro energético.

## **2.1 MARCO TEÓRICO:**

### **2.1.1 EL USO DE ENERGÍA EN LOS HOSPITALES**

La energía es fundamental para el funcionamiento de las distintas unidades y áreas de los hospitales (Pabellones, Unidad de Tratamiento Intensivo, Boxes Ambulatorios, Salas de Hospitalización, Admisión, Pasillos, etc.). En todos estos

lugares se requiere la climatización producida por la combustión de petróleo o gas (u otro combustible), o el uso de electricidad; la iluminación producida por la electricidad; el vapor producido por la transformación del agua mediante la combustión de petróleo o gas; el agua del sistema de agua potable; etc.

En general, la infraestructura y las tareas específicas del hospital determinan su estructura de consumo de energía, la que, a menudo, es muy compleja. De la misma forma, las condiciones del entorno condicionan la matriz energética del hospital. Hay regiones donde solamente se dispone de petróleo para abastecer con energía las instalaciones de calefacción y calderas de vapor. En otras regiones hay gas y petróleo como alternativas. Por consiguiente, dependiendo del tipo de fuente energética que se encuentra a disposición y se usa en cada región, se determina qué tecnología de instalaciones se aplica y, junto con eso, cuáles son los costos operacionales específicos y las emisiones de carbono.

### 2.1.2 LA ESTRUCTURA DE CONSUMO DE ENERGÍA

La estructura de consumo de energía está definida por la intensidad de uso que se haga de los diferentes componentes de la matriz energética: Electricidad, Petróleo y Agua

#### **Electricidad**

Es la fuente energética más importante ya que, sin electricidad, la mayor parte de los aparatos médicos y técnicos simplemente no funcionarían. Además, todos los sistemas de iluminación necesitan electricidad, así como los equipos de computación, las instalaciones de ventilación y aire acondicionado, las bombas para las calefacciones, máquinas de frío, los compresores de aire comprimido,

ascensores y muchos equipos y máquinas. Por esta razón se debe asegurar un suministro de electricidad estable y sin interrupciones, especialmente para los aparatos médicos y para las instalaciones de comunicación. El suministro debe estar garantizado incluso en caso de un apagón o de fluctuaciones en el voltaje. Una parte importante de los usos de la electricidad en el hospital no son reemplazables. Otros sin embargo, pueden ser sustituidos por una fuente de energía alternativa, por ejemplo la utilización de equipos generadores de frío a gas en lugar de aire acondicionado eléctrico, o calderas de vapor para los esterilizadores en lugar de generación eléctrica de vapor, etc. Estas decisiones determinarán la intensidad de uso de la electricidad

### **Petróleo**

Si no se puede asegurar el suministro de petróleo o gas (u otro combustible), las instalaciones principales de calefacción no podrían cumplir sus funciones fundamentales. Asimismo, tampoco podrían funcionar las calderas generadoras de vapor ni los equipos generadores de frío por absorción.

Las calderas de generación de calor y vapor abastecen las instalaciones de calefacción, las cocinas, la lavandería, la generación de agua caliente, esterilización y desinfección. El sistema de ventilación y aire acondicionado necesita vapor para humedecer el aire.

Las instalaciones de refrigeración se necesitan para una climatización adecuada de las cámaras de refrigeración de la cocina, las cámaras de refrigeración de patología, los equipos refrigerantes para la medicina, los aparatos médico-técnicos y las salas de computación.

## Agua

En general se subestima la importancia de este medio como parte del sistema de energía del hospital. Indirectamente, el agua es una fuente de energía tan vital como las otras y se debe garantizar su abastecimiento permanente. En todas las áreas del hospital se necesita agua limpia como agua potable, para limpieza e higiene, para la cocina y los baños. También se requiere del suministro de agua blanda para calefacción, y para la generación de vapor para esterilización y para humedecer el ambiente. Para ciertos equipos médicos se requiere la provisión de agua completamente desalinizada, obtenida mediante el tratamiento por osmosis del agua blanda.

Se debe poner atención que no se formen legionelas peligrosas en la red de agua caliente para las duchas y lavamanos. Por lo tanto, primero se debe calentar el agua en el calentador de agua potable a 65° C mínimo para matar las legionelas, antes de conducirla a una temperatura inferior a la red de agua potable y los puntos de consumo.

### 2.1.3 CONCEPTOS DE AHORRO Y EFICIENCIA

Antes de comenzar a analizar los beneficios que proporcionan el ahorro y la eficiencia, es conveniente discernir entre estos dos conceptos, en la mayoría de los casos siempre unidos.

Desde el punto de vista técnico, eficiencia energética. Significa consumir menos energía manteniendo un nivel equivalente de actividades o prestaciones económicas; ahorro energético es un concepto más amplio que también incluye la reducción del consumo gracias a un cambio de comportamiento o a una menor actividad económica. En la práctica, es difícil distinguir entre ambos conceptos y a menudo se utilizan indistintamente.

El ahorro consiste en evitar un gasto o en la parte no consumida de la renta de un agente económico para constituir un capital. La energía es la capacidad para realizar un trabajo o una acción. El ahorro de energía es la reducción del consumo de energía (convencional o no) o la preservación de los recursos energéticos (no renovables) para generaciones futuras.

Por otro lado, la eficiencia energética es la relación entre la cantidad producida de un servicio o utilidad y la cantidad de energía consumida para proporcionarla. Una mejora de la eficiencia energética implica producir la misma cantidad de servicio consumiendo menos energía, o bien producir más cantidad consumiendo la misma cantidad de energía.

Un tercer y último concepto que se quiere destacar es el de intensidad energética, entendida como la relación entre la cantidad de energía consumida para proporcionar un servicio o utilidad y la cantidad de servicio o utilidad producida, y que se analizará a lo largo de toda la tesis.

#### 2.1.4 ESTRUCTURA HOSPITALARIA.

La estructura organizacional básica de un hospital según el Reglamento General de Hospitales del Sector Salud (DS. N° 005-90-SA).

- Área de atención.
- Área de servicios comunes.
- Área de servicios auxiliares.

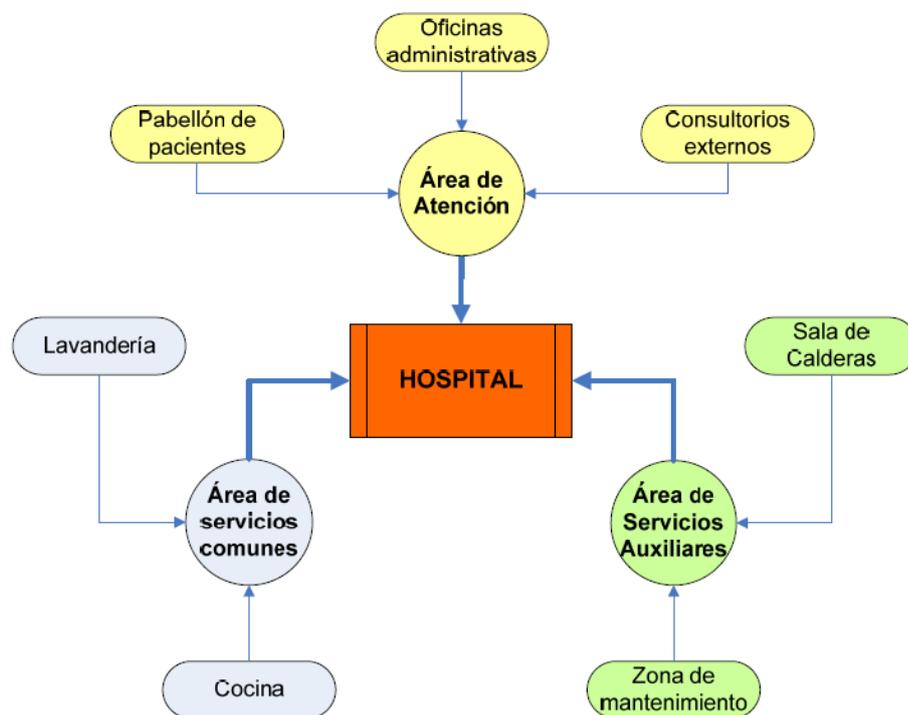


Figura N° 1: Áreas de servicio en un hospital

Fuente: CENERGIA-2008

### 2.1.5 CLASIFICACION DE HOSPITALES

Los Hospitales se clasifican de acuerdo al grado de complejidad, número de camas y ámbito geográfico de acción.

Tabla N° 1: Clasificación de Hospitales según Grado de Complejidad, Número de Camas y ámbito Geográfico de acción (DS N°005-90-SA)

<b>CLASIFICACION SEGÚN GRADO DE COMPLEJIDAD</b>	
<b>TIPO DE HOSPITAL</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Hospital Tipo I	Brinda atención general en las áreas de medicina, cirugía, pediatría, gineco-obstetricia y odontología
Hospital Tipo II	Además de lo señalado para el Hospital Tipo I, presta atención básica en los servicios independientes de medicina, cirugía gineco-obstetricia y pediatría.
Hospital Tipo III	A lo ya considerado en las anteriores clasificaciones también da atención en determinadas sub-especialidades.
Hospital Tipo IV	Brinda atención de alta especialización a casos seleccionados.
<b>CLASIFICACION POR NUMERO DE CAMAS</b>	
Hospital pequeño	hasta 49 camas
Hospital mediano	de 50 hasta 149 camas.
Hospital Grande	de 150 camas hasta 299 camas.
Hospital Extra-grande	mayor de 400 camas.
<b>CLASIFICACION POR AMBITO GEOGRAFICO</b>	
Hospital Nacional	
Hospital de Apoyo Departamental	
Hospital de Apoyo Local.	

Fuente: Ministerio de Salud. D.S. N° 005-90-sa. Ministerio de Salud.

La demanda energética dependerá que tan desarrolladas se encuentran las áreas para cumplir con los servicios que presta el hospital. Ello dependerá del grado de complejidad, número de camas y ámbito geográfico de acción, criterios establecidos en la clasificación de hospitales según Decreto Supremo N° 005-90-SA.

#### 2.1.6 CARACTERIZACIÓN DE LOS AMBIENTES EN HOSPITALES.

Los hospitales se caracterizan por contar con ambientes, en algunos casos especialmente acondicionados, para el desarrollo de las actividades propias de la actividad médica y de servicios conexos, donde los usuarios demandan de

sistemas de iluminación, servicios de agua, ventilación y acondicionamiento de aire para el desarrollo de sus actividades. Cabe señalar que dependiendo del tamaño del hospital, estos ambientes pueden incrementarse en número, por lo tanto, es responsabilidad de los miembros del Comité de Sostenibilidad Energética la clasificación de dichos ambientes considerando los indicadores de confort según las siguientes recomendaciones:

Tabla N° 2: Relación de Indicadores de Confort recomendados para Establecimientos de Salud

Recinto	Iluminación (lux)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Renovación de aire por hora (RAH)
Hospitalización	300	21-24	40-60	6
Laboratorio	750	21-26	40-60	6 a 12
Farmacia	750	21-26	40-60	6 a 12
Sala de espera	200	19-23	40-60	6
Sala de Tratamiento	300 - 500	21-26	40-60	6
Dermatología	500	20-24	40-60	2
UCI	750	20-24	40-60	6
Salas Quirúrgicas	500 - 1000	18-26	40-60	15 a 20
Emergencias	500	20-24	40-60	6 a 12
Salas pre/pos operatorios	750	21-26	40-60	6
Oficinas	500	20-25	40-60	2
Administración	500	20-25	40-60	2
Vestuario	150 - 200	20-26	40-60	2
Servicios higiénicos	150 - 200	20-24	40-60	6
Pasillos	50 - 200	19-25	40-60	2

Fuente: Agencia Chilena de Eficiencia Energética (2012), Reglamento Nacional de Edificaciones (2006)

### 2.1.7 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS Y CENTROS DE CONSUMO

Los procesos de calentamiento o enfriamiento en un hospital, por lo general, se logran a través de procesos de combustión de Carbón, Petróleo, Gas Natural (GN) o Gas Licuado de Petróleo (GLP), o a través de la electricidad. Una identificación rápida de los equipos de consumo de energía eléctrica y térmica en un hospital se puede agrupar de la siguiente manera:

Tabla N° 3: Consumo de Energía por tipo de Equipo en un Hospital.

<b>EQUIPO</b>	<b>ELECTRICIDAD</b>	<b>ENERGIA TERMICA</b>
Iluminacion	x	
Equipo Medico	x	
Equipo de Oficina	x	
Ascensores	x	
Aire Acondicionado	x	
Sistema de Bombeo	x	
Rayos X	x	
Otros	x	x
Cocina		x
Calentadores		x
Esterilizadores		x
Lavanderia		x
Otros	x	x

Elaboración: propia.

Cabe señalar que la lista anteriormente señalada es dinámica y puede cambiar de acuerdo al tipo de equipamiento con el que cuenta el hospital y su contribución en el requerimiento energético (eléctrico o térmico) del total consumido en el hospital.

Para un mejor seguimiento del consumo energético en un hospital es de suma importancia identificar los equipos o sistemas energéticos vitales para la

operación del hospital y en particular aquellos con consumo intensivo de energía (horas de servicio por día). Este es el caso de los sistemas de iluminación artificial, climatización y suministro de energía térmica y eléctrica.

Tabla N° 4: Principales Características Técnicas en Sistemas Energéticos

<b>Sistemas Energéticos para Iluminación y Climatización</b>	<b>Características Principales</b>	<b>Equipos</b>
Iluminación artificial	Calidad Lumínica. Seguridad. Confort Visual. Calor Residual.	Lámpara Fluorescente (Tubo) Lámpara Fluorescente Compacta (Foco Ahorrador) Halógenas LED
Calefacción, Enfriamiento, Ventilación, Sistema de distribución. Energía No-Renovable	Agua-Agua: Sistema Centralizado asistido por un sistema de transporte. Agua – Aire: Sistemas con unidades exclusivas para el transporte de aire para la ventilación. Todo Aire: Aire para el transporte de calor y ventilación, con un sistema centralizado. Refrigerante: Refrigerante como portador de energía y requiere de un sistema de ventilación.	Agua-Agua: Radiadores, Loza radiante Agua – Aire: Radiadores, Loza radiante Todo Aire: Rejillas para la difusión de aire. Sistema: Sistema Split. Sistema centralizado.
Sistemas de acondicionamiento	Calentar/Enfriar, Humidificar/deshumidificar,	
Cogeneración	Cogeneración Trigeneración	Cogeneración Equipo recuperador de calor para calefacción y agua caliente sanitaria. Trigeneración Equipo de cogeneración Recuperador de calor para calefacción, agua caliente sanitaria y agua caliente. Máquina de absorción para refrigeración.

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de consumo energético en un hospital son herramientas fundamentales para caracterizar su desempeño energético. Su utilidad dependerá de la calidad de la información obtenida, procesada y verificada durante el periodo de comparación. De acuerdo con la Resolución Ministerial N°-038-2009-MEM/DM16, los indicadores de consumo energético para Centros de Salud para el Sector Servicios se listan en la Tabla siguiente.

Tabla N° 5 : Unidades de Indicadores de desempeño energético para Centros de Salud N°038-2009-MEM/DM

INDICADOR	UNIDADES
Consumo de Energía anual/variable del subsector	Joule/cama Joule/paciente Joule/m <sup>2</sup>
Consumo de Hidrocarburos anual/variable del subsector	Joule/cama Joule/paciente Joule/m <sup>2</sup>
Consumo de electricidad anual/variable del subsector	kW-h/cama kW-h/paciente kW-h/m <sup>2</sup>
Consumo de gas anual/variable del subsector	Joule/cama Joule/paciente Joule/m <sup>2</sup>
Penetración anual de calentadores solares	m <sup>2</sup> de colector/entidad

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas.**

#### 2.1.8 LA ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El 08 de septiembre de 2000, fue publicada la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso de la Energía, mediante la cual se declara de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (UEE) para asegurar el suministro de

energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto negativo del uso y consumo de los energéticos.

Así mismo, el numeral 3.1 del artículo 3º de la citada Ley, establece que los equipos y artefactos que requieren suministro de energéticos incluirán en sus etiquetas, envases, empaques y publicidad, la información sobre su consumo energético en relación a los estándares de eficiencia energética, bajo responsabilidad de sus productores y/o importadores.

#### 2.1.9 INFORMACIÓN GENERAL SOBRE ETIQUETADO

Las etiquetas de eficiencia energética son etiquetas informativas adheridas a los productos manufacturados que indican el consumo de energía del producto (generalmente en la forma de uso de la energía, eficiencia y/o costos de la energía) para proporcionar a los consumidores los datos necesarios para hacer compras con información adecuada.

Puede haber tres tipos de etiquetas.

- a) Las etiquetas de aprobación son esencialmente “sellos de aprobación” de Acuerdo a un conjunto específico de criterios.
- b) Las etiquetas de comparación le ofrecen al consumidor información que les permita comparar el rendimiento entre productos similares, ya sea utilizando categorías discretas de funcionamiento o una escala continua.
- c) Las etiquetas de información únicamente proporcionan datos sobre el rendimiento del producto.

A continuación el Ministerio de Energía y Minas presenta y recomienda las siguientes etiquetas:

- Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calderas industriales. Norma Técnica Peruana NTP 350.301 2008. Calderas Industriales. Estándares de Eficiencia Térmica (Combustible / Vapor) y Etiquetado.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.450 2008 Eficiencia Energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de propósito general, potencia nominal de 0,746 kW a 149,2 kW. Límites y Etiquetado.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.483 2007 Eficiencia Energética en artefactos refrigeradores, refrigeradores – congeladores y congeladores para uso doméstico.
- Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calentadores de agua eléctrica de acumulación. Proyecto de Norma Técnica Peruana PNTP 370.502 2009 Eficiencia Energética en calentadores de agua eléctricos tipo con tanque de almacenamiento para propósitos domésticos. Rangos de eficiencia y etiquetado.
- Etiqueta de eficiencia energética en lámparas de uso doméstico Norma Técnica Peruana NTP 370.101-2 2008 Etiquetado de Eficiencia Energética para lámparas fluorescentes compactas, circulares, lineales y similares de uso doméstico.

#### 2.1.10 RAZONES PARA EL USO DE NORMAS Y ETIQUETAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Gran potencial de ahorro de energía

- Enorme costo real, y una manera muy eficaz de limitar el crecimiento de energía sin limitar el crecimiento económico.
- Exigir un cambio en el comportamiento de un cierto número de fabricantes en lugar de todo el público consumidor
- Tratar por igual a todos los fabricantes, distribuidores y pequeños comerciantes, y Resultado en el ahorro de energía está generalmente asegurado, y es bastante sencillo cuantificarlo y puede ser verificado fácilmente.

### 2.1.11 CLASIFICACION DEL NIVEL DE EFICIENCIA

Existen 7 niveles de Eficiencia Energética, representadas por las letras A hasta la G, siendo la A la clase más eficiente como se presenta a continuación.

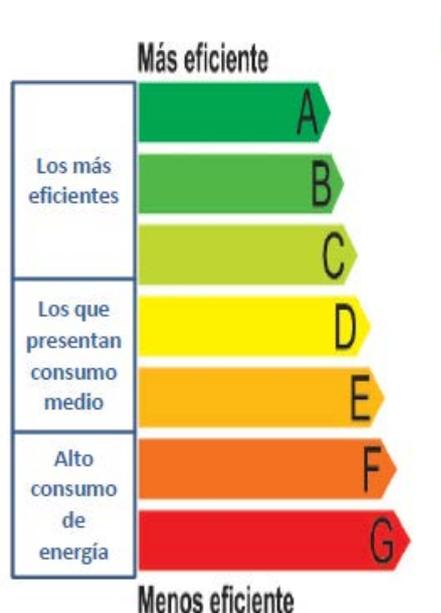


Figura N° 2: Etiqueta indicador de eficiencia energética

Fuente: <http://pad.minem.gob.pe/eee/index.aspx>CENERGIA-2008

- Los equipos clasificados como A, B, C y presentan un consumo de energía menor al promedio.

- Los equipos clases D y E son los que se consideran que presentan un consumo medio.
- Los equipos F y G presentan consumos por encima del promedio.

2.1.12 LEY N° 27345 LEY DE PROMOCION DEL USO EFICIENTE DE ENERGÍA

La ley N° 27345 tiene como objetivo declarar de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (UEE) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos.



Figura N° 3: Base legal: ley n° 27345

Ley de promoción del uso eficiente de energía

Fuente: <http://pad.minem.gob.pe/eee/index.aspxCENERGIA-2008>

### 2.1.13 NORMAS DE APLICACIÓN PARA PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN HOSPITALES

Todo proyecto de Instalaciones Eléctricas de Hospitales debe estar diseñado bajo los requisitos de los siguientes estándares y normas nacionales e internacionales:

- Código Nacional de Electricidad. (Utilización - Suministro)
- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Normas del MEM/DGE (Ministerio de Energía y Minas/Dirección General de Electricidad).
- IEC: Comisión Electrotécnica Internacional.
- Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Defensa Civil (D.S. 013-2000-PCM).
- NTS N° 110 - MINSA/DGIEM - V.01
- Estándar IEEE STD 142-1991, sobre Tierra Única.
- Estándar ANSI/TIA-607-B, sobre Tierras y Aterramientos para Sistemas de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- RM 660-2014 MINSA NTS
- RM 631-2014 MINSA NTS
- RM 043-2013 MINSA

Tabla N° 6: Normas técnicas peruanas de eficiencia energética área eléctrica

Sub comité	Ítem	Id de Norma	Nombre de la norma
<b>MOTORES ELECTRICOS</b>	1	NTP 399.450.2003	Eficiencia Energética de motores tipo jaula de ardilla. Límites y Etiquetado.
	2	NTP 399.450:2008	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de propósito general, potencia nominal de 0,746 kW a 149,2 kW. Límites y Etiquetado.
<b>ILUMINACION</b>	3	NTP 370.100.2000	Lámparas Fluorescentes compactas (LFCs). Definiciones, requisitos y rotulado.
	4	NTP 370.101.2003	Etiquetado de eficiencia energética para lámparas de uso doméstico.
	5	NTP 370.101-1:2008	Etiquetado de eficiencia energética para lámparas incandescentes y similares de uso doméstico.
	6	NTP 370.101-2:2008	Etiquetado de eficiencia energética para lámparas fluorescentes compactas, circulares, lineales y similares de uso doméstico.

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas.**

#### 2.1.14 NORMAS DE APLICACIÓN PARA PROYECTOS DE INSTALACIONES MECANICAS EN HOSPITALES

Todo proyecto de Instalaciones Mecánicas de Hospitales debe estar diseñado bajo los requisitos de los siguientes estándares y normas nacionales e internacionales:

- D.S. N° 034-2008-EM (19/06/2008). Dictan medidas para el ahorro de energía en el Sector Público.
- R.M. N° 038-2009-MEM/DM (21/01/2009). Indicadores de Consumo Energético y la Metodología de Monitoreo de los mismos.

- R.M. N° 469-2009-EM/DM (26/10/2009). Aprueban el Plan Referencial del Uso Eficiente de la Energía 2009-2018.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú).
- NFPA (National Fire Protection Association).
- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers).
- SMACNA (Sheet metal and Air Conditioning Engineers).
- ANSI (American National Standards Institute).
- ASTM (American Society for Testing Materials).
- ASME (American Society of Mechanical Engineers).
- MCA (Air Moving & Conditioning Association Inc.).
- Código Nacional de Electricidad.
- Ley orgánica de hidrocarburos y reglamentos ley N° 26221 (Ministerio de energía y minas).
- Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos DS-052-93 EM y DS-036-2003 EM.
- Standard For Non Flammable Medical Gas Systems. NFPA N° 56 F.
- Health Care Facilities. NFPA N° 99.
- EPA Environmental Protection Agency.
- AISC, MENA.
- (ISO) Organización Internacional para la Normalización.
- (VDE) Asociación de Electrotécnicos Alemanes.
- (IEC) Comisión Electrotécnica Internacional.
- Normas de Diseño de Ingeniería del Instituto Mexicano del Seguro Social – IMSS.

- RM 660 – 2014 – MINSA
- RM 631 – 2014 – MINSA
- Anexo – CME – 12 – MINSA

Tabla N° 7: Normas técnicas peruanas de eficiencia energética área mecánica.

Sub comité	Ítem	Id de Norma	Nombre de la norma
<b>CALDERAS</b>	1	NTP 350.300.2002	Calderas Industriales. Procedimiento de determinación de eficiencia energética.
	2	NTP 350.301.2004	Calderas Industriales. Niveles mínimos de eficiencia térmica.
	3	NTP 350.300:2008	CALDERAS INDUSTRIALES. Procedimiento para la determinación de la eficiencia térmica de calderas industriales.
	4	NTP 350.301:2008	CALDERAS INDUSTRIALES. Estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) y etiquetado.
	5	NTP 350.302:2009	EFICIENCIA ENERGÉTICA. Calderas industriales. Proyecto de instalación de calderas con reducción de emisiones. Requisitos básicos.
<b>REFRIFERACION</b>	6	NTP 399.483 2007	Eficiencia energética en artefactos refrigeradores, refrigeradores-congeladores y congeladores para uso doméstico
<b>CALENTADORES DE AGUA</b>	7	NTP 370.501.2008	Artefactos a Gas – Metodología para determinar la eficiencia de calentadores de agua por paso continuo que utilizan combustibles gaseosos
	8	NTP 370.502:2009	Eficiencia energética en calentadores de agua eléctricos tipo con tanque de almacenamiento para propósitos domésticos. Rangos de eficiencia y etiquetado.
	9	NTP 370.504:2009	EFICIENCIA ENERGÉTICA. Artefactos eléctricos fijos de calentamiento instantáneo de agua para uso doméstico. Clasificación del consumo energético y etiquetado.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

## **2.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.3 HIPÓTESIS GENERAL**

Existe relación significativa entre la eficiencia energética con los sistemas hospitalarios de salud.

## **2.4 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

- a) El consumo energético tiene relación con los sistemas hospitalarios
- b) El rendimiento de equipos de producción tiene relación con los sistemas hospitalarios

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de tesis se aplicó los siguientes métodos teóricos:

**Analitico-sintetico:** Este método posibilito analizar toda la bibliografía, los trabajos previos y documentos para la determinación de los fundamentos necesarios para llegar a las diferentes partes de la investigación.

**Inductivo-deductivo:** Permite el estudio de los elementos particulares para lograr la elaboración de conclusiones generales, totales y parciales a cerca de la caracterización del estado actual de las instalaciones del Hospital II de Ayaviri.

**Sistémico Estructural:** Se empleó para la conformación de la propuesta del sistema de actividades a partir de la relación que se establece entre cada uno de los componentes que lo conforman.

**Métodos Empíricos:** Se han utilizado:

**La observación:** para constatar el estado actual de las instalaciones hospitalarias tanto mecánicas y eléctricas del Hospital II de Ayaviri.

**Los métodos estadísticos y matemáticos:** que nos permite analizar la información obtenida a través de los métodos empíricos

### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es no experimental de diseño transversal, se realizará el siguiente procedimiento:

- Recolección de la información técnica del hospital II de Ayaviri.
- Análisis, interpretación y evaluará de la información.
- Propuesta de alternativas para mejorar el rendimiento y eficiencia energética de sistemas hospitalarios.
- validar la hipótesis planteada.

### 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

**Población:** Para este proyecto de investigación, se considera como población a investigar, el sector de hospitales tipo II a nivel nacional que tiene consumo de energía elevada.

**Muestra:** La muestra es el hospital II de Ayaviri, ubicada en el distrito de Ayaviri provincia de Melgar departamento de Puno, donde se realizó el estudio de la eficiencia energética de los sistemas hospitalarios.

### 3.5 TÉCNICAS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la presente investigación se necesitan técnicas e instrumentos que permitan la recolección de los datos, información pertinente así como el análisis adecuado se fundamenta en la siguiente tabla.

Tabla N° 8 : técnica e instrumentos para la recolección e interpretación de la información.

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observaciones Directas(Recopilación, interpretación de información)</li> <li>• Cálculos Justificativos</li> <li>• Diseño de Planos</li> <li>• Selección de Equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadros de registros, expediente técnico, cámara fotográfica.</li> <li>• Calculadora y softwares como Microsoft Excel, dialux.</li> <li>• Software como el AutoCAD 2016.</li> <li>• Catálogos, tablas, normas técnicas.</li> </ul>

Elaboración: Propia.

Procedimiento para recolección de información:

- Consulta bibliográfica y recolección de datos relacionadas a la tesis.
- Búsqueda de información mecánica y eléctrica del hospital II de Ayaviri, con el fin de evaluar el expediente y la operación del hospital.
- Visita de campo a fin de reconocer los sistemas hospitalarios tanto mecánicos y eléctricos y recolección de datos técnicos.

- Análisis, interpretación, evaluación y recalculó de los principales sistemas hospitalarios.

### 3.6 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACION

El “Hospital II Ayaviri”, los cuales se han diseñado tomando en cuenta principalmente la funcionalidad de los mismos, para poder acoger de manera correcta a sus habitantes y estos puedan desarrollar sus determinadas funciones, tomando en cuenta la distribución horizontal y vertical de los accesos a los pisos y la distribución de cada uno de ellos.

Tabla N° 9: Clasificación del hospital II de Ayaviri según DS N° 005-90-SA ministerio de salud

<b>CLASIFICACION DEL HOSPITAL II DE AYAVIRI</b>	
<b>CLASIFICACION SEGÚN GRADO DE COMPLEJIDAD</b>	
<b>TIPO DE HOSPITAL</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Hospital Tipo II	Además de lo señalado para el Hospital Tipo I, presta atención básica en los servicios independientes de medicina, cirugía gineco-obstetricia y pediatría.
<b>CLASIFICACION POR NUMERO DE CAMAS</b>	
Hospital mediano	de 50 hasta 149 camas.
<b>CLASIFICACION POR AMBITO GEOGRAFICO</b>	
Hospital de Apoyo Departamental	

Elaboración: Propia.

Todo el terreno y su edificación, presenta en total cuatro bloques las que se zonifican como sigue:

- Sector A primer piso : Emergencia, servicios generales.
- Sector A segundo piso : Laboratorio.
- Sector A tercer piso : Hospitalización II.

- Sector B primer piso : Farmacia, centro quirúrgico, esterilización, rayos X.
- Sector B segundo piso : Centro obstétrico.
- Sector B tercer piso : Hospitalización 1.
- Sector C primer piso : Consulta externa y ayuda al diagnóstico, administración.
- Sector D primer piso : Cocina-comedor, sub-estación grupo electrógeno, incinerador, vestidor- lavandería, Cuarto de bombas, gases medicinales.



Figura N° 4: Zonificación primera planta Hospital II de Ayaviri

Elaboración: Propia.

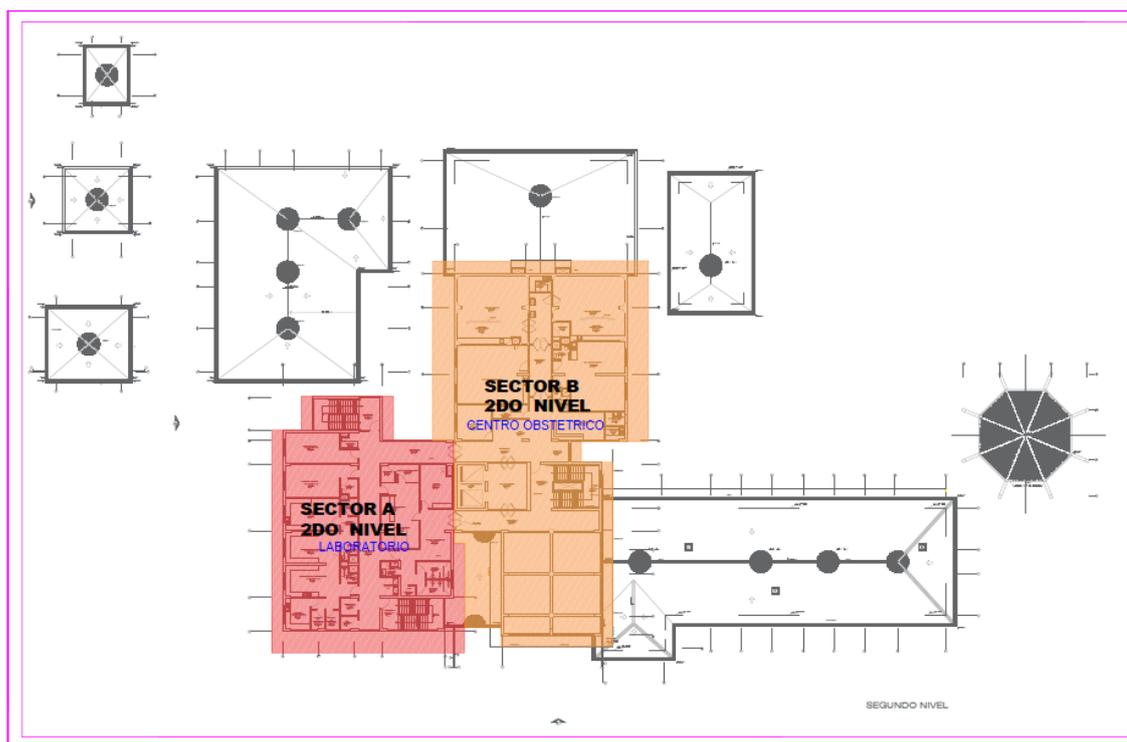


Figura N° 5: Zonificación segunda planta Hospital II de Ayaviri

Elaboración: Propia.



Figura N° 6: Zonificación tercera planta Hospital II de Ayaviri

Elaboración: Propia.

### 3.7 INSTALACIONES ELECTRICAS

#### 3.7.1 PUNTO DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

Electro Puno S.A.A. con documento CARTA N°-226-2008/ELPU-GG de fecha 02/07/2008 Otorgó la Factibilidad de suministro y fijó las características técnicas del punto de alimentación.

Tabla N° 10: características técnicas del punto de alimentación.

Pto. N°	COORDENADAS UTM		CAIDA DE VOLTAJE (%)	TENSION NOMINAL (KV)	POTENCIA DE CC (MVA)	Smín. (mm2)	BIL (KV)
	X	Y					
1	328118	8354792	0.5	10	250	3x25 Al	170

**Fuente: Expediente técnico en media tensión del hospital II de Ayaviri.**

#### 3.7.2 RED PRIMARIA:

Características técnicas de la red de media tensión en 10KV del hospital II de Ayaviri.

- Tensión nominal : 10 KV.
- Sistema Adoptado : Trifásico.
- Longitud total : 175 m.
- Conductor : Conductor N2XSY para 10KV de 3-1x25 mm2.
- Tubo de protección : tubo de F<sup>0</sup>G<sup>0</sup> 2" Subterráneo.
- Disposición : Vertical.
- Número de fases : 3.
- Tipo : Aéreo y Subterráneo.
- Seccionadores : Tipo Cut-Out, 15 KV, 100 A, 170 KV BIL.
- Pararrayos : Oxido de Zinc, 12 KV, 10 KA.

➤ Relación de Transformación :  $10 \pm 2.5\% / 0.22 \text{ KV}$



Figura N° 7: Suministro de energía eléctrica 10KV punto de medición a la intemperie.

Elaboración: propia.

### 3.7.3 DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA

La máxima demanda de acuerdo al C.N.E, capacidad de equipos y factores de simultaneidad de uso, cuyo resumen se detalla a continuación.

Tabla N° 11: Demanda máxima proyectado

TG	DESCRIPCIÓN	POT. INST. (W)	POT. INST. (W)	TOTAL KW
	ENERGIA NORMAL	310	-	279
ENERGIA DE EMERGENCIA	150	-	142.5	
TOTAL				421.5

Fuente: Expediente técnico en media tensión del hospital II de Ayaviri.

La máxima demanda calculada de energía normal es 279 kW.

La máxima demanda calculada de sistema de emergencia es 142.5 kW.

#### 3.7.4 SUBESTACION

El ambiente para la subestación aloja al transformador de potencia y celdas en media tensión. Su diseño y construcción se realizó según los lineamientos establecidos en el CNE-Suministro.

Tabla N° 12: Característica técnica del transformador

-S.E.N°	RELACION DE TRANSFORMACION (KV)	POTENCIA NOMINAL (KVA)	SITUACIÓN
01	$10 \pm 2 \times 2.5\% / 0.22 \text{ KV}$	500	PROYECTADA

**Fuente: Expediente técnico en media tensión del hospital II de Ayaviri**

La subestación es de tipo caseta, donde se alojarán los equipos de media tensión, los cuales se detallan a continuación:

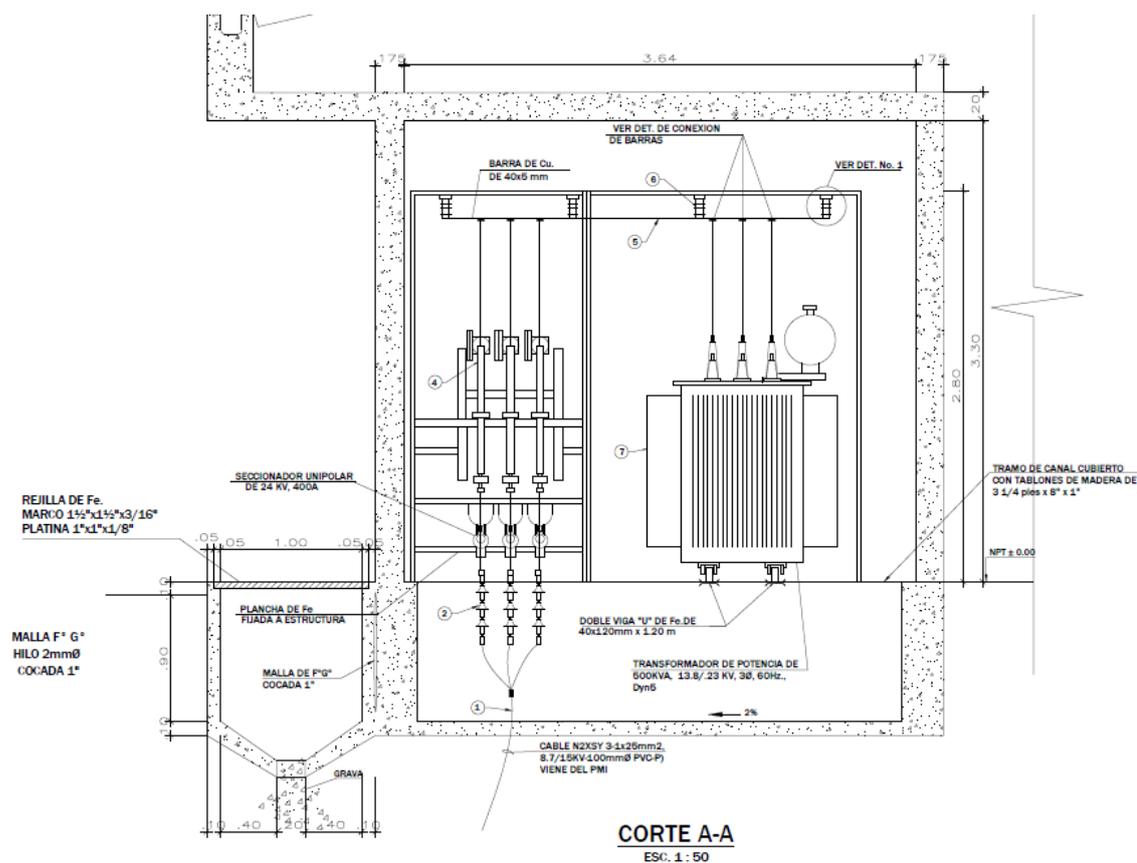


Figura N° 8: Subestación tipo caseta del hospital II de Ayaviri.

**Fuente: Expediente técnico del hospital II de Ayaviri**

- 1) Cable N2XSJY, 3-1x25mm<sup>2</sup> 8.7 / 15kv
- 2) Terminal de cable N2XSJY 24 KV., 25mm<sup>2</sup>
- 3) Seccionador unipolar sin carga 24 KV., 400 A
- 4) Seccionador de potencia 24 KV., 400 A
- 5) Barra de cobre 5x40 mm
- 6) Aislador porta barra 24 KV.
- 7) Transformador de 500 KVA, de 13.8/0.23KV., DYN5
- 8) Cable NYY de baja tensión 3(3-1x300mm<sup>2</sup>).

### 3.7.4.1 TABLERO ELECTRICOS GENERALES

Los tableros generales, son del tipo auto soportado, y están instalados en la sala de tableros, que es el ambiente cerrado con ventilación mecánica equipados de la siguiente manera:

- 1) Tablero principal, con interruptor automático 1250 A variable (TGN)
- 2) Tablero General de Emergencia TGE 600 A
- 3) Tableros de Transferencia Automática 600 A
- 4) Tablero de banco de condensadores 400 A



Figura N° 9: Cuarto de tableros eléctricos.

Elaboración: Propia

#### 3.7.4.2 TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA TTA

El Tablero de Transferencia automática, está compuesta por un Switch de transferencia, para trabajo con carga, mecanismo de seguridad que impida el ingreso simultáneo de la energía comercial y la energía de emergencia. Dicho switch tiene dos posiciones (normal y emergencia), un controlador o módulo electrónico para el arranque automático del grupo electrógeno y su puesta en carga a un tiempo regulable entre 10 y 20 segundos; el sistema de control es autónomático con propia batería

#### 3.7.5 TABLERO AUTOMÁTICO DE BANCO DE CONDENSADORES

Gabinete metálico autosoportado, con estructura angular a base de perfiles preformados en plancha de 2mm de espesor, con cubiertas laterales y posterior fabricadas en plancha de fierro laminado en frío de 2mm., de espesor, sometido a tratamiento anticorrosivo de fosfatizado por inmersión en caliente, acabado con pintura en polvo plastificada, del tipo epoxy-polyester, aplicado electrostáticamente a 180°C, color beige y con excelentes características de adherencia, elasticidad y resistencia química y mecánica.

La parte frontal del tablero estará provista de puerta fabricada en plancha de fierro laminado en frío de 2 mm., de espesor, sometido al mismo tratamiento anticorrosivo.

##### 3.7.5.1 COMPENSACION DE LA ENERGIA REACTIVA

Dada la variación de la carga a lo largo de la jornada de trabajo, el banco de condensadores, se divide en etapas que puedan conectarse y desconectarse

según las necesidades, mediante un equipo de control automático y un regulador que medirá la potencia reactiva en el punto de entrada, de esta manera se podrá reducir la corriente en los cables alimentadores que vienen del transformador y grupo electrógeno y por consiguiente bajar el costo mensual por energía eléctrica



Figura N° 10: Banco de condensadores.

Elaboración: Propia.

## CARACTERISTICAS DEL BANCO DE CONDENSADORES

- Aislamiento : 1000 VAC.
- Tensión de Servicio : 220 o 440VAC
- Frecuencia : 60 Hz.
- Número de Fases : 3
- Protección : IP55
- Número de Bancos : 2
- Potencia nominal : 125 (pasos 25+2x50)KVAR
- Voltaje nominal : 230 VAC según se indica en los planos.
- Frecuencia nominal : 60 Hz.
- Número de fases : 3
- Conformidad a Normas : IEC 831, IEC 439
- Sobrecarga permisible : 30% de la corriente nominal
- Sobrevoltaje permisible : 10% del voltaje nominal
- Descarga a 50 V : Mediante una resistencia en menos de un minuto
- Temperatura de operación: -25 °C a 50 °C
- Nivel de aislamiento : 6 KV.

Los Condensadores Eléctricos fueron instalados para corregir el Factor de Potencia de las Electrobombas y Transformadores.

### 3.7.6 TABLEROS ELÉCTRICOS

Los tableros de distribución en el hospital son de tipo adosados y empotrados, estarán ubicados en los diferentes ambientes del hospital, y son de dos tipos: tableros de distribución normales y tableros de distribución de emergencias.

Los tableros de distribución TN y TE, estarán equipados con ITMG y todos los circuitos derivados (circuito de alumbrado y circuito de tomacorriente) tienen interruptores automáticos (ITM) y cada circuito con interruptores de diferenciales (ID) y con interruptores horarios digitales para circuitos de alumbrado en corredores y alumbrado exterior.



Figura N° 11: Tablero de distribución.

Elaboración: Propia.

### 3.7.6.1 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

Los interruptores son Automáticos, en aire, de caja moldeada para cabecera y riel DIN para los circuitos de derivación, operación manual en estado estable, y desenganche automático: térmico por sobrecarga y electromagnético por cortocircuito.

La manija llevará claramente marcada la corriente nominal en Amperios y los estados: conectado "ON" y desconectado "OFF". Además, lleva en la caja grabada la marca del fabricante, su logotipo y el cuadro de capacidades de ruptura.

Todos los circuitos eléctricos están protegidos con interruptores diferenciales, excepto lo contemplado en el Código Nacional de Electricidad.

### 2.3.6.2. INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Los Interruptores Diferenciales (ID), tienen como función principal desconectar el suministro eléctrico al punto o salida de la instalación eléctrica, al detectar una fuga a tierra, por contacto directo o indirecto con un conductor eléctrico energizado.

Los ID, están instalados en todos los circuitos de los tableros de distribución como en los TN y TE.

### 3.7.7 ALIMENTADORES Y CIRCUITOS

Se refiere a los alimentadores desde los tableros generales de (N) y emergencia (E) hasta los tableros de distribución, control, etc.

### 3.7.7.1 CABLES ALIMENTADORES

Según el estudio se determinó que los cables tienen para los siguientes usos:

Los cables para la alimentación al alumbrado y tomacorrientes normales, emergencia son de 4 mm<sup>2</sup> y para cargas especiales y alimentadores a los tableros de distribución son de 10 a 300 mm<sup>2</sup> según las observaciones realizadas.

Los conductores se identificaron según los colores:

- Activos : negro, azul y rojo
- Tierra : amarillo
- Neutro : blanco.

### 3.7.8 TOMACORRIENTES

Los tomacorrientes en el hospital II de Ayaviri son del tipo schuko de 10/16 Amperios) y, excepcionalmente se usan tomacorrientes americano, los cuales tiene caja de F°G° de 130 x 100 x 55 mm. Todos los tomacorrientes tienen toma de tierra, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución Ministerial N° 175-2008 MEM/DM.



Figura N° 12: Tomacorriente en sala de operaciones.

Elaboración: propia.

### 3.7.8.1 SALIDAS ESPECIALES Y DE FUERZA

Para los equipos médicos, de Comunicaciones y de Fuerza, se proyectaron circuitos independientes desde el tablero, si la salida se encontrara lejos del tablero se proyectarán interruptores de protección con termonagnetico antes de la salida de fuerza.

### 3.7.9 SISTEMA ININTERRUMPIDO DE POTENCIA ELÉCTRICA

El hospital cuenta con un sistema ininterrumpido de potencia eléctrica (UPS) de 12 KVAR alimenta al Centro de Datos y tomacorrientes especiales para equipos biomédicos que están ubicados en centro quirúrgico, obstétrico.

### 3.7.10 ILUMINACION GENERAL

En el hospital de Ayaviri, se han tomado en consideración los siguientes niveles de iluminación, para los diversos ambientes del hospital:

General:

- Durante la noche :50 Lux
- Durante el día con apoyo de la luz solar:200 Lux
- Circulación nocturna :5 Lux
- Alumbrado general :150 Lux
- Alumbrado en cama :300 Lux
- Alumbrado general :500 Lux
- Iluminación local :1000 Lux

## Unidad de Vigilancia Intensiva:

- Cabecera de cama :50 Lux
- Observación local :750 Lux
- Sala de Enfermeras :300 Lux

## Salas de Operaciones:

- Sala de preparación :500 Lux
- Alumbrado general :1000 Lux
- Mesa de operaciones :10000 Lux

## Salas de Autopsias:

- Alumbrado general :750 Lux
- Alumbrado local :5000 Lux



Figura N° 13: Iluminación en sala de operaciones.

Elaboración: Propia.

En los hospitales, el consumo de electricidad en la iluminación depende del equipamiento. Una correcta iluminación de las salas, los pasillos, oficinas, los espacios funcionales y otras áreas puede ser un gran aporte para reducir el consumo de energía en el hospital actual se. No se trata de apagar la luz, sino de aplicar soluciones energéticamente eficientes con una buena calidad de iluminación, pues las nuevas tecnologías de iluminación pueden reducir el consumo de energía en hasta un 60%, obteniendo a su vez una mayor calidad de iluminación en beneficio de los pacientes y funcionarios.

El diseño del espacio puede repercutir decisivamente en el ahorro de energía, pues si el cielo y las paredes tienen un alto grado de reflejo, se necesita menos energía para lograr la misma intensidad de iluminación.

Tabla N° 13: Relación de equipos de iluminación existentes en el hospital II de Ayaviri.

ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA(W)
1	ARTEFACTO FLUORESCENTE ADOSADO A TECHO CON DOS LAMPARAS DE 36W. EQUIPO DE ARRANQUE NORMAL Y ALTO FACTOR DE POTENCIA, MODELO NVR-2/36 DE JOSFEL.	72
2	ARTEFACTO FLUORESCENTE ADOSADO A TECHO CON DOS LAMPARAS DE 40W. EQUIPO DE ARRANQUE NORMAL Y ALTO FACTOR DE POTENCIA, IGUAL AL MODELO BE- 2/40 DE JOSFEL.	80
3	ARTEFACTO FLUORESCENTE ADOSADO A TECHO CON DOS LAMPARAS DE 18W. EQUIPO DE ARRANQUE NORMAL Y ALTO FACTOR DE POTENCIA, AL MODELO RAS-M 2/18 DE JOSFEL.	36

Continúa...

ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA(W)
4	ARTEFACTO RECTANGULAR HERMETICA PARA ADOSAR CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES MODELO AHR 2/36W TL DE JOSFEL, CON LAMPARA FLUORESCENTE DE ALTA EFICIENCIA DE 36W.	72
5	ARTEFACTO DE ALUMBRADO CUADRADO CON LAMPARA AHORRADORA PARA ADOSAR EN TECHO MODELO TPC-132 DE JOSFEL, CON LAMPARA FLUORESCENTE AHORRADORA DE 1x15 W	15
6	ARTEFACTO FLUORESCENTE ADOSADO A TECHO CON DOS LAMPARAS DE 20W. EQUIPO DE ARRANQUE NORMAL Y ALTO FACTOR DE POTENCIA, SIMILAR O IGUAL AL MODELO BE-2/20 DE JOSFEL.	40
7	ARTEFACTO DE ALUMBRADO CUADRADO CON LAMPARA AHORRADORA PARA ADOSAR EN TECHO MODELO TPC-132 DE JOSFEL, CON LAMPARA FLUORESCENTE AHORRADORA DE 1x16 W	16
8	BRAQUETE DE ALUMBRADO PARA ADOSAR A LA PARED CON 1 LAMPARA INCANDESCENTE DE 150W, MODELO E-35 DE JOSFEL.	150
9	BRAQUETE DE ALUMBRADO BPL-262 PARA ADOSAR EN PARED CON 1 LAMPARA COMPACTA FLUORESCENTE DE 18 W, MODELO TC-D18 DE JOSFEL	18
10	ARTEFACTO GERMICIDA (ULTRAVIOLETA) ADOSADO A LA PARED CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE DE ALTO FACTOR DE 30W. SIMILAR O IGUAL AL MODELO AG-130 DE JOSFEL	30

Continúa...

ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA(W)
11	LUZ DE EMERGENCIA A BATERIA DEL TIPO SECO RECARGABLE CON AUTONOMIA DE 2 HORAS Y 2 REFLECTORES DIRECCIONALES DE 35 W.	35
12	ARTEFACTO ADOSADO LUZ INDIRECTA CON LAMPARA FLUORESCENTE A.F.- 2/36W, MODELO RCA DE JOSFEL	72
13	ARTEFACTO LUZ DE CAMA CON INTERRUPTOR COLGANTE, CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTO - 1/16W, MODELO BLH-150 DE JOSFEL	16
14	250mm DE DIAMETRO, EMPOTRADO C/REFLECTOR DE ALUMINIO ANODIZADO, ARO EXTERIOR PINTADO EN COLOR BLANCO C/ PINTURA ELECTROSTATICA COLOR BLANCO Y PROTECTOR DE CRISTAL TEMPLADO, CON LAMPARA AHORRADORA DULUX T 18W/41 827-JORDAN 2x18W	36
15	FAROLA ESFERICA HPC 125W DE PHILIPS	125
16	PASTORAL, CON LUMINARIA ASTRO 150, CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE 150W.	150

**Elaboración: Propia.**

### 3.7.11 SISTEMA DE TIERRA

El sistema de tierra está conformado por pozo de puesta a tierra, con enlace equipotencial para cada equipo independiente que requiere.

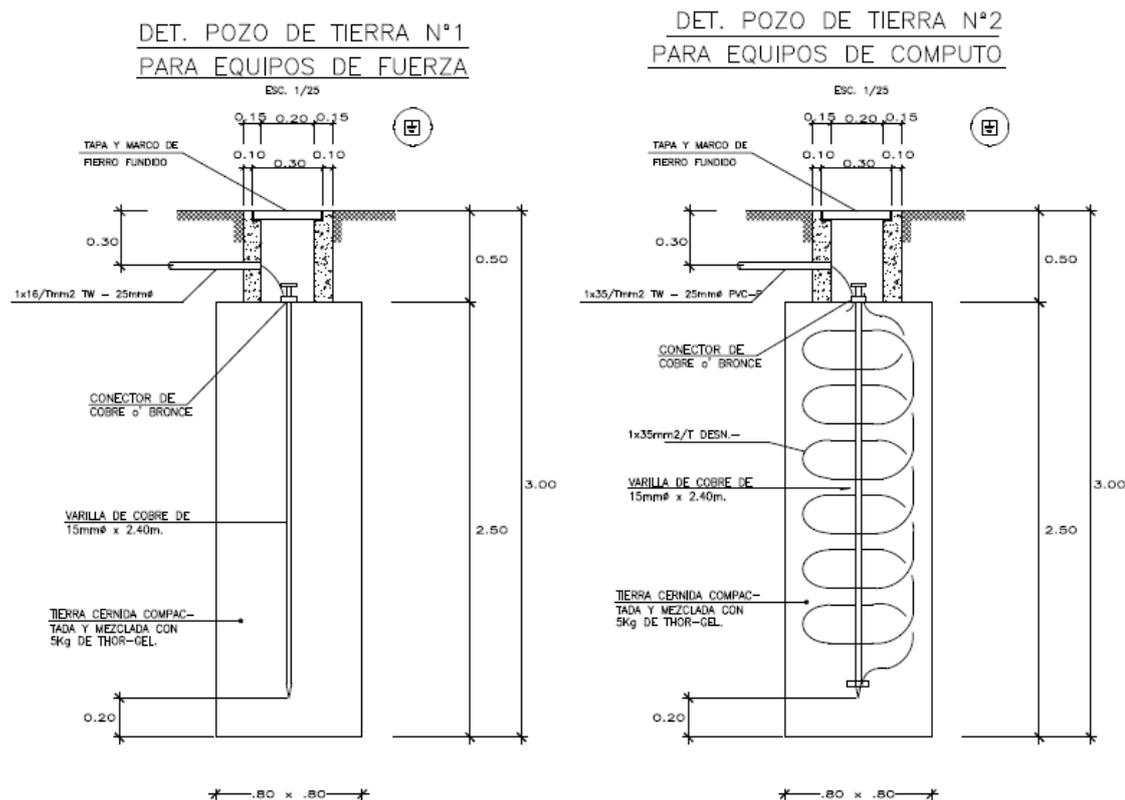


Figura N° 14: Detalle de puesta a tierra

Fuente: Expediente técnico hospital II de Ayaviri

El pozo de puesta a tierra, construido por una excavación de un pozo de 1,0 x 3,0 m, una varilla de cobre de 2,40m x 16mm, relleno con tierra de chacra y con cemento conductor de acuerdo a la norma técnica peruana instalados para los siguientes sistemas existentes en el hospital II de Ayaviri.

- Pozo de puesta a tierra para media tensión. ( $R = 5 \Omega$ )
- Pozo de Puesta a tierra de baja tensión. ( $R = 5 \Omega$ )
- Pozo de Puesta a tierra de baja tensión para equipos de la tecnología y de la información. ( $R = 3\Omega$ )
- Pozo de Puesta a tierra de baja tensión para equipos de radiología. ( $R = 3\Omega$ ).

- Pozo de Puesta a tierra de baja tensión para salas de operación. ( $R = 3\Omega$ ).
- Pozo de puesta a tierra para cada ascensor. ( $R = 5\Omega$ )
- Pozo de puesta a tierra para cada tanque de petróleo ( $R=5\Omega$ )
- Pozo de puesta a tierra para pararrayos ( $R=5\Omega$ )

### 3.7.12 PARARRAYOS

Ayaviri una zonas, donde existen descargas atmosféricas tiene un sistema de protección con pararrayos y TVSS-Transient Voltage Surge Suppressors (Dispositivos de protección que suprimen las sobretensiones transitorias).

Es de Electrodo no polarizado diseñado para la protección del rayo en todo tipo de estructuras en tierra y mar, incluyendo las instalaciones con riesgo de incendio o explosión.

- eficacia de protección. 99 % de reducción de impactos de rayos directos en las estructuras protegidas.
- sistema de conexión al mástil. incorpora en su eje el sistema directo de conexión al mástil.
- radio de cobertura. 100 metros de radio según.
- tensión máxima de trabajo sin rayos 595 000 voltios a un metro.
- intensidad máxima 100 KA



Figura N° 15: Pararrayo instalado tipo TVSS

Elaboración: Propia.

### 3.7.13 CUARTO DE BOMBAS

#### 3.7.13.1 ELECTROBOBAS

El cuarto de bombas conformado por electrobombas, válvulas de control, tableros de control y fuerza, tubería, equipos de medición de caudal.

- Sistema de agua fría conformado por 2 electrobombas de 12HP
- Sistema contra incendio conformado por 1 electrobomba de 25HP
- Sistema de agua blanda conformado por 2 electrobombas de 5.7HP
- Sistema de agua caliente conformado por 2 electrobombas de 5.5HP



Figura N° 16: Cuarto de bombas

Elaboración: Propia.

### 3.8 INSTALACIONES MECÁNICAS

Las instalaciones mecánicas comprenden el equipamiento electromecánico y el funcionamiento de los equipos los cuales se agrupan en los siguientes sistemas mecánicos existentes del hospital II de Ayaviri:

#### 3.8.1 SISTEMA DE GASES MEDICINALES

##### 3.8.1.1 SISTEMA DE OXÍGENO MEDICINAL.

Conformada por la Central de Oxígeno, las tuberías y accesorios que conforman la red de distribución de oxígeno, sistema de alarma audio visual y puntos de salida de oxígeno para los ambientes que lo necesitan.

### Central de Oxígeno

La central de oxígeno está conformada por 10 botellas de oxígeno en forma de gas dividido en dos bancadas.

El manifold estará compuesto por:

- Tuberías de cobre de alta presión, tees y conexiones acondicionado y ensamblado en la misma fábrica.
- Válvula de control de alta presión.
- Válvula check de alta presión del tipo bola.
- Conexiones en tubo de cobre electrolítico en forma de espiral, del tipo “dúplex”, admitiendo dos cilindros por cada salida.
- Válvulas de salida.
- Conexiones de tubería flexible (pigtail) de alta presión, interior de teflón revestido de acero inoxidable con terminales CGA-540.
- Los soportes serán de pared con cadenas.
- Alarma audiovisual con salida de señal para monitoreo remoto



Figura N° 17: central de oxígeno de 10 cilindros de 40 lt divididos en dos bancadas

Elaboración: Propia.

### **Cajas de Corte**

Por razones de seguridad y operatividad, el sistema de gases medicinales, está equipado con cajas de corte, de tal forma que el suministro de gas sea fácilmente interrumpido ante cualquier eventualidad o requerimiento de servicio técnico. Se encuentra instalado en lugares cercanos a la estación de enfermeras.

### **Alarma de Gases Medicinales**

Las Alarmas son los monitorearán las presiones de los gases medicinales en las diferentes áreas de los diferentes pisos del edificio. Su propósito es asegurar una vigilancia continua y responsable en todas las áreas de distribución de gases medicinales, señales de alarma sonora y auditiva, la ubicación de las alarmas se determina generalmente en las Estaciones de Enfermeras.

### **Válvula de Piso o Servicio**

Accesorio utilizado en la tubería instalado por razones de seguridad o de un mantenimiento, su función es interrumpir el suministro de gas en forma instantánea en un determinado piso o área.

Las válvulas de gases medicinales son del tipo esférico de 03 cuerpos para seccionamiento y en cajas de corte, de tal manera que se pueda realizar un fácil mantenimiento



Figura N° 18: Válvula de piso de gases medicinales

Elaboración: Propia.

### **Tomas de evacuación**

Las tomas de evacuación de gases están ubicadas en los sitios donde se utilicen gases anestésicos como es el caso de las salas de operaciones. Estas van conectadas al sistema de suministro de aire con succión a través del uso de Venturi de extracción el cual recoge los gases anestésicos sobrantes y van a una red independiente la cual evacua a cubierta para retirar los desechos de gases sobrantes.



Figura N° 19: Toma mural de gases medicinales en sala de operaciones

Elaboración: Propia.

### 3.8.1.2 SISTEMA DE VACÍO CLÍNICO

Conformada por la central de vacío y todas las tuberías y accesorios que conforman la red de distribución de vacío, válvulas de seccionamiento en las derivaciones de la troncal.



Figura N° 20: Central de vacío clínico

Elaboración: Propia.

### Central de Vacío

La Central de Sistema Dúplex de vacío, Gas Corp LD 60-V, de 2 bombas de vacío de 6.6 KW de anillo líquido de capacidad de 60 CFM.

### Distribución de Vacío

La distribución de la red de vacío está considerado con sus respectivos accesorios hasta los puntos de salida de vacío en las áreas críticas y a las habitaciones de pacientes. Lleva válvulas de control y alarmas audiovisuales respectivas de acuerdo a las normas

#### 3.8.1.3 SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO MEDICINAL

El Sistema de aire comprimido medicinal conformado por 4 botellas de 50.3 Lt y las respectivas líneas y accesorios que alimentan a los puntos de consumo en el las áreas críticas como sala de operaciones y recuperación. Donde están instalados las válvulas de control y alarmas audiovisuales respectivas de acuerdo a las normas.



Figura N° 21: Aire comprimido medicinal de 50.2 Lt por botella

Elaboración: Propia.

#### 3.8.1.4 SISTEMA DE OXIDO NITROSO

Conformado por la central de óxido nitroso y todas las tuberías y accesorios que conforman la red de distribución de óxido nitroso, válvulas de seccionamiento en las derivaciones de la troncal, colgadores y soportes comunes a las líneas de óxido nitroso.

##### **Central de Óxido Nitroso**

##### **Manifold de la central**

Este manifold está para uso médico y tiene dos bancos de 04 cilindros c/u de 10 m<sup>3</sup> y está especialmente diseñado para regular y monitorear el óxido nitroso a presiones de cilindros de hasta 3000 psig. Tiene un sistema de cambio automático, de “servicio” a “Reserva”, sin hacer interrupción del servicio o cambio en presión de línea. La presión de línea permanece constante con una variación de más, menos 2% en el ciclo de cambio. Este manifold para uso médico cumple con especificaciones de la NFPA-99 1999, en los requerimientos de performance y seguridad. Asimismo, ésta unidad está precisamente calibrada en la fábrica y sellada en una caja, para mantener el ajuste de presión apropiado. Cuenta con indicadores digitales que facilitan la lectura de las presiones de la línea y de las bancadas, también tiene luces indicadoras por bancada, indicando si la bancada está “en servicio” “listo para uso” o “bancada vacía”.

#### 3.8.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLES

##### 3.8.2.1 PETROLEO

El tanque de Diésel/petróleo abastecer al grupo electrógeno, El sistema combustible, estará conformado por tanque de almacenamiento, tanques diarios, la línea de distribución, válvulas y accesorios.



Figura N° 22: Tanque de petróleo subterráneo 1000 Glns

Elaboración: propia.

#### 3.8.2.2 GLP

El sistema de Gas Licuado de Petróleo – GLP, estará conformado 6 balones de 45Kg de almacenamiento, además con instalaciones de válvulas de regulación de presión primaria y secundaria, redes de alimentación a la los calentadores de agua, a la sala de calderos, al sector de Nutrición que considera cocina, horno, freidora y sartén volcable y a los mechero Bunsen en los laboratorios.

Se suministra combustible GLP a los siguientes servicios

- Servicio de Nutrición: Cocina a gas, freidora, horno
- Generador de Vapor de 100 BHP
- Calentador de agua
- laboratorio



Figura N° 23: Central de GLP conformado por 45 Kg.

Elaboración: propia.

### 3.8.3 SISTEMA DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO

Conformado por el generador de vapor, cabecero de vapor (manifold), estaciones reductoras de presión, las redes de vapor y de retorno de condensado, tanque de retorno de condensado, finales de línea, puntos de vapor, accesorios, entre otros.

En una gestión de carga energética bien meditada, el suministro de vapor juega un papel importante desde el punto de vista del consumo.



Figura N° 24: Caldera de 40 BHP, 150 PSI

Elaboración: Propia.

Los servicios considerados para suministrar vapor son el servicio de Nutrición para las marmitas y batería de cocción, lavandería para la prensa, lavadoras, secadoras y equipos de planchado, Central de Esterilización para las autoclaves, Planta de tratamiento de residuos para la autoclave de esterilizado y Servicios Generales para los calentadores de agua centralizado.

#### 3.8.4 SISTEMA DE CIRCULACIÓN VERTICAL

El planteamiento para la movilización de los pacientes, el personal asistencial, público en general, minusválidos y de ascensores de carga en general, para esto el hospital cuenta con los siguientes ascensores:

**01 ascensor montacamilla**

Montacamilla para uso exclusivo de transporte de camillas y de personal médico, con exigencias de emergencia.

Carga de camilla pasajero	:	800 Kg (10 personas)
Potencia eléctrica	:	8.3 KW
Tensión/corriente	:	220V/32A
Velocidad	:	1.00 m/s
RPM del motor	:	1200 m/s

**01 ascensor montacarga.**

Montacargas para uso exclusivo de transporte de carga y de personal de servicio, con menores exigencias de comodidad que las requeridas para los ascensores de uso público.

Carga de camilla pasajero	:	800 Kg (10 personas)
Potencia eléctrica	:	8.3 KW
Tensión/corriente	:	220V/32A
Velocidad	:	0.5 m/s
RPM del motor	:	1200 m/s



Figura N° 25: Cuarto de máquinas de sistema de circulación vertical

Elaboración: propia.

### 3.8.5 SISTEMA DE GRUPO ELECTRÓGENO

Todos los establecimientos de salud del segundo nivel de atención como el hospital II de Ayaviri, cuentan con energía eléctrica en forma permanente y un sistema alternativo de energía constituido por un grupo electrógeno con encendido y transferencia automática, para satisfacer por lo menos la demanda del 100% de los servicios críticos.

El sistema de aire acondicionado para la UPSS Centro Quirúrgico y UPSS Cuidados Intensivos está controlados por el sistema eléctrico de emergencia.



Figura N° 26: Grupo electrógeno de 165 KVA

Elaboración: propia.

### 3.8.6 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Sistema de climatización de calefacción conformado por sistemas para las áreas críticas del hospital. Está considerado, sistemas independientes con equipos de calefacción, para las salas que requieren estrictas condiciones de asepsia, con renovación total al 100% del aire exterior y filtros absolutos (Filtro HEPA) como son: Zonas rígidas, Salas de Operaciones, Salas de Recuperación, sala de partos.

Adicionalmente se considerará sistemas de ventilación mecánica con equipos de inyección y/o extracción de aire para los servicios como Sala de tableros, grupo

electrógeno, calderos, lavandería, cocina, sala de máquinas, Imágenes (Sala de RX), Anatomía Patológica, Aislados, Salas de Reuniones, Nutrición (campana extractora de vahos), Servicios higiénicos y presurización de las escaleras de escape pero el Hospital II de Ayaviri solo cuenta con sistema de aire a condicionado en el centro quirúrgico y centro de todos mas no en otras áreas.

Tabla N° 14: Cuadro de equipos de las unidades condensadoras

CLAVE	UBICACIÓN(PISO/AMBIENTE)	CANTIDAD	CAPACIDAD TOTAL(BTU/HR)	POTENCIA
UC-01	sala de operacion 1 (techo)	1	54000	5KW-3F-220V
UC-02	sala de operacion 2 (techo)	1	54000	5KW-3F-220V
UC-03	sala de recuperacion (techo)	1	61400	5KW-3F-220V
UC-04	sala de partos 2do. piso	1	19200	5KW-3F-220V
UC-05	sala de cesareas 2do. piso	1	19200	5KW-3F-220V

**Fuente: Expediente técnico hospital II de Ayaviri**

#### 3.8.6.1 AIRE ACONDICIONADO, DE PRECISIÓN

Los equipos de A/A de precisión, serán exclusivamente para regular la temperatura y la humedad relativa de Centro de Datos que tiene una capacidad de 48 000 BTU/HR.



Figura N° 27: Unidad condensadora de aire acondicionado para centro de datos de 48000 btu/hr

Elaboración: Propia.

### **3.9 DESARROLLO DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS EN LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS.**

El objetivo de diseñar ambientes de trabajo adecuados para la visión no es proporcionar simplemente luz, sino permitir que las personas reconozcan sin error lo que ven, en un tiempo adecuado y sin fatigarse. Ya que el 80% de la información requerida para llevar a cabo un trabajo se adquiere por medio de la vista.

#### **3.9.1 ILUMINACIÓN**

Son cinco los sistemas para iluminar un local, definidos en base a la cantidad de luz directa, indirecta, difusa o una combinación de éstas, que llega al ambiente o área en particular. En la decoración de interiores puede utilizarse cualquiera de estos sistemas, ya sea uno solo o varios en un mismo espacio.

**Iluminación Directa:** El flujo de la luz se dirige casi completo y directamente sobre la zona a iluminar. Con este sistema se aprovecha entre un 90 y un 100 % de la luz. Se trata de una luz que generalmente está dada por pantallas colgantes o apliques en paredes, sin difusor entre la lamparita y la zona iluminada. Las sombras que se producen son duras e intensas. Los contrastes entre luz y sombras deben estar armonizados o calculados para no provocar un efecto violento.

**Iluminación Indirecta:** El 90 a 100 % de la luz se dirige hacia el techo y se distribuye luego en el ambiente por refracción. Se utilizan aparatos que en su parte inferior están cerrados y el flujo lumínico se dirige hacia arriba sin difusor. Produce un ambiente agradable, con una luz suave y sin sombras. Conviene que el techo esté pintado en colores claros.

**Iluminación Semi-Directa:** Es una iluminación directa pero con un difusor o vidrio traslucido entre la lamparita y la zona a iluminar, que hace que entre un 10 a 40 % de la luz llegue a la superficie u objetos procedentes de un reflejo previo en las paredes. Las sombras que se crean no son tan duras y la posibilidad de deslumbramiento es menor.

**Iluminación Semi-Indirecta:** Es una iluminación que en su parte inferior ilumina con un difusor sobre la zona a iluminar (como en la iluminación semi-directa) y por arriba envía luz al techo sin difusor (como en la iluminación indirecta). Se utilizan lámparas difusas en el borde inferior pero abiertas en la parte de arriba. Genera un efecto grato sin deslumbramientos y con sombras suaves.

**Iluminación Difusa o Mixta:** En este tipo de iluminación el 50 % de la luz se dirige difusa hacia el techo, y de allí es reflejada, y el otro 50 % se dirige difusa hacia la zona a iluminar. Una bocha de vidrio blanco, por ejemplo, es un tipo de

iluminación difusa; envía el flujo de luz a toda la habitación pero difuminado. Aquí no hay sombras y se produce una luz agradable pero poco decorativa ya que no se destacan ni sobresalen las formas.

### **Sensores de Movimiento**

Los sensores de presencia han sido diseñados pensando en el ahorro de energía y comodidad para el usuario, debido a que al sensor la presencia de una persona en el área controlada, éstos encienden automáticamente la luz y así de igual forma, apagan la luz una vez desocupada dicha área. De esta manera podemos evitar que se consuma energía eléctrica innecesaria en áreas de poco tránsito; o bien en lugares donde, por olvido o descuido, se deja la luz encendida. Además de los ahorros de energía que se pueden lograr debido a la reducción en consumos innecesarios, se puede añadir el ahorro que se tiene al alargar la vida de las luminarias. También podemos agregar el ahorro del tiempo que el personal de mantenimiento invierte en cambiarlas.

### **El ahorro de energía con sensores**

Normalmente la iluminación consume de un 80% a un 90% de la electricidad de un edificio, si no cuenta con aire acondicionado.

Con cualquiera de las tres tecnologías, se puede lograr los siguientes ahorros:

- Oficinas 15 a 75%
- Oficinas abiertas 5 a 60%
- Salas de conferencias 20 a 65%
- Baños 30 a 75%
- Pasillos 30 a 60%
- Salón de clases 10 a 75%

- Salones de reunión 40 a 65%
- Almacenes 50 a 75%

3.9.2 ANALISIS Y PROPUESTA DE ILUMINACIÓN

3.9.3 ILUMINACIÓN EXISTENTE

La instalación inicial estaba compuesta por los puntos de luz que se recogen en la Tabla siguiente:

Tabla N° 15: Componentes de Instalación Alumbrado Inicial

ILUMINACION EXISTENTE CORREDOR TECNICO HOSPITALIZACION SECTOR B 3ER NIVEL			
Descripcion de la luminaria	Nº Puntos de Luz	Potencia unitaria (incluido equipo auxiliar)	Total Potencia Instalaciones
ARTEFACTO FLUORESCENTE ADOSADO A TECHO CON DOS LAMPARAS DE 36W. EQUIPO DE ARRANQUE NORMAL , MODELO RAS-M 2/36 DE JOSFEL	5	2X36	360

Elaboración: Propia.

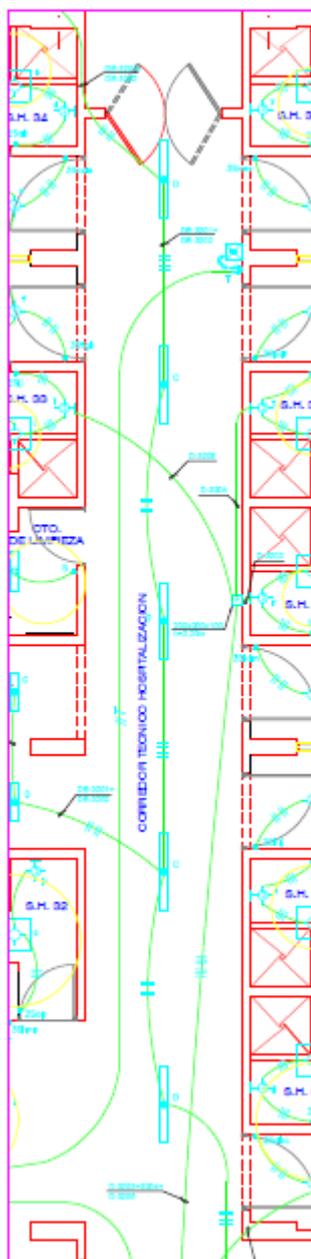


Figura N° 28: Distribución de Iluminación en corredor técnico de hospitalización instalado.

Elaboración: Propia.

#### 3.9.4 ILUMINACIÓN PROPUESTA

Se propone a continuación la manera de mejorar mejor el sistema de iluminación del Hospital II de Ayaviri, con esta finalidad se prevé el cambio de tecnología de las lámparas de bajo eficiencia por lámparas led de alta eficiencia para tal caso se

analiza corredor técnico de hospitalización del sector B Tercer nivel ya que esta área es de alta intensidad con el programa dialux.

Tabla N° 16: Componentes Instalación Alumbrado Propuesto

ILUMINACION PROPUESTO CORREDOR TECNICO HOSPITALIZACION SECTOR B 3ER			
Descripcion de la luminaria	Nº Puntos de Luz	Potencia unitaria (W)	Total Potencia Instalaciones (W)
PHILIPS BCS640 W21L125 1xLED48/830 LIN-PC (1.000)	5	40	200

Elaboración: propia.

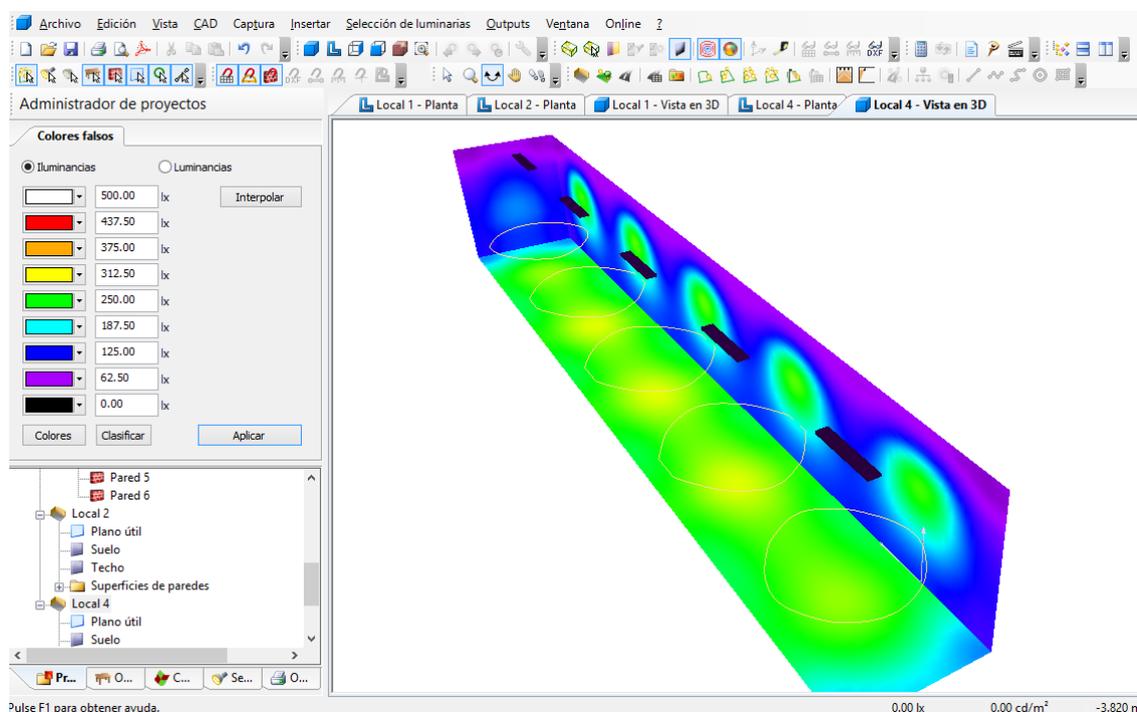


Figura N° 29: Calculo de iluminación en software de dialux del corredor técnico hospitalización

Elaboración: propia.

De esta forma, se representa en la siguiente Figura un gráfico donde se compara la potencia instalada en la situación actual y la situación propuesta.

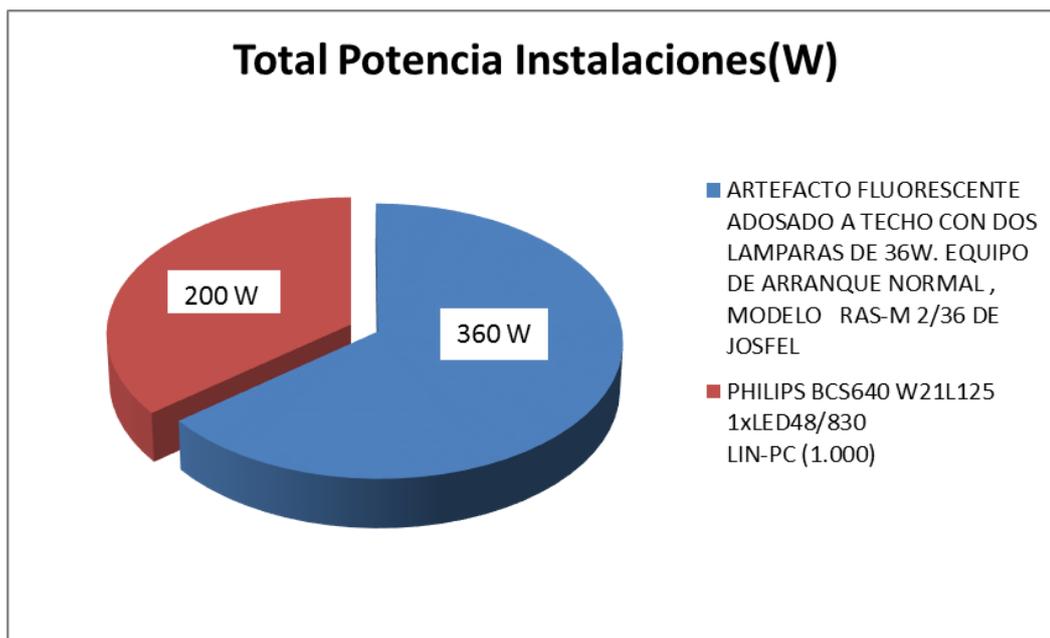


Figura N° 30: Potencia teórica instalada en alumbrado corredor técnico hospitalización.

Elaboración: Propia

En la Figura siguiente se establece la relación existente entre la tipología de lámpara utilizada en la instalación actual y la propuesta, indicándose los valores característicos de las mismas

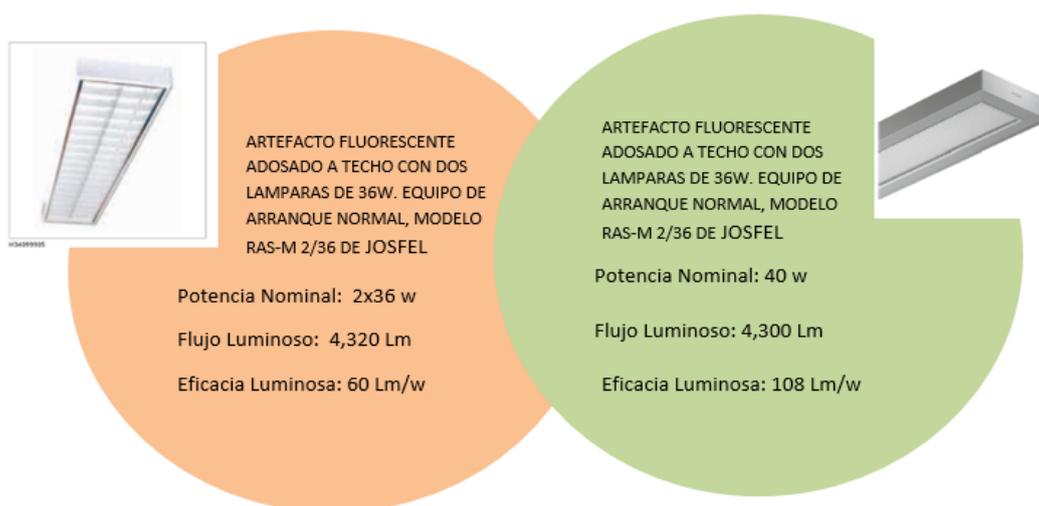


Figura N° 31: Comparativa de la tecnología de la lámpara existente frente a la propuesta (LED)

Elaboración: Propia

Un resumen de los resultados obtenidos se ofrece en la siguiente tabla:

Tabla N° 17: resultado de iluminación propuesta.

Potencia instalada inicial	360 W
Potencia instalada propuesto	200 W
% reduccion potencia	44.40%
Consumo energetico medio inicial	4320 kWh/dia
Consumo energetico medio propuesto	2400kWh/dia
Ahorro energetico estimado	44%

Fuente: Elaboración Propia.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 USOS INADECUADOS DE LA ENERGÍA EN EQUIPOS

Existen los usos inadecuados de la energía como producto de malos Hábitos, los cuales incluyen aspectos relacionados con las calderas, Iluminación, bombas, ascensores, equipos ofimáticos y sistema eléctrico.

##### 4.1.1 CALDERAS

- Se opera la caldera a elevadas presiones por encima de lo requerido en el Hospital.
- No se calibra en forma periódica la relación aire / combustible.
- No se reparan las fugas en las líneas de distribución de vapor.

- No se efectúan mantenimiento en el aislamiento y accesorios de la línea de vapor.
- Se descuida el estado de las trampas de vapor.
- Se mantienen tramos de tubería de vapor que ya no forman parte del proceso.

#### 4.1.2 ILUMINACIÓN

- Se mantienen encendidas las lámparas durante horas de descanso del personal o periodos de no atención al público.
- Se mantienen encendidas las lámparas en las zonas de almacenes sin personal en el interior.
- Se encienden todas las lámparas de varias áreas con un solo interruptor.
- Se encienden todas las lámparas para efectuar tareas de mantenimiento o limpieza en horarios de no atención al público.
- No se retiran las lámparas quemadas de las luminarias, ocasionando un consumo innecesario de energía (reactor)
- No se retiran las lámparas defectuosas de las luminarias, ocasionando un consumo innecesario de energía (reactor y lámpara).

#### 4.1.3 BOMBAS

- Se operan las bombas en condiciones de caudal y altura de presión distintas a las establecidas por el diseño original del sistema
- Se operan las bombas en forma estrangulada para condiciones de carga parcial
- Se utiliza una sola bomba de gran capacidad para atender toda la instalación

#### 4.1.4 ASCENSORES

- Se utilizan los ascensores para subir o bajar un piso
- Se presionan al mismo tiempo los botones de subida y bajada para llamar a los ascensores.

#### 4.1.5 EQUIPOS OFIMÁTICOS

- Se mantienen encendidas las computadoras aun cuando no se utilizan.
- Se enciende y se apaga impresoras y fotocopiadoras en forma repetida.

#### 4.1.6 SISTEMA ELÉCTRICO

- Existe consumo de energía reactiva, no se revisa el correcto funcionamiento de los bancos de compensación o no se tiene compensación de la energía reactiva
- Falta de diagramas unifilares o no se actualizan
- Se mantienen equipos obsoletos que ocasionan gran consumo de energía
- Se utilizan conductores con muchos años de antigüedad que presentan Recalentamiento, pérdidas de aislamiento y por ende fugas de corriente.

### 4.2 BUENAS PRÁCTICAS.

Existen buenas prácticas, orientadas al uso eficiente de la energía en un hospital, que están asociadas a la utilización adecuada de los sistemas de: calderos, motores eléctricos, bombas hidráulicas, computadoras e iluminación.

#### 4.2.1 CALDERAS

- Controlar periódicamente la relación aire/combustible mediante el uso de un analizador de gases de combustión.
- Reducir la presión de vapor a la mínima requerida por las instalaciones del hospital

- Reparar las fugas de vapor en la línea de distribución (válvulas, empalmes, etc.).
- Efectuar mantenimiento regular a las trampas de vapor
- Revisar periódicamente el estado del aislamiento de las tuberías

#### 4.2.2 ILUMINACIÓN

- Limpiar de polvo las lámparas
- Pintar de color claro las paredes y techos de las instalaciones del hospital
- Utilizar la luz natural.
- Apagar las lámparas innecesarias y reducir al mínimo imprescindible la iluminación en exteriores.
- Considerar colores claros de mobiliario.
- Separe los circuitos de iluminación para que su control no dependa de un solo interruptor y se ilumine solo sectores necesarios.

#### 4.2.3 BOMBAS

- Evitar utilizar las bombas a carga parcial, en condiciones distintas a las nominales
- Controlar las horas de operación, en particular durante horas punta.
- Seleccionar una bomba eficiente y operarla cerca de su flujo de diseño.
- Minimizar el número de cambios de dirección en la tubería.
- Programar el mantenimiento oportuno de la bomba.
- Efectuar mantenimiento oportuno según especificaciones del fabricante.

#### 4.2.4 ASCENSORES

- Programar los ascensores para pisos pares e impares
- Controlar la operación de ascensores en horas punta

#### 4.2.5 EQUIPOS OFIMÁTICOS

- Evitar dejar encendidas las computadoras cuando no se utilizan
- Apagar la pantalla cuando no se utilicen
- Evitar usar protectores de pantalla con múltiples efectos visuales}

#### 4.2.6 SISTEMA ELÉCTRICO

- Revisar en forma periódica el correcto funcionamiento de los bancos de compensación.
- Seleccionar la ubicación más adecuada del banco de compensación reactiva (Compensación global, parcial e individual).
- Actualizar periódicamente los diagramas unifilares.
- Evaluar si la facturación proviene de la mejor opción tarifaria

### 4.3 MEJORAS EN INVERSIÓN

#### 4.3.1 CALDERAS

- Controlar periódicamente la relación aire/combustible mediante el uso de un analizador de gases de combustión.
- Instalar economizadores para recuperar calor de los gases de combustión.
- Aislar las tuberías de retorno de condensado.
- Reemplazar periódicamente las trampas de vapor defectuosas.
- Reparar oportunamente el aislamiento de las tuberías de vapor.
- Reemplazar quemadores por unidades más eficientes.
- Usar gas natural en reemplazo del petróleo residual
- Usar gas licuado de petróleo en donde no esté disponible el gas natural

#### 4.3.2 ILUMINACIÓN

- Reemplazar lámparas por unidades más eficientes en las instalaciones del hospital
- Reemplazo de balastos magnéticos por electrónicos.
- Utilización de sensores de ocupación, en particular en áreas de almacenamiento.
- Utilización de lámparas más eficientes.
- Utilizar lámparas de vapor de sodio en áreas de almacenamiento.
- Utilizar tecnología LED en donde sea posible (Ejemplo, aviso de señalización)

#### 4.3.3 BOMBAS

- Si el sistema está sub-cargado, instalar un impulsor más pequeño o acondicionar el existente.
- Implementar variadores de velocidad.
- Utilizar una bomba de menor capacidad para aplicaciones específicas

#### 4.3.4 ASCENSORES

- Evaluar la instalación de controladores electrónicos en el desplazamiento de ascensores

#### 4.3.5 EQUIPOS OFIMÁTICOS

- Evaluar la utilización de pantallas planas
- Evaluar la utilización de laptops
- Evaluar la utilización de unidades multifunción (copiadora, fax, scanner)

### 4.3.6 SISTEMA ELÉCTRICO

- Evaluar la instalación de la compensación de energía reactiva (manual o automático)
- Evaluar la compensación de energía reactiva en transformadores operando con baja carga.
- Considerar la renovación progresiva de los equipos o cableado obsoletos.

## 4.4 PROPUESTAS PARA REDUCIR EL COSTOS DE ENERGÍA

### 4.4.1 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.

Análisis de Potencias para dos factores de 0.85 y 0.96 se presenta a continuación

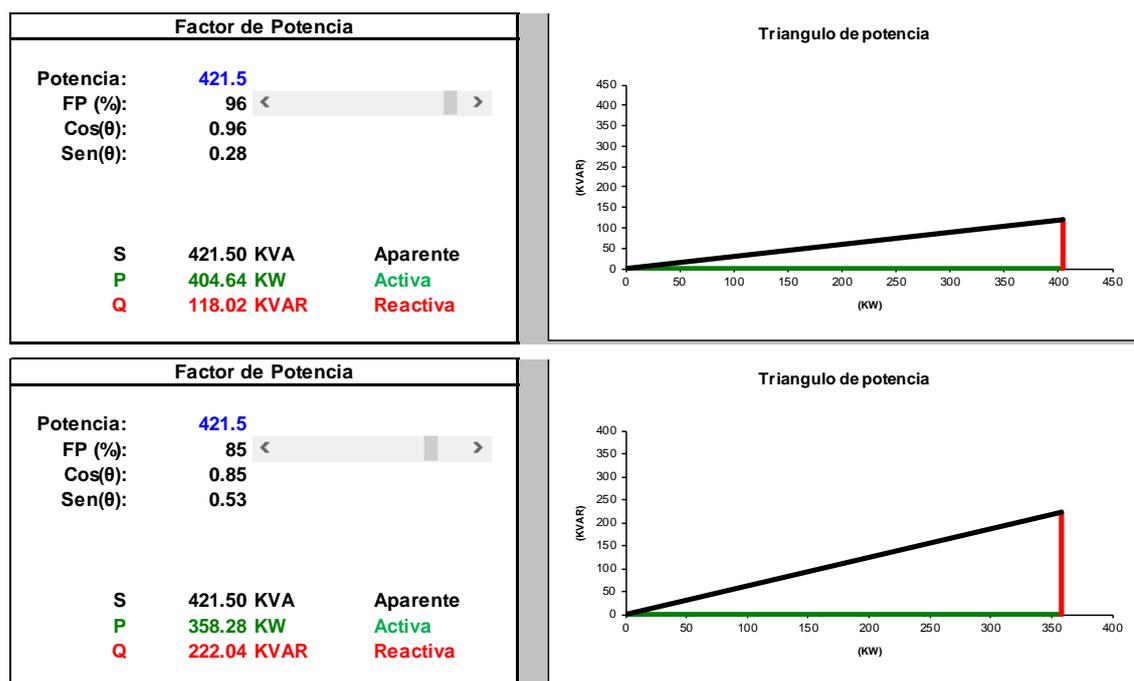


Figura N° 32: Comparativa de factores de potencia de la máxima demanda del hospital II de Ayaviri

Elaboración: Propia

### Cálculo del banco de condensadores

Datos:

Máxima demanda MD=421.5 kW

Factor de potencia a compensar  $\cos\theta_1 = 0,85$ ; entonces  $\theta_1 = 31,8^\circ$

Factor de potencia a compensar  $\cos\theta_2 = 0,96$ ; entonces  $\theta_2 = 16,3^\circ$

**Entonces:**

Potencia reactiva  $Q = MD \times (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) = 421.5 \text{ kW} \times (\tan 31,8 - \tan 16,3) = 138.08 \text{ kVAR}$

Por lo tanto, el banco de condensadores comercial tendrá una capacidad de 150 kVAR. de 3x50 de 3 pasos

Se ha instalado banco de condensadores para reducir el pago de energía reactiva en las instalaciones de hospital.

Se ha evaluado el banco de condensadores existente observándose que existían 2 banco de condensadores inoperativos con una capacidad de 125 kVAR se encuentran en mal estado (sobrecalentamiento); asimismo, el regulador automático de potencia reactiva presenta errores en la magnitud del factor de potencia que muestra Se recomendó la instalación de un nuevo banco de condensadores que permita cubrir todo el consumo de energía reactiva y brinde mayor confiabilidad a las instalaciones del Hospital evitando el pago por energía reactiva.

En la siguiente figura que se aprecia los beneficios de la compensación reactiva:

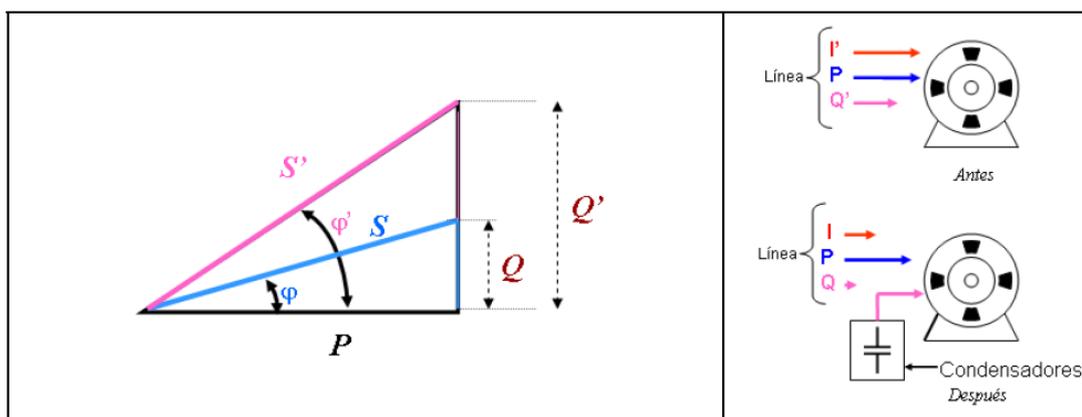


Figura N° 33: Compensación reactiva

Elaboración: Propia

Con la instalación del banco de condensadores se reduce la tarifa eléctrica. Adicionalmente, con la instalación del banco de condensadores se obtendrá los siguientes beneficios: Incremento del nivel de tensión de suministro, disminución de las pérdidas en los dos transformadores y el cable de alimentación y disponer de mayor capacidad del transformador en 220 V y los cables alimentadores.

#### 4.5 ANALISIS DE FACTURACION ELECTRICA

El beneficio económico está relacionado, por lo general, con el ahorro de energía proyectado. Es posible encontrar algunos casos, como el cambio de pliego tarifario, en los cuales el beneficio económico no está ligado directamente con un ahorro de energía. En otros casos, es posible que el beneficio económico provenga de una reducción de la máxima demanda, en cuyo caso el ahorro de energía no es necesariamente el componente principal.

El cálculo del beneficio económico esta expresado en el mismo período para el cual se ha efectuado el cálculo del ahorro económico (mensual o anual). En el proceso de cálculo del beneficio económico, se requiere establecer el precio del energético involucrado.

En el caso de la electricidad, es posible encontrar diversos precios de la energía (S./kW.h) y la potencia (S./ kW), tanto para periodos de hora punta como fuera de punta. En esos casos se debe recurrir a la factura de electricidad y establecer cada uno de los costos para cada uno de los tipos de energía y potencia que se consideran en la factura. Si luego de la evaluación de las mejoras se evalúan los consumos, el beneficio económico se establecería multiplicando ese ahorro por el costo.

Tabla N° 18: Análisis de facturación eléctrica

Descripción	Precio Unitario	Ahorro	Unidades	Soles
SolesConsumo de Energía Hora Punta	0.1652	30	kw-h/mes	4.96
Consumo de Energía fuera Hora Punta	0.1367	30	kw-h/mes	4.1
Potencia de Generación presente en punta	31.04752	1	kw-mes	31.05
Potencia Distribución presente en punta	10.0068	1	kw-mes	10.01
total S/.				50.11

Elaboración: Propia.

En el caso anterior, si se logran ahorros de 30kW.h/mes en Consumo de energía por hora punta y fuera de punta, y 1 kW al mes en Potencia de Generación y Distribución, el ahorro ascendería a S/. 50.11

Tabla N° 19: PLIEGOS TARIFARIOS PARA CLIENTES FINALES CON VIGENCIA RETROACTIVA DESDE EL 04 DE AGOSTO DEL 2017

RESOLUCIÓN TARIFARIA DE GERENCIA COMERCIAL N° 010-2017-ELPU/GC		PUNO	JULIACA	AYAVIRI
INCLUYE FOSE - INCLUYE MCTER - NO INCLUYE I.G.V.	Unidad	I2	I2	I4
<b>TARIFAS PARA SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN</b>				
<b>MT2 : MEDICION DOBLE DE ENERGIA ACTIVA Y POTENCIA ACTIVA 2E 2P</b>				
Cargo fijo mensual	S./cliente	6.52	6.52	14.33
Cargo por energía activa en horas de punta	Cént.S./kWh	22.55	22.84	22.81
Cargo por energía activa en horas fuera de punta	Cént.S./kWh	18.1	18.09	18.18
Cargo por potencia activa de generación en horas de punta	S./kW-mes	52.73	52.73	55.27
Cargo por potencia activa de distribución en horas de punta	S./kW-mes	18.31	18.31	18.89
Cargo por exceso de potencia distribución en horas fuera punta	S./kW-mes	20.24	20.24	18.01
Cargo por energía reactiva	Cént.S./kVARh	4.22	4.22	4.22
<b>MT3 : MEDICION DOBLE DE ENERGIA ACTIVA Y SIMPLE DE POTENCIA ACT 2E 1P</b>				
Cargo fijo mensual	S./cliente	6.52	6.52	13.05
Cargo por energía activa en horas de punta	Cént.S./kWh	22.55	22.84	22.81
Cargo por energía activa en horas fuera de punta	Cént.S./kWh	18.1	18.09	18.18
Cargo por potencia activa de generación:				
Presente en punta	S./kW-mes	49.1	49.1	51.77
Presente fuera de punta	S./kW-mes	24.24	24.24	33.4
Cargo por potencia activa de distribución:				
Presente en punta	S./kW-mes	19.78	19.78	19.37
Presente fuera de punta	S./kW-mes	20.01	20.01	18.77
Cargo por energía reactiva	Cént.S./kVARh	4.22	4.22	4.22
<b>MT4 : MEDICION SIMPLE DE ENERGIA Y POTENCIA ACTIVA 1E 1P</b>				
Cargo fijo mensual	S./cliente	6.52	6.52	13.05
Cargo por energía activa	Cént.S./kWh	19.31	19.39	19.45
Cargo por potencia activa de generación:				
Presente en punta	S./kW-mes	49.1	49.1	51.77
Presente fuera de punta	S./kW-mes	24.24	24.24	33.4
Cargo por potencia activa de distribución:				
Presente en punta	S./kW-mes	19.78	19.78	19.37
Presente fuera de punta	S./kW-mes	20.01	20.01	18.77
Cargo por energía reactiva	Cént.S./kVARh	4.22	4.22	4.22

Fuente: Electro puno S.A.A división de operaciones comerciales

Fecha de Publicación: 03 DE AGOSTO DEL 2017

Calculado de acuerdo a lo dispuesto en Resoluciones N° 123, 164, 165 y 167-OS/CD del OSINERGMIN

## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** La eficiencia energética en el hospital de Ayaviri es muy dependiente de los sistemas eléctricos y mecánicos así como del equipamiento ya que ellos definen el consumo energético bajo o alto.

**SEGUNDO:** El consumo energético eléctrico y térmico es significativo en el hospital II de Ayaviri y está relacionado con los sistemas mecánicos y eléctricos de alto consumo energético como ascensores, caldera, esterilizadores, lavadoras industriales, calentador de agua, sistema de bombeo, iluminación y equipamiento médico.

**TERCERO:** El rendimiento de los equipos de producción eléctricos y térmicos según estándares de calidad y normas de eficiencia energética tanto nacional e internacional es deficiente debido a que el equipamiento mecánico y eléctrico del hospital no cuenta con etiqueta de eficiencia de consumo energético.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** La presente tesis enmarca un estudio de eficiencia energética en sistemas hospitalarios del hospital II de Ayaviri. Los resultados de ese estudio deben de compararse con indicadores de desempeño que se hayan obtenido en hospitales con similares características constructivas y actividades asociadas a su función principal. Para ello se deben tomar las siguientes acciones como realizar estudios energéticos en hospitales nacionales, según tipo de hospital (Tipo I, Tipo II, Tipo III, y Tipo IV) con el propósito de obtener indicadores de desempeño energético que se utilicen como referencia para los otros hospitales del país.

**SEGUNDO:** Capacitar a los usuarios del Hospital II de Ayaviri en el uso de la energía a través de inducciones y seminarios con el propósito de concientizar y formar un comité de uso eficiente de la energía, para la identificación de los centros de consumo, así como la identificación de las acciones a seguir para incorporar las mejoras y reducir el consumo energético del Hospital.

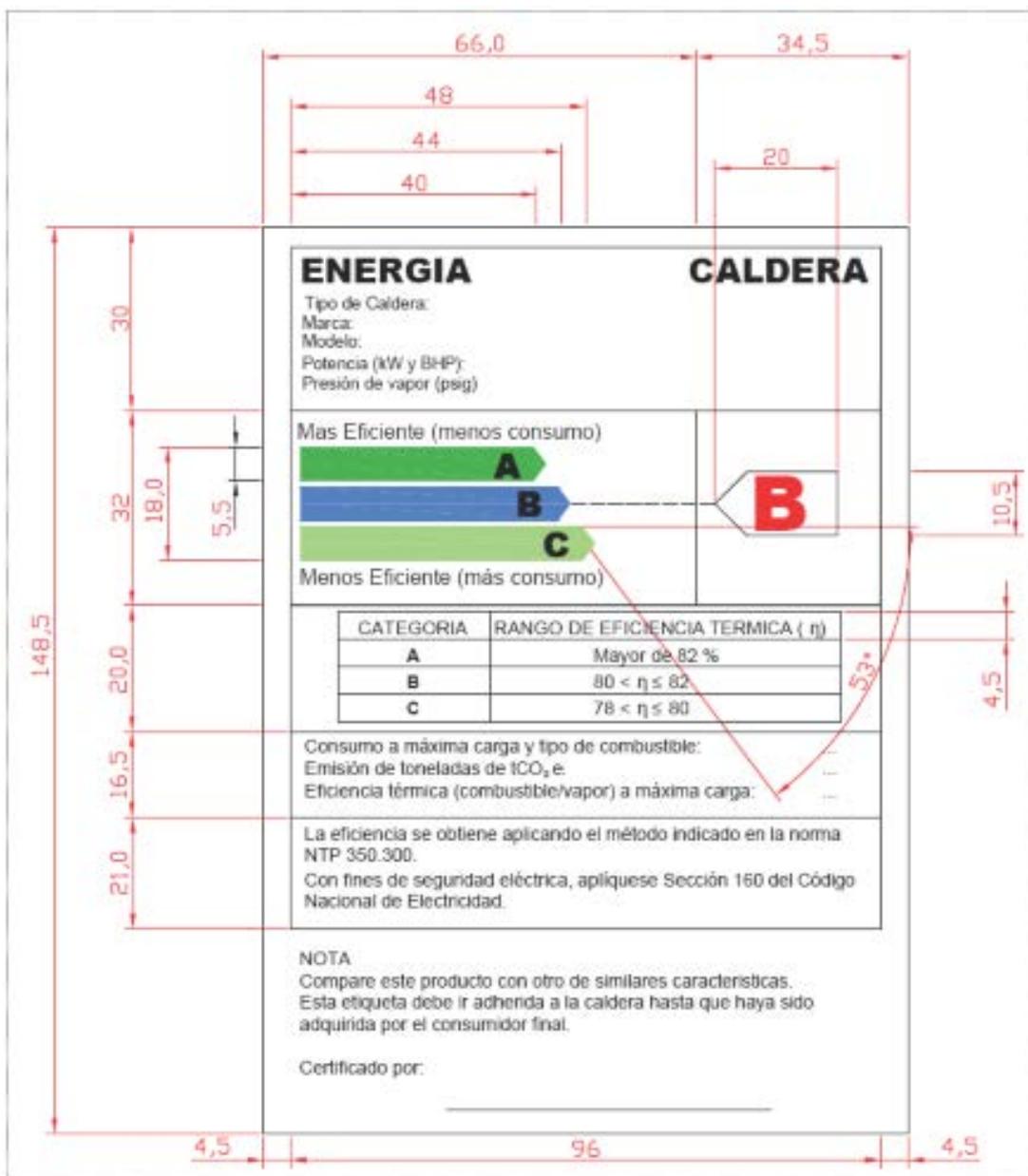
**TERCERO:** Para futuros estudios de investigación en el área de eficiencia energética en hospitales, se sugiere abordar los problemas de operación en los sistemas eléctricos y mecánicos del hospital así como el acceso a información de los programas de mantenimiento y problemas cotidianos que se presentan en las diferentes áreas de mayor consumo de energía eléctrica y térmica en coordinación con el ingeniero de operación o mantenimiento del hospital.

## REFERENCIAS

- Cristia. (2011). *Hospitales eficientes:una revision del consumo energetico optimo*. Salamanca: Universidad salamanca.
- Davila, F. J. (2007). *Guía de Gestion Energética en el sector Hotelero*. España: Mares Ideales Publicitarios,S.L.
- Delgado, A. M. (2012). *Disminucion de costes energeticos en la empresa*. España Madrid: Fundacionconfemetal.es.
- Lohr, W. (2009). *Eficiencia Energetica en Hospitales Publicos*. Santiago de Chile: Hernan Romero.
- Martínez, F. J. (2006). *Eficiencia Energetica en edificios.Certificación y auditorías energéticas*. España: S.A. Ediciones Paraninfo.
- Ruiz, F. G. (2013). *Eficiencia Energética y derecho*. España: Dykinson.
- Salgado, J. M. (2011). *Eficiencia Enegetica en los edificios*. España: AMV ediciones.
- Salgado, P. D. (2016). *Auditoria energetica del Hospital Metropolitano de Quito*. Quito: Health Universitat de Barcelona Campus.
- Sánchez, A. C. (2012). *Gestion de la Eficiencia Energética:Cálculo del consumo,indicadores y mejora*. España: AMV Ediciones.
- Serrano, S. M. (2012). *Eficiencia Energética en edificios residenciales y metodologia para su calificacion energetica*. España: Masters Universitaris.
- Zaragoza, S. (2012). *Eficiencia energética en la edificación residencial*. España: Academica Espanola.

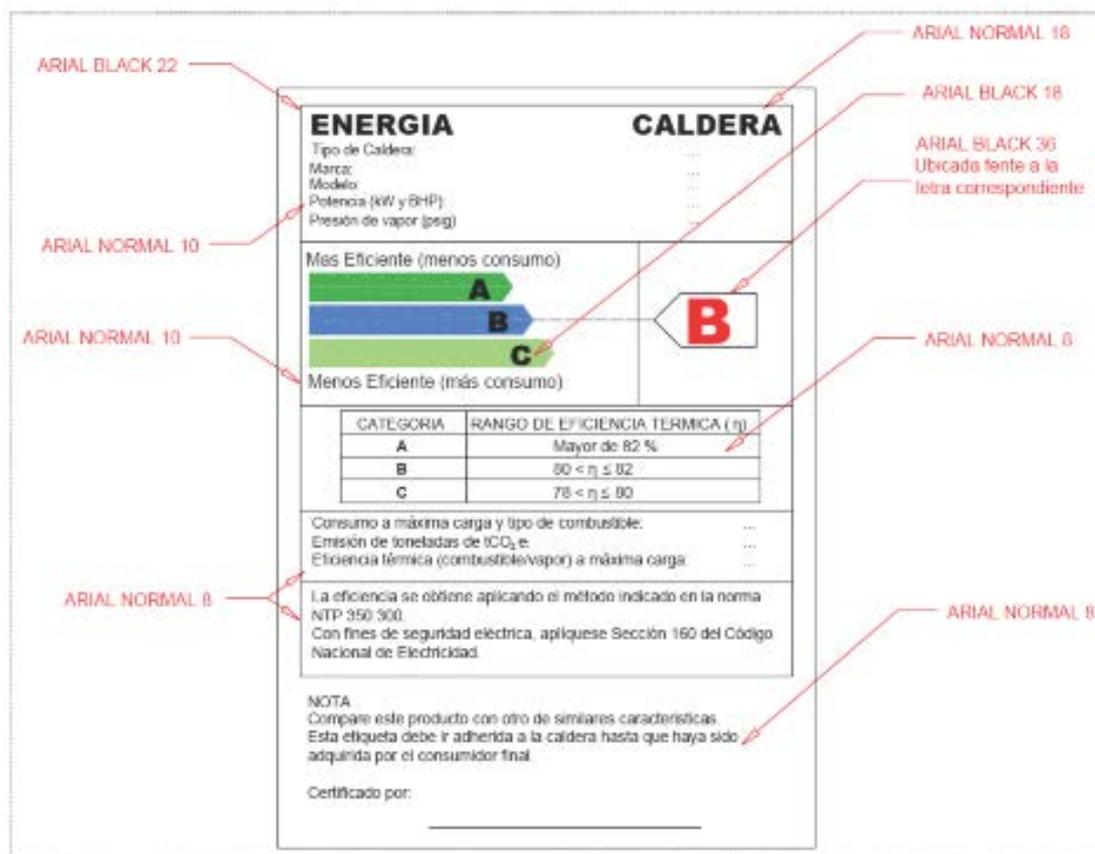
# ANEXOS

ANEXO A: Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calderas industriales. Norma Técnica Peruana NTP 350.301 2008. Calderas Industriales. Estándares de Eficiencia Térmica (Combustible / Vapor) y Etiquetado.



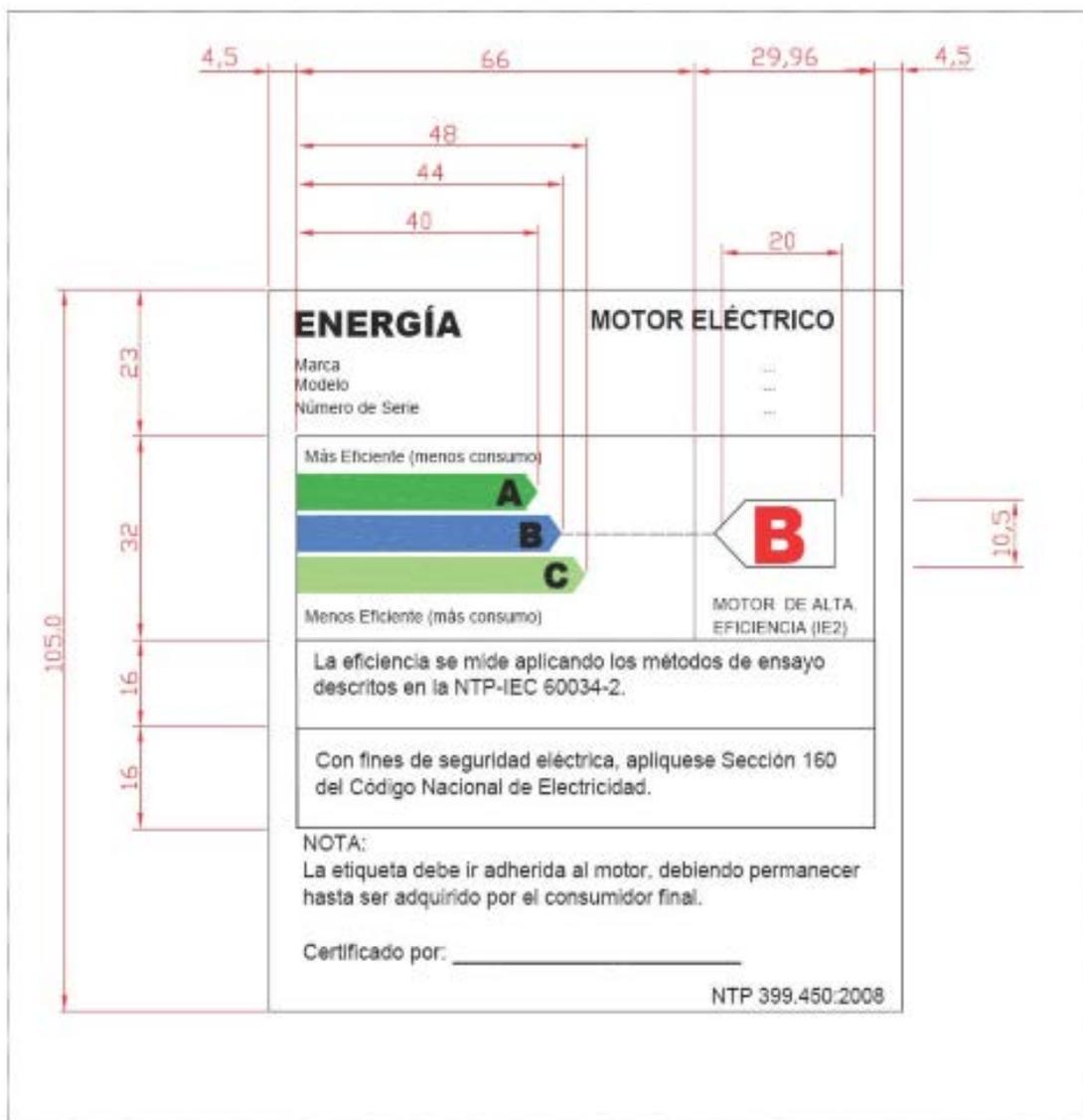
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
 Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO B: Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calderas industriales. Norma Técnica Peruana NTP 350.301 2008. Calderas Industriales. Estándares de Eficiencia Térmica (Combustible / Vapor) y Etiquetado.



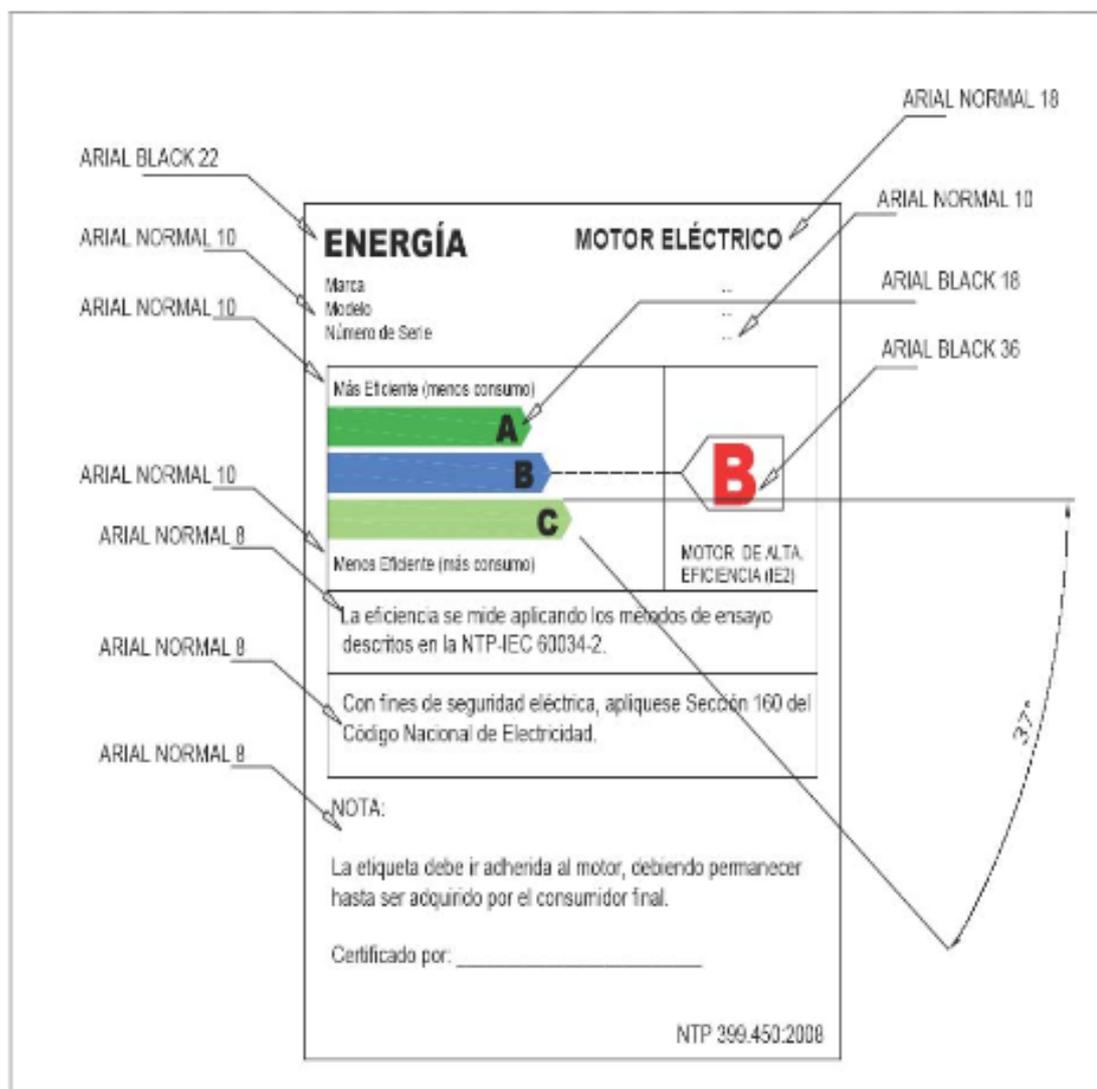
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
 Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO C: Norma Técnica Peruana NTP 399.450 2008 Eficiencia Energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de propósito general, potencia nominal de 0,746 kW a 149,2 kW. Límites y Etiquetado.



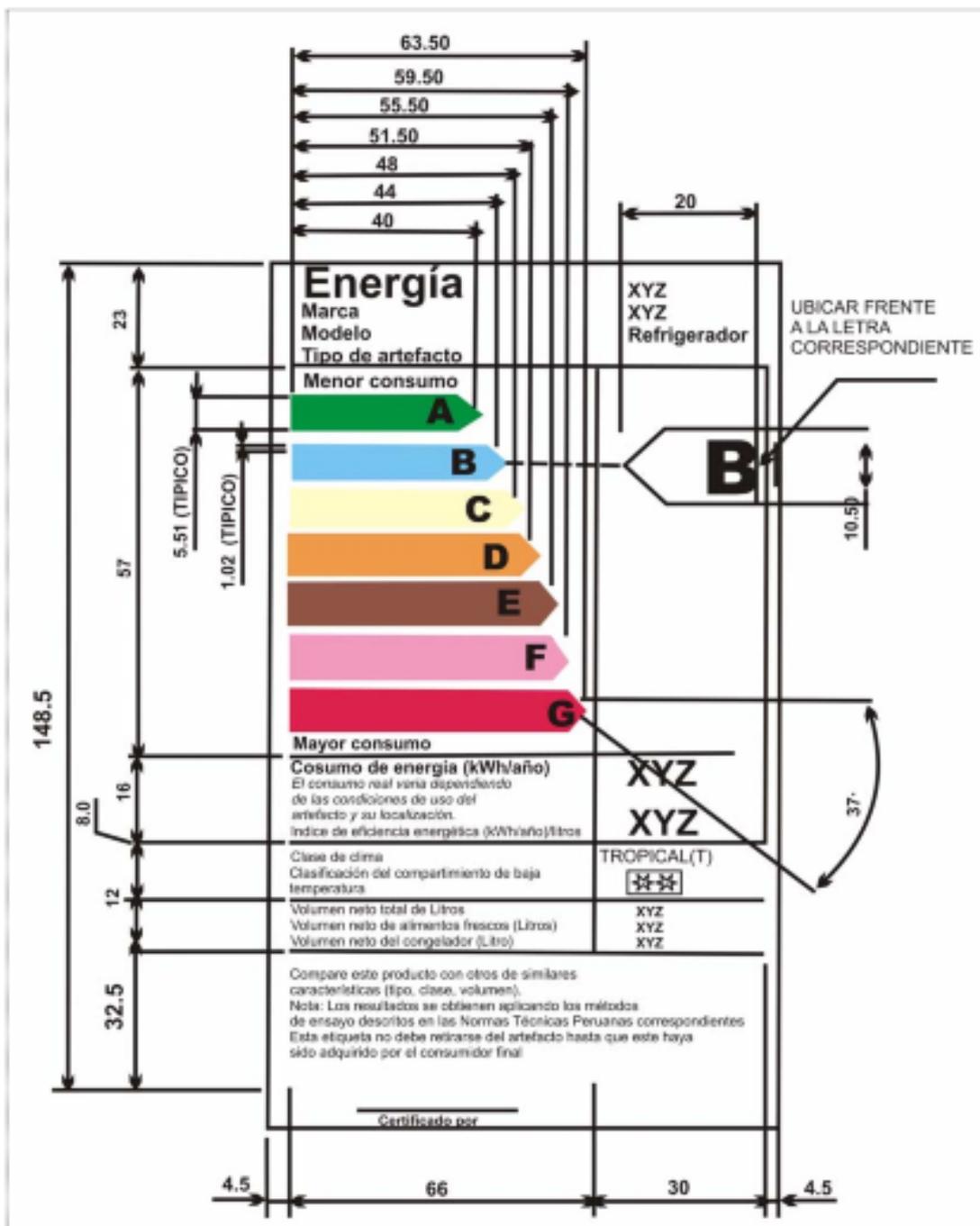
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
 Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO D: Norma Técnica Peruana NTP 399.450 2008 Eficiencia Energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de propósito general, potencia nominal de 0,746 kW a 149,2 kW. Límites y Etiquetado.



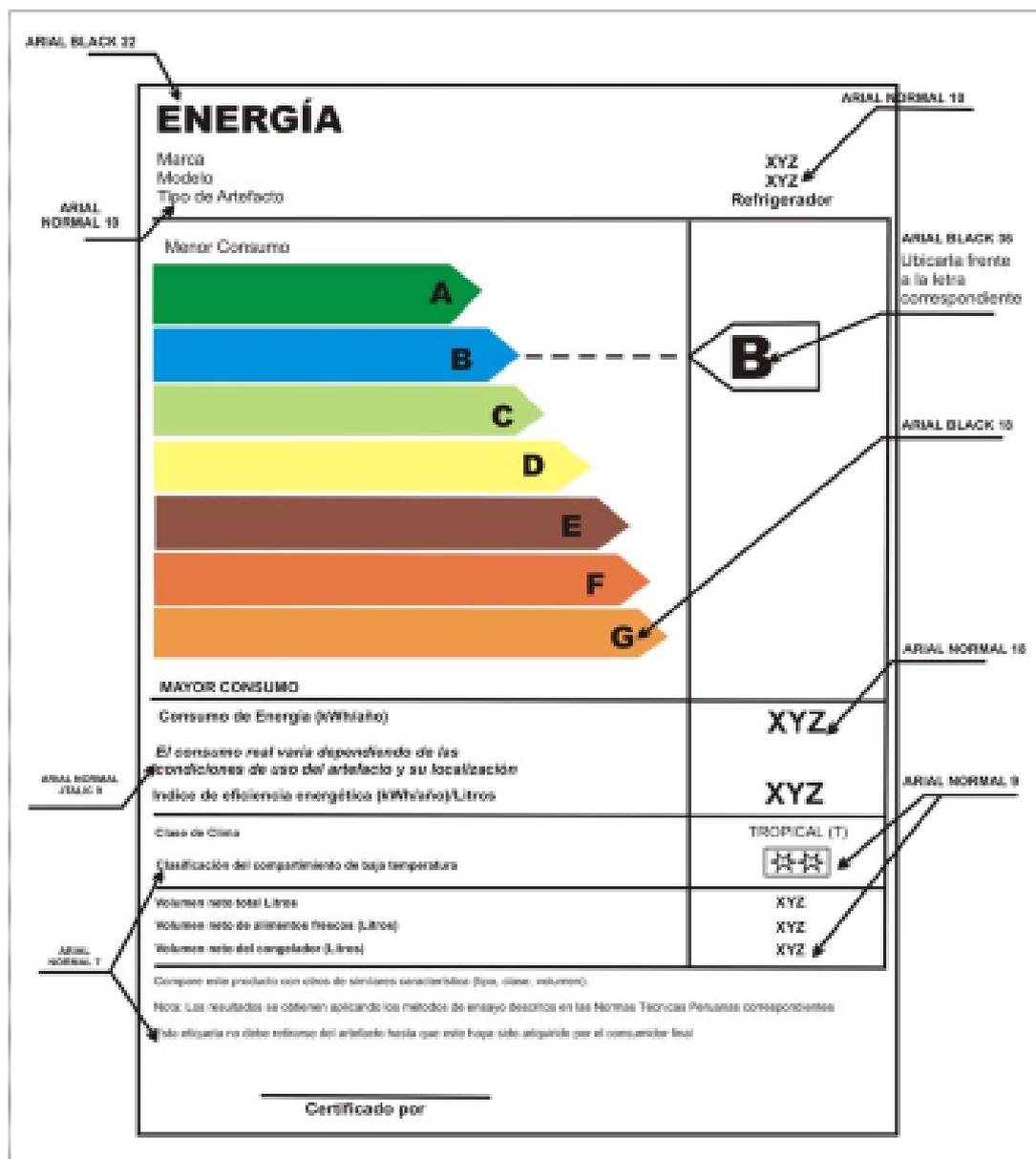
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
 Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO E: Norma Técnica Peruana NTP 399.483 2007 Eficiencia Energética en artefactos refrigeradores, refrigeradores – congeladores y congeladores para uso doméstico.



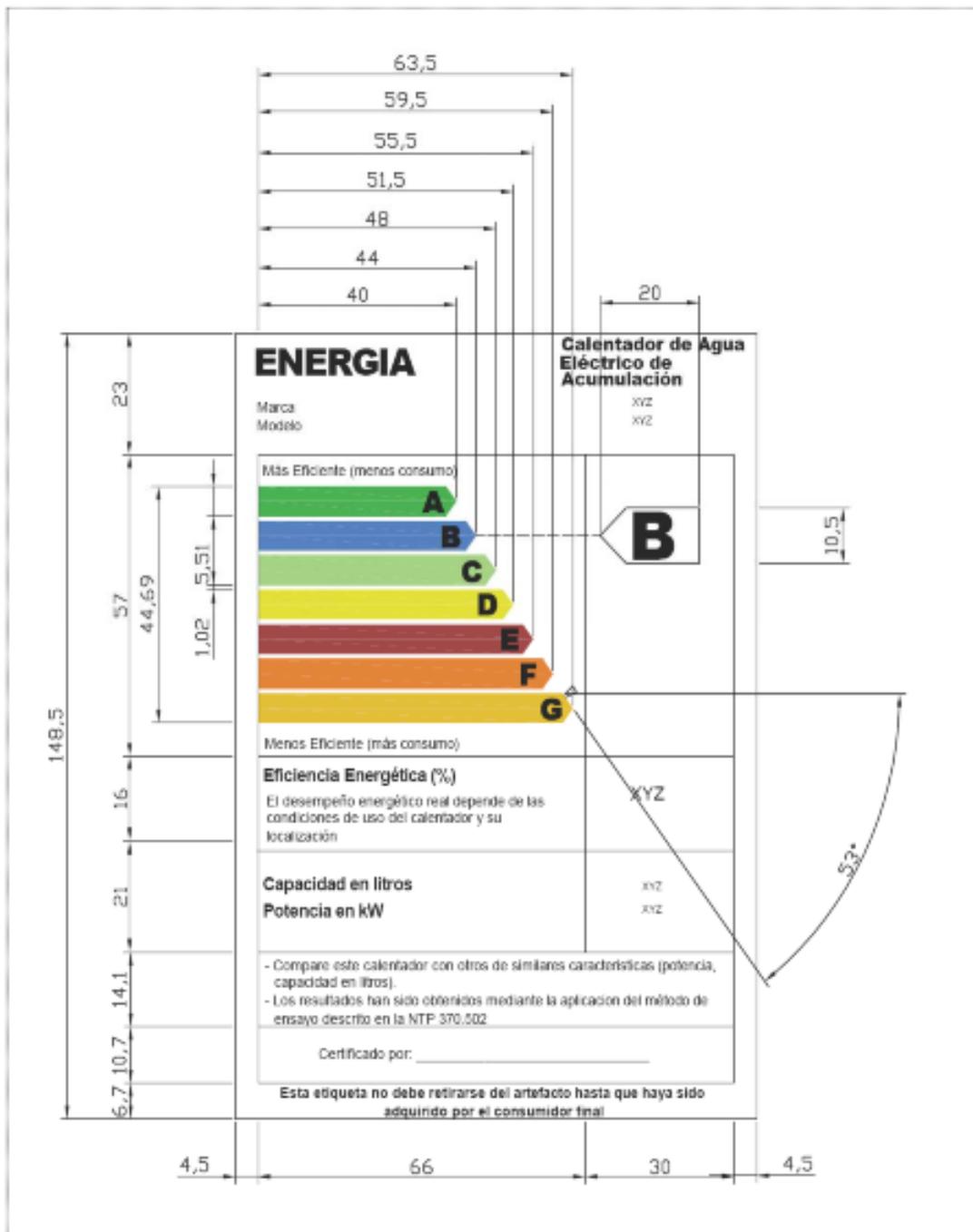
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
 Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO F: Norma Técnica Peruana NTP 399.483 2007 Eficiencia Energética en artefactos refrigeradores, refrigeradores – congeladores y congeladores para uso doméstico.



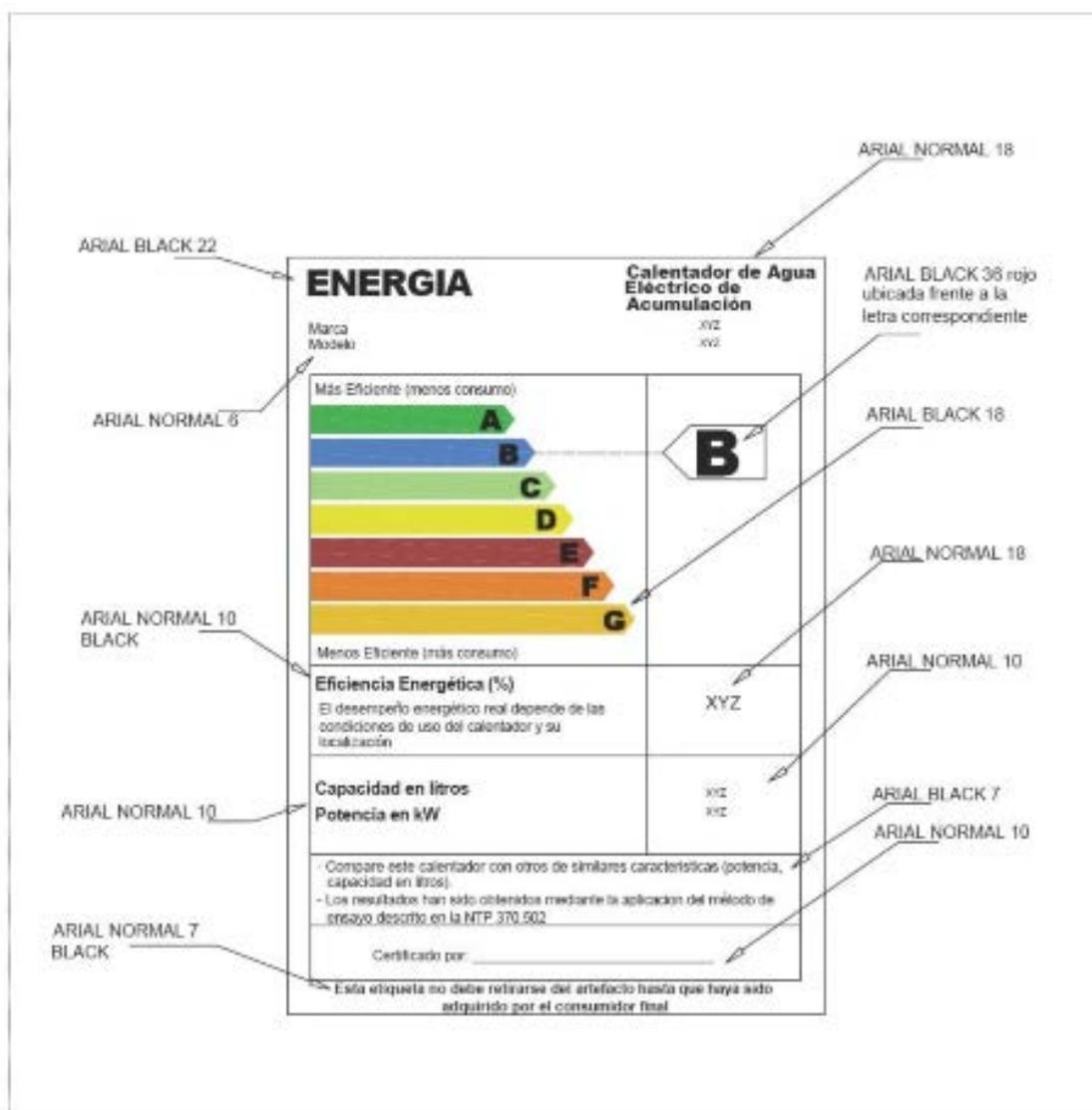
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO G: Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calentadores de agua eléctrica de acumulación. Proyecto de Norma Técnica Peruana PNT 370.502 2009 Eficiencia Energética en calentadores de agua eléctricos tipo con tanque de almacenamiento para propósitos domésticos. Rangos de eficiencia y etiquetado.



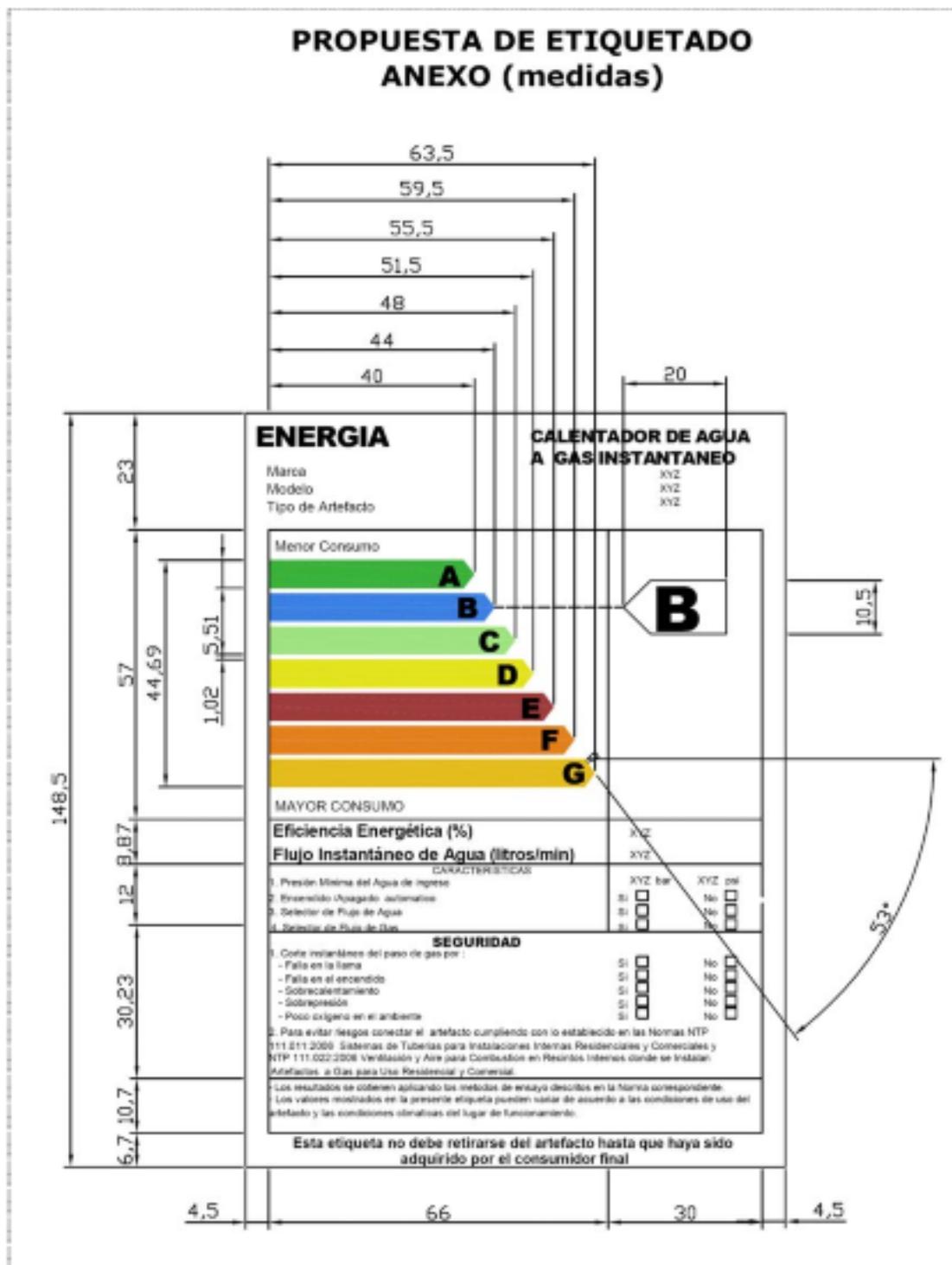
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO H: Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calentadores de agua eléctrica de acumulación. Proyecto de Norma Técnica Peruana PNTP 370.502 2009 Eficiencia Energética en calentadores de agua eléctricos tipo con tanque de almacenamiento para propósitos domésticos. Rangos de eficiencia y etiquetado.



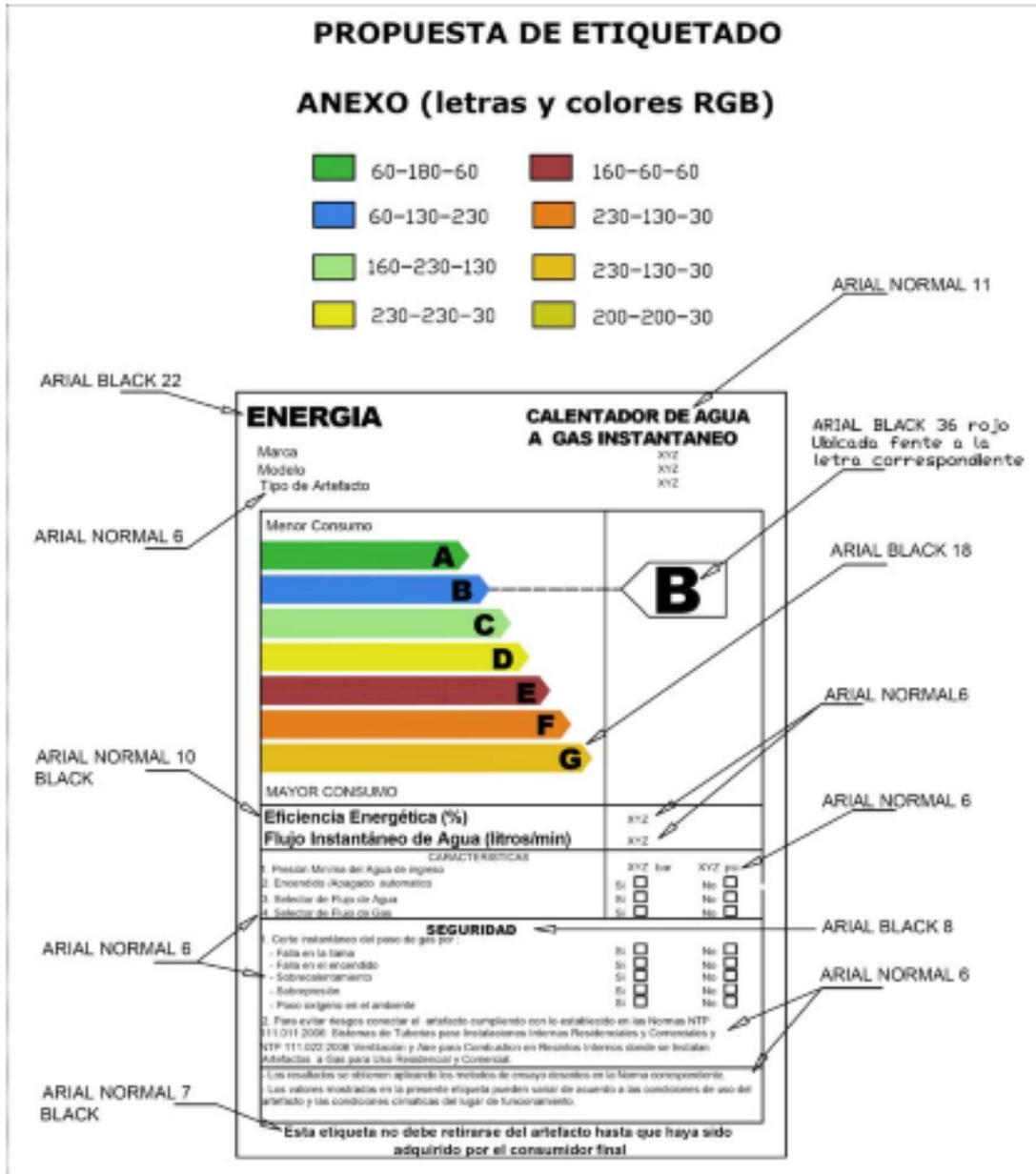
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO I: Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calentadores de agua a gas instantáneo.



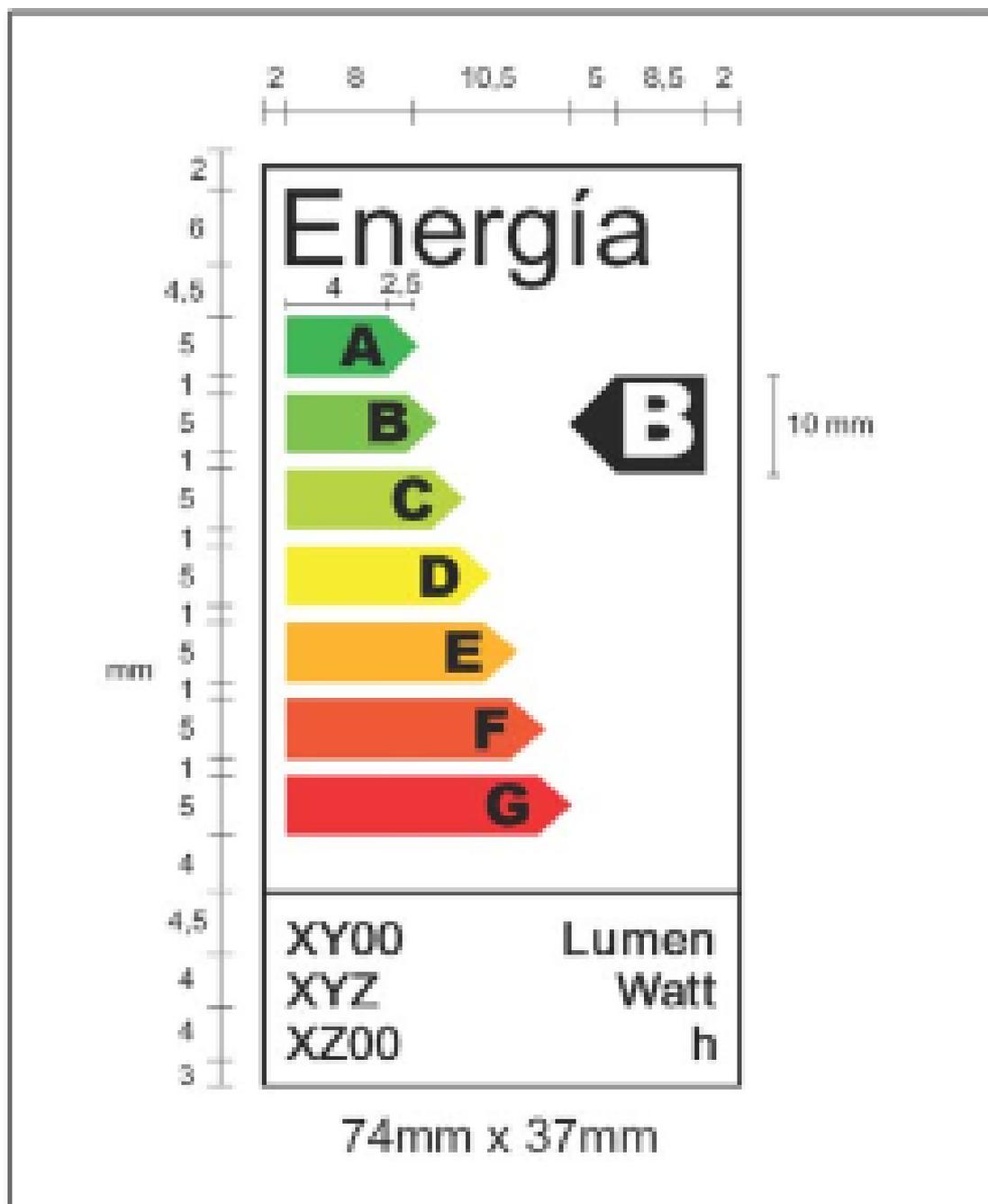
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO J: Etiqueta recomendada de eficiencia energética en calentadores de agua a gas instantáneo.



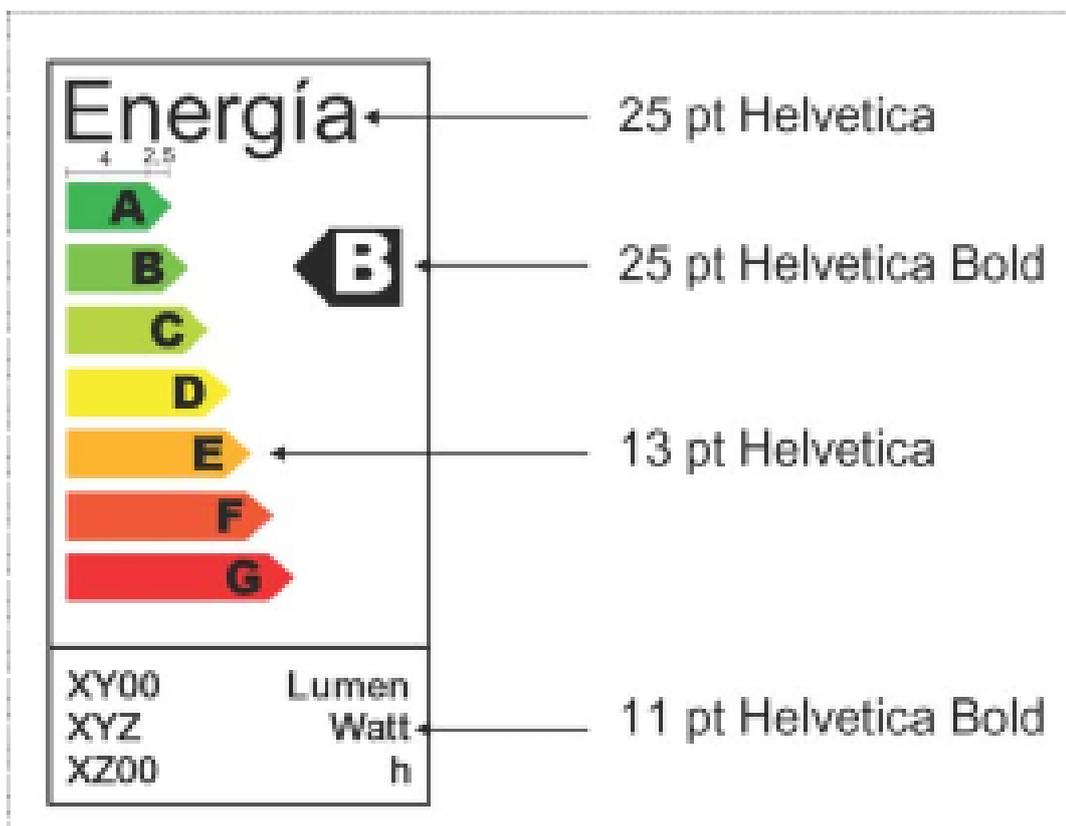
Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO K: Etiqueta de eficiencia energética en lámparas de uso doméstico Norma Técnica Peruana NTP 370.101-2 2008 Etiquetado de Eficiencia Energética para lámparas fluorescentes compactas, circulares, lineales y similares de uso doméstico.



Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO L: Etiqueta de eficiencia energética en lámparas de uso doméstico Norma Técnica Peruana NTP 370.101-2 2008 Etiquetado de Eficiencia Energética para lámparas fluorescentes compactas, circulares, lineales y similares de uso doméstico.



Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad  
Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética

ANEXO M: Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de propósito general, potencia nominal de 0,746 kW a 149,2 kW. Límites y etiquetado

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 399.450  
8 de 17

**TABLA 1 - Valores mínimos de eficiencia nominal a plena carga para motores cerrados de eficiencia estándar (IE1)**

[en porcentaje]

Potencia nominal, kW/HP	2 Polos	4 Polos	6 Polos
0,75/1,0	77,0	78,0	73,0
1,1/1,5	78,5	79,0	75,0
1,5/2,0	81,0	81,5	77,0
2,2/3,0	81,5	83,0	78,5
3,0/4,0	83,4	84,2	81,6
3,7/5,0	84,5	85,0	83,5
4,5/6,0	85,0	85,8	84,0
5,5/7,5	86,0	87,0	85,0
7,5/10,0	87,5	87,5	86,0
9,2/12,5	87,4	88,4	87,4
11,0/15,0	87,5	88,5	89,0
15,0/20,0	88,5	89,5	89,5
18,5/25,0	89,5	90,5	90,2
22,0/30,0	89,5	91,0	91,0
30,0/40,0	90,2	91,7	91,7
37,0/50,0	91,5	92,4	91,7
45,0/60,0	91,7	93,0	91,7
55,0/75,0	92,4	93,0	92,1
75,0/100,0	93,0	93,2	93,0
90,0/125,0	93,0	93,2	93,0
110,0/150,0	93,0	93,5	94,1
132,0/175,0	93,6	94,1	93,8
150,0/200,0	94,1	94,5	94,1

ANEXO N: Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de propósito general, potencia nominal de 0,746 kW a 149,2 kW.

NORMA TÉCNICA PERUANA

NTP 399.450  
9 de 17

**TABLA 2 - Valores mínimos de eficiencia nominal a plena carga para motores cerrados de alta eficiencia (IE2)**

[en porcentaje]

Potencia Nominal, kW/HP	2 Polos	4 Polos	6 Polos
0,75/1	75,5	82,5	80,0
1,1/1,5	82,5	84,0	85,5
1,5/2,0	84,0	84,0	86,5
2,2/3,0	85,5	87,5	87,5
3,0/4,0	86,6	87,3	87,6
3,7/5,0	87,5	87,5	87,5
4,5/6,0	87,8	88,5	88,8
5,5/7,5	88,5	89,5	89,5
7,5/10,0	89,5	89,5	89,5
9,2/12,5	89,6	90,4	90,5
11,0/15,0	90,2	91,0	90,2
15,0/20,0	90,2	91,0	90,2
18,5/25,0	91,0	92,4	91,7
22,0/30,0	91,0	92,4	91,7
30,0/40,0	91,7	93,0	93,0
37,0/50,0	92,4	93,0	93,0
45,0/60,0	93,0	93,6	93,6
55,0/75,0	93,0	94,1	93,6
75,0/100,0	93,6	94,5	94,1
90,0/125,0	94,5	94,5	94,1
110,0/150,0	94,5	95,0	95,0
132,0/175,0	94,7	95,0	94,6
150,0/200,0	95,0	95,0	95,0

ANEXO O: Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de propósito general, potencia nominal de 0,746 kW a 149,2 kW.

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 399.450  
10 de 17

**TABLA 3 - Valores mínimos de eficiencia nominal a plena carga para motores cerrados de muy alta eficiencia/Premium (IE3)**

[en porcentaje]

Potencia nominal, kW/HP	2 Polos	4 Polos	6 Polos
0,75/1	77,0	85,5	82,5
1,1/1,5	84,0	86,5	87,5
1,5/2,0	85,5	86,5	88,5
2,2/3,0	86,5	89,5	89,5
3,0/4,0	87,6	89,5	89,5
3,7/5,0	88,5	89,5	89,5
4,5/6,0	88,8	90,5	90,5
5,5/7,5	89,5	91,7	91,0
7,5/10,0	90,2	91,7	91,0
9,2/12,5	90,4	92,2	92,0
11,0/15,0	91,0	92,4	91,7
15,0/20,0	91,0	93,0	91,7
18,5/25,0	91,7	93,6	93,0
22,0/30,0	91,7	93,6	93,0
30,0/40,0	92,4	94,1	94,1
37,0/50,0	93,0	94,5	94,1
45,0/60,0	93,6	95,0	94,5
55,0/75,0	93,6	95,4	94,5
75,0/100,0	94,1	95,4	95,0
90,0/125,0	95,0	95,4	95,0
110,0/150,0	95,0	95,8	95,8
132,0/175,0	95,2	95,9	95,5
150,0/200,0	95,4	96,2	95,8

ANEXO P: Tabla de iluminación para ambientes al interior norma técnica EM.010. instalaciones electricas interiores.

AMBIENTES HOSPITALES – CENTROS DE SALUD	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<b>Corredores o pasillos</b>		
Durante la noche	50	A – B
Durante el día	200	A – B
<b>Salas de pacientes</b>		
Circulación nocturna	1	A – B
Observación nocturna	5	A – B
Alumbrado General	150	A – B
Exámenes de cama.	300	A – B
<b>Salas de exámenes</b>		
Alumbrado general	500	A – B
Iluminación local	1000	A – B
<b>Salas de cuidados intensivos</b>		
Cabecera de cama	50	A – B
Observación local	750	A – B
<b>Sala de enfermeras</b>	300	A – B
<b>Salas de operaciones</b>		
Sala de preparación	500	A – B
Alumbrado general	1000	A – B
Mesa de operaciones	100000	A – B
<b>Salas de autopsias</b>		
Alumbrado general	750	A – B
Alumbrado local	5000	A – B
<b>Laboratorios y farmacias</b>		
Alumbrado general	750	A – B
Alumbrado local	1000	A – B
<b>Consultorios</b>		
Alumbrado general	500	A – B
Alumbrado local.	750	A – B

Fuente: NORMA TÉCNICA EM.010. INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN POR TIPO DE TAREA VICUAL O ACTIVIDAD

CALIDAD	TIPO DE ATREA VICUAL O ACTIVIDAD
<b>A</b>	Tareas visuales muy exactas
<b>B</b>	Tareas visuales con alta exigencia y grado de concentración
<b>C</b>	Tareas visuales de exigencia y grado de concentración normales; y con cierto grado de movilidad del trabajador.
<b>D</b>	Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica
<b>E</b>	Tareas de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área.

Fuente: NORMA TÉCNICA EM.010. INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

## ANEXO Q: Posibilidades de ahorro energetico en equipos de refrigeracion.

Descripcion	Ahorros energeticos del equipo %	Retorno de la inversion,años
Ventiladores de alta eficiencia para el evaporador y condensador	3 a 15	0.5 a 3
Compresor de alta eficiencia	6 a 16	0.5 a 2
Modificadores de presion	3 a 10	0.3 a 3
Condensadores evaporativos	3 a 9	-
Controles antihumedad	14 a 20	2 a 6
Amplificadores de presion de la linea liquida	20	-
Iluminacion eficiente	10	0.8
Dispositivos eficientes antiescarchas	1 a 6	2 a 6
Subenfriamiento mecanico	25	5
Subenfriamiento ambiental	1 a 9	2 a 11

Fuente: US Department of Energy

## ANEXO R: Consumos energeticos medios de equipos de oficina

<b>POTENCIA MEDIA APROXIMADA DE EQUIPOS DE OFICINA</b>	
	Ordenador personal,W
Apagado	10
Encendido,activo	100
Encendido,inactivo	90
Salvapantallas	92
	Portatil,W
Inactivo,cargando bateria	33
Inactivo sin cargar bateria	11
100% CPU+Disco duro	15
Pantalla apagada	6
	Monitor Energy Star,W
Stan By	65
Apagado (boton de pantalla	50
	Monitor TFT,W
Encendido	40
Stan By	3
	Impresora Inkjet,W
Apagado	2
Encendido,activo	100
Encendico,inactivo	32
Modo ahorro energia	30
	Fotocopiadora,W
Encendido,activo	1000
Encendico,inactivo	60
Modo ahorro energia	62

Fuente: US Department of Energy

ANEXO S: Factor de conversión

PRODUCTOS	FACTOR	UNIDAD
CARBÓN ANTRACITA NACIONAL (ANTR)	29,3	TJ/(10 <sup>5</sup> kg)
CARBÓN DE LEÑA	27,2	TJ/(10 <sup>5</sup> kg)
CARBÓN BITUMINOSO NACIONAL (BITUM)	24,8	TJ/(10 <sup>5</sup> kg)
CARBÓN MINERAL IMPORTADO (IMP)	30,5	TJ/(10 <sup>5</sup> kg)
COQUE CENTROMÍN	28,3	TJ/(10 <sup>5</sup> kg)
COQUE IMPORTADO	26,8	TJ/(10 <sup>5</sup> kg)
DIESEL OIL	36,3	TJ/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
ENERGÍA ELÉCTRICA	3,6	TJ/GW.h
GAS DE ALTO HORNO (SIDER)	3,3	TJ/(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
GAS DE ALTO HORNO (SOUTHERN)	1,9	TJ/(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
GAS DE COQUERÍA (CENTROMÍN)	20,1	TJ/(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
GAS DE COQUERÍA - CARBÓN "GOYLLAR"	21,4	TJ/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
GAS DE REFINERÍA	49,4	TJ/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
GAS LICUADO	25,0	TJ/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
GAS NATURAL O DISTRIBUIDO	40,5	TJ/(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
GASOLINA MOTOR	32,1	TJ/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
KEROSENE Y JET FUEL	35,0	TJ/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
LEÑA	15,1	TJ/(10 <sup>5</sup> kg)
NO ENERGÉTICOS DE COQUE	37,2	TJ/(10 <sup>6</sup> kg)
NO ENERGÉTICOS DE PETRÓLEO	36,3	TJ/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
PETRÓLEO	36,4	TJ/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
PETRÓLEO INDUSTRIAL	38,7	TJ/(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
RESIDUAL VEGETALES (BAGAZO)	6,3	TJ/(10 <sup>5</sup> kg)

CONVERSIÓN DE UNIDADES ENERGÉTICAS

DE	<sup>A</sup> BEP	TEP	TEC	Tcal	TJ	10 <sup>3</sup> BLU	MW.h
TJ	172,219	23,901	34,144	0,239	1,000	951 487	277,952
MW.h	0,619	0,086	0,123	0,001	0,004	3 423	1,000

Fuente: Balance Nacional de Energía, Perú, 2012. Ministerio de Energía y Minas, 2012

ANEXO T: Hoja de datos de la luminaria propuesta PHILIPS BCS640 W21L125 1xLED48/830 LIN-PC

Proyecto 1

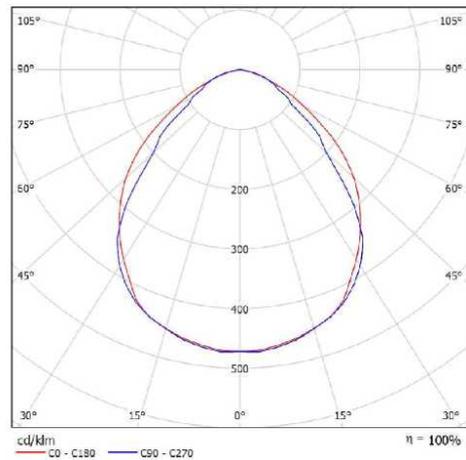


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

PHILIPS BCS640 W21L125 1xLED48/830 LIN-PC / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 61 89 98 100 100

Arano LED, caja de luz Arano es una gama de luminarias para lámparas TL5 y módulos de LED, combinadas con las micro ópticas de Philips. Estas ópticas patentadas, con lamas en tres dimensiones, combinan un diseño miniaturizado con un rendimiento óptimo en términos de flujo, uniformidad y eficiencia. Y cumple con la normativa de alumbrado de oficinas (EN12464-1). Existen versiones adosables, suspendidas, de pie y de aplique de pared, tanto con alumbrado directo como directo/indirecto, que permiten su integración en cualquier ambiente.

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
o Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
P Paredes	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
a Sudo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y	Mirado sin perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H 2H	19.6	20.7	19.9	20.9	21.2	15.2	19.3	18.5	19.6	19.8
3H 3H	20.3	21.3	20.6	21.6	21.8	19.0	20.0	19.3	20.3	20.5
4H 4H	20.5	21.4	20.3	21.7	22.0	19.4	20.3	19.7	20.6	20.9
6H 6H	20.6	21.4	20.9	21.7	22.0	19.6	20.5	20.0	20.5	21.1
8H 8H	20.5	21.4	20.9	21.7	22.0	19.6	20.5	20.0	20.8	21.1
12H 12H	20.5	21.3	20.9	21.6	22.0	19.6	20.4	20.0	20.8	21.1
4H 2H	19.8	20.7	20.1	21.0	21.3	18.6	19.5	18.9	19.8	20.1
3H 3H	20.6	21.4	21.0	21.7	22.1	19.6	20.4	19.9	20.7	21.0
4H 4H	20.9	21.6	21.3	21.9	22.3	20.0	20.7	20.4	21.1	21.4
6H 6H	21.0	21.6	21.4	22.0	22.4	20.3	20.9	20.7	21.3	21.7
8H 8H	21.0	21.6	21.4	21.9	22.4	20.4	20.9	20.8	21.3	21.7
12H 12H	21.0	21.5	21.4	21.9	22.3	20.4	20.9	20.8	21.3	21.7
8H 4H	20.9	21.5	21.4	21.9	22.3	20.1	20.7	20.6	21.1	21.5
6H 6H	21.1	21.5	21.5	22.0	22.4	20.5	20.9	20.9	21.4	21.8
8H 8H	21.1	21.5	21.6	22.0	22.4	20.6	21.0	21.0	21.4	21.9
12H 12H	21.1	21.4	21.6	21.9	22.4	20.6	20.9	21.1	21.4	21.9
12H 4H	20.9	21.4	21.4	21.8	22.3	20.1	20.6	20.6	21.0	21.4
6H 6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	20.5	20.9	21.0	21.3	21.8
8H 8H	21.1	21.4	21.6	21.9	22.4	20.6	20.9	21.1	21.4	21.9
separaciones S entre										
Variación de la posición del espectador para luminaria										
S = 1.0H	+ 0.2 / - 0.3					+ 0.4 / - 0.6				
S = 1.5H	+ 0.8 / - 1.1					+ 0.8 / - 2				
S = 2.0H	+ 1.9 / - 2.0					+ 1.7 / - 5				
Tabla estándar	BK03					BK03				
Sumando de	3.7					2.7				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 0.500lm Flujo luminoso total										

Fuente: Catalogo PHILIPS

ANEXO U: Resultado de calculos en dialux del corredor tecnico de hospitalizacion

Proyecto 1

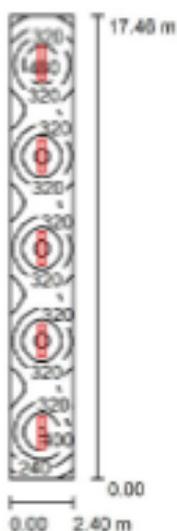


**DIALux**

06.12.2017

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

Local 4 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:225

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	321	135	498	0.421
Suelo	20	256	156	306	0.609
Techo	70	60	41	68	0.691
Paredes (4)	50	139	47	275	/

Plano útil:	Altura:	Trama:	Zona marginal:	UGR	Long- Pared Izq	Tran- Pared Inferior	al eje de luminaria
	0.850 m	128 x 32 Puntos	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)	21	20	20

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\phi$ (Luminaria) [lm]	$\phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS BCS640 W21L125 1xLED48/830 LIN-PC (1.000)	4300	4300	40.0
			Total: 21500	Total: 21500	200.0

Valor de eficiencia energética: 4.77 W/m<sup>2</sup> = 1.49 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 41.89 m<sup>2</sup>)

Proyecto 1



**DIALux**

06.12.2017

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 4 / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 21500 lm  
Potencia total: 200.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades luminicas medidas [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	Indirecto	total		
Plano útil	262	60	321	/	/
Suelo	194	62	256	20	16
Techo	0.00	60	60	70	13
Pared 1	58	54	112	50	18
Pared 2	85	58	143	50	23
Pared 3	58	54	112	50	18
Pared 4	85	58	143	50	23

Simetrías en el plano útil  
 $E_{min} / E_m$ : 0.421 (1:2)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.272 (1:4)

UGR Longi- Tran al eje de luminaria  
 Pared Izq 21 20  
 Pared inferior 21 20  
 (CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: 4.77 W/m² = 1.49 W/m²/100 lx (Base: 41.89 m²)

Elaboracion: Propia

ANEXO V: Hoja de datos de la luminaria existente



**Descripción**

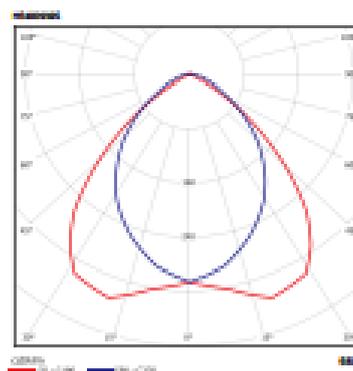
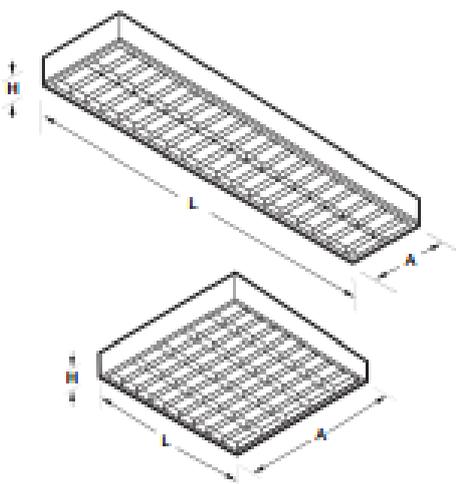
Luminaria de interiores para adosar de luz directa, fabricada con reflector de aluminio de alta pureza. Fácil acceso a las lámparas y equipo para un adecuado mantenimiento. Las características mecánicas y eléctricas cumplen las especificaciones de las Normas EC-60598, EC-61347, EC-60929.

**Aplicaciones**

Ideal para oficinas, salas de estudio, bibliotecas, entidades financieras, entre otras aplicaciones en ambientes interiores que necesiten priorizar una iluminación directa en el plano de trabajo.

**Versiones**

Disponible con rejilla metálica pintada en blanco. Puede solicitarse con balasto dimable y/o kit de emergencia.



CÓDIGO	LÁMPARA	SOCKET	POTENCIA (W)	EQUIPO	DIMENSIONES (mm)			PESO (Kg)
					L	A	H	
H34099900	T8	G13	2x18	EE	616	298	86	3,8
H34099910	T8	G13	3x18	EE	616	605	86	4,3
H34099920	T8	G13	4x18	EE	616	605	86	4,5
H34099905	T8	G13	2x36	EE	1225	298	86	4,1
H34099915	T8	G13	3x36	EE	1225	605	86	4,5
H34099925	T8	G13	4x36	EE	1225	605	86	4,8

RAS - REJILLAS - ADOSABLES



Fuente: Catalogo JOSEFEL