

Caracterización y alternativas para el uso eficiente de la energía eléctrica en el Hospital
Regional de Moniquirá, Boyacá.

Karen Yaneth Aguirre Alfonso

Código: 28970 CC. 1.018.493.323

Yovani Pachón Vargas

Código: 100339 CC. 80.090.554

William Fernando Castiblanco Espitia

Código: 33258 CC. 80.854.841

Universidad ECCI

Especialización en Gerencia de Ingeniería Hospitalaria

Facultad de postgrados

Bogotá D.C

2022

Caracterización y alternativas para el uso eficiente de la energía eléctrica en el Hospital
Regional de Monquirá, Boyacá.

Karen Yaneth Aguirre Alfonso

Código: 28970 CC.

Yovani Pachón Vargas

Código: 100339 CC.

William Fernando Castiblanco Espitia

Código: 33258 CC.

Proyecto de grado para optar por el título de especialista en gerencia de ingeniería
Hospitalaria.

Director(a)

Mg. Yuli Patricia Castiblanco

Universidad ECCI

Especialización en Gerencia de Ingeniería Hospitalaria

Facultad de postgrados

Bogotá D.C

2022

Nota de aceptación

Dedicatoria

El presente trabajo es dedicado de manera especial, a nuestras familias por ser los pilares y la fuerza que nunca nos dejó desfallecer. A ustedes nuestra total gratitud por su apoyo, paciencia y esfuerzo.

Agradecimiento

A la universidad ECCI por la formación recibida en cada área que tuvimos la oportunidad de explorar.

A nuestra directora por compartir su conocimiento y tiempo con nosotros.

Y finalmente, a las directivas del hospital regional de Monquirá por facilitar el espacio, información y personal técnico para el desarrollo de este proyecto.

Resumen

No es un secreto la complejidad que conlleva proyectar y ejecutar la construcción y dotación de un hospital como el que se propuso en el año 2011 para la comunidad de Moniquirá en el departamento de Boyacá, el cual por múltiples obstáculos su ejecución tardó aproximadamente ocho años y una inversión total de veinticinco mil millones de pesos. En la realización del análisis de los últimos seis recibos de energía del hospital regional de Moniquirá se pudo evidenciar que el consumo era mayor que el de instituciones semejantes tanto en instalaciones como en nivel de atención, por lo cual se inició con un inventario de los equipos eléctricos, verificación y análisis del sistema de iluminación, sistema de ventilación y sistema de energía enfocado en equipos biomédicos y de apoyo hospitalario. Se realizan estudios técnicos para establecer la calidad de la potencia eléctrica y punto de conexión de los equipos los cuales arrojaron mediciones normales. También se pudo evidenciar que, ante la empresa de energía, la cuenta contrato se encuentra a nombre del contratista (Unión Temporal Hospitales Boyacá 2017); esta cuenta debe quedar asignada al Hospital Regional de Moniquirá para ser clasificado como un usuario regulado y así obtener una tarifa especial la cual permitiría tener un mejor manejo e inversión de los recursos hospitalarios.

Palabras clave

Electricidad, potencia, eficiencia energética, energía activa, energía reactiva, control de costos.

Abstract

It's not a secret the complexity involved in designing and executing the construction and equipping of a hospital such as the one proposed in 2011 for the community of Moniquirá in the department of Boyacá. Due to multiple obstacles, its execution took approximately eight years and a total investment of twenty-five thousand million pesos. In the analysis of the last six energy receipts of the regional hospital of Moniquirá, it was possible to evidence that the consumption was greater than other similar institutions in facilities and in level of care. For that reason it was started an inventory of the electrical equipment, verification and analysis of the lighting system, ventilation system and energy system focused on biomedical and hospital support equipment. Technical studies are carried out to establish the quality of the electrical power and connection point of the equipment, which resulted in normal measurements. It was also possible to evidence that, for the energy company, the contract account is in the name of the contractor (Unión Temporal Hospitales Boyacá, 2017); this account must be assigned to the Regional Hospital of Moniquirá to be classified as a regulated user and obtain a special rate which would allow better management and investment of hospital resources.

Key words

Electricity, power, energy efficiency, active energy, reactive energy, costs control.

Glosario

Tensión: Corresponde a la diferencia de potencial entre dos puntos del campo eléctrico para mover la fuerza positiva de un punto a otro, por lo que utiliza Volt en su unidad de medida con el símbolo V.

Corriente Eléctrica: Corresponde a un fenómeno físico, representa el desplazamiento de una carga (Ion o Electrón). Lo que utiliza un conductor que principalmente utiliza electrones en la corriente.

Frecuencia eléctrica: Corresponde a una magnitud cuyas características se repiten cíclicamente en un número determinado de veces en un tiempo determinado, su unidad es el Hertz y el símbolo de la unidad Hz.

Impedancia: es la oposición al paso de la corriente en un circuito de corriente alterna, siendo compuesto vectorialmente por la resistencia (R) y la reactancia Inductiva (XL) o reactancia capacitiva (XC).

Fiabilidad: es la probabilidad de que el dispositivo desarrolle una determinada función, bajo ciertas condiciones y durante un periodo de tiempo determinado.

Disponibilidad: hace referencia al suministro ininterrumpido de energía o dentro de niveles aceptables de interrupciones.

Perturbación: se refiere a cualquier evento que altera el balance de potencia activa o reactiva del sistema

Tabla de contenido

Introducción	11
1. Planteamiento del problema.....	13
1.1. Formulación del problema	13
2. Objetivos.....	14
2.1. Objetivo general	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. Justificación y delimitación	15
3.1. Justificación.....	15
3.2. Delimitación espacial	16
4. Marco referencial	17
4.1. Estado del arte	17
4.2. Marco teórico	27
4.2.1. Eficiencia energética en el sector salud.....	28
4.2.2. Modelo ABC en Salud y sistemas integrados	29
4.3. Marco legal.....	31
5. Metodología	35
6. Caracterización del consumo actual de energía eléctrica del hospital regional de Moniquirá.....	36
7. Análisis de la calidad en la potencia eléctrica en el hospital regional de Moniquirá ...	48
8. Medidas administrativas para el cambio tecnológico y reducción del consumo de energía.....	57
8.1. Cambio de tecnología en el sistema de iluminación	65
8.2. Caracterización del sistema de iluminación	66
8.2.1. Estimado de costos de mantenimiento de las luminarias fluorescentes	67
8.2.2. Propuesta con iluminación LED	68
8.2.3. Estimado de costos de mantenimiento de las luminarias LED	69
8.2.4. Proyección acumulada en cinco años LED Vs. fluorescente	70
9. Conclusión	74
10. Recomendación.....	76
11. Referencias bibliográficas.....	77

Lista de tablas

Tabla 1. Consuno de energía del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021	39
Tabla 2. Sobre tarifas de energía eléctrica aplicables al consumo en Boyacá.....	41
Tabla 3. Consumo de energía activa por sistema y área de funcionamiento Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021.....	43
Tabla 4. Sistema de iluminación del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021	44
Tabla 5. Sistema de aire acondicionado del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021	44
Tabla 6. Sistema de equipos de oficina del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021.....	44
Tabla 7. Datos obtenidos en terreno del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021.....	45
Tabla 8. Datos promedio histórico 6 meses factura energía del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021	46
Tabla 9. Imagen de conexión del analizador de redes	49
Tabla 10. Tensión (V) máxima, mínima y promedio.....	50
Tabla 11. Corriente (A) máxima, mínima y promedio	51
Tabla 12. Frecuencia (Hz) máxima, mínima y promedio	54
Tabla 13. Factor de potencia máxima, mínima y promedio	55
Tabla 14. Diferencia entre usuario no regulado vs usuario regulado	59
Tabla 15. Análisis del suministro de energía de tres empresas.....	64
Tabla 16. Valor total por tipo de iluminación.....	66
Tabla 17. Costo mantenimiento anual sistema iluminación fluorescente.....	67
Tabla 18. Consumo energético y costos totales del sistema	68
Tabla 19. Iluminación Led.....	69
Tabla 20. Costo mantenimiento anual sistema iluminación LED.....	70
Tabla 21. Costo mantenimiento anual sistema iluminación LED por 5 años	70
Tabla 22. Proyección sistema iluminación LED vs fluorescente	71
Tabla 23. Proyección sistema iluminación LED vs fluorescente por 5 años.....	72

Lista de figuras

Figura 1. Procedimientos para la ejecución de un plan de mejora de la calidad	26
Figura 2. Modelo PESTEL	36
Figura 3. Consumo de energía eléctrica del Hospital Regional de Moniquirá	38
Figura 4. Datos obtenidos en terreno del Hospital Regional de Moniquirá.....	46
Figura 5. Datos promedio histórico 6 meses factura energía del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021	47
Figura 6. Perfil y comportamiento de la tensión.....	50
Figura 7. Perfil y comportamiento de la corriente	51
Figura 8. Distorsión armónica total de tensión (THDv)	52
Figura 9. Distorsión armónica total de corriente (THDi)	53
Figura 10. Frecuencia (Hz)	54
Figura 11. Factor de potencia.....	55
Figura 12. Tarifas energéticas 2021 EBSA.....	58
Figura 13. Solicitud de cambio de información básica del titular de servicio de energía eléctrica.....	60
Figura 14. Solicitud cambio de titularidad del servicio de energía eléctrica.....	63
Figura 15. Proyección consumo Kw-H en 5 años.....	72
Figura 16. Proyección costos en 5 años Led vs fluorescente.....	73

Introducción

La situación actual de la incertidumbre para aumentar los precios en el contexto de inestabilidad del mercado de combustible no está claro que la demanda facilite la eficiencia energética para proteger los recursos. Para lograr un desarrollo sostenible sin dañar el medio ambiente, se establece el cambio de tiempo de energía rara y costumbres de consumidores, y el cambio de tiempo de la matriz de energía nacional simultáneamente (Forocca, 2017).

El desarrollo económico del país se considera el desarrollo de la revolución industrial (XVIII y el siglo XIX) y utiliza energía intensiva. A medida que contribuyen el uso de la electricidad y el desarrollo significativo en diferentes aplicaciones, contribuye al progreso de la sostenibilidad de la humanidad y utiliza el acceso a las fuentes de energía confiables, y los diferentes actores en el campo de producción y ahora pueden realizar muchas actividades desconocidas.

El suministro de energía debe crecer a la misma tasa que la demanda, lo cual es determinado por cambios estructurales en la oferta tecnológica, produciendo mucho más con tal vez los mismos o menos recursos: es decir, la eficiencia total en el uso de recursos (Barreto Nieto, 2012).

Al existir una estrecha relación entre crecimiento económico y generación de energía eléctrica; se puede deducir que con el pasar de los años se requiere cada día una mayor oferta de energía para satisfacer las necesidades de una economía dinámica. Lo cual se ratifica con las cifras del Banco Mundial, en las que evidencia en los últimos diez años (2010-2019) un crecimiento promedio del Producto Interno Bruto (PIB) del 3,3% a nivel global.

Adicionalmente, los cambios en el patrón de consumo de energía eléctrica de los seres humanos, ha venido aumentando considerablemente la urgencia por crear procesos más eficientes (Cámpora, 2015).

Es por tal razón que el componente energético como parte de este sistema, determinará un papel crítico en la construcción de nuevas alternativas para la sostenibilidad futura. A su vez, la tecnología sin lugar a duda ha contribuido a este propósito mediante el diseño de dispositivos que logran capitalizar y transformar las fuerzas de la naturaleza, tales como la energía fotovoltaica, el viento, el agua e incluso el aprovechamiento de residuos sólidos (Montiel-Bohórquez y Pérez, 2019) en energía limpia y apta para su utilización en toda la gama y complejidad que representa la actividad humana en el mundo (Kalkan et al., 2012).

Al ser los Hospitales, instituciones que por su naturaleza de servicio deben funcionar las 24 horas del día durante los 365 días del año, presentan normalmente matrices de consumos energéticas elevadas, ya que convergen distintas fuentes que demandan gran cantidad de energía eléctrica (kW-h).

Por lo anteriormente expuesto se hace necesario plantear soluciones para el uso eficiente de la energía a través de diversas alternativas que contribuyan al ahorro energético, en la institución prestadora de salud IPS del municipio de Moniquirá, Boyacá.

1. Planteamiento del problema

La nueva sede del Hospital Regional de Moniquirá fue inaugurada el 3 de abril de 2019, constituyéndose en uno de los centros asistenciales más modernos de Boyacá; cabe resaltar que la construcción se inició a mediados del año 2011 y por diversas problemáticas con sus múltiples contratistas solo se pudo terminar hasta el año en mención.

El área de construcción es de 6740 metros cuadrados y tiene 42 habitaciones de internación, salas de emergencia para 20 personas y 25 oficinas médicas.

La infraestructura necesaria para el correcto funcionamiento de la institución ha presentado desde su inauguración una demanda de energía eléctrica promedio mensual de 18.800 kW-h; lo cual representaría para la entidad un costo mensual aproximado de \$11.800.000 pesos teniendo como referencia el precio del kW-h establecido por el operador de red en \$628.74 pesos; sin embargo el valor promedio por el que la empresa de energía de Boyacá EBSA, factura sus servicios al hospital, está alrededor de los \$13.000.000 pesos.

Al realizar la verificación del consumo promedio de energía eléctrica en instituciones prestadoras de salud similares en infraestructura como lo son la Clínica Materno Infantil “Josefa Canelones” inaugurada en la ciudad de Tunja en el año 2020, el Hospital Regional de Chiquinquirá modernizado en el año 2019, el Hospital Regional de Duitama y el Hospital Regional de Sogamoso; se evidencia un consumo promedio de 14.000 kW-h; lo cual puede ingerir en la hipótesis que los sistemas eléctricos del Hospital Regional de Moniquirá son ineficientes y que puede existir una posibilidad de mejora en su funcionamiento lo cual se reflejaría en un menor consumo de energía eléctrica.

1.1. Formulación del problema

¿Qué medidas administrativas y de cambio tecnológico se deben implementar en el Hospital Regional de Moniquirá, para efectuar un uso eficiente de la energía eléctrica?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Realizar la caracterización del consumo de energía eléctrica y presentar alternativas de eficiencia energética en el sistema eléctrico del Hospital Regional de Moniquirá, Boyacá.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el consumo actual de energía eléctrica en el Hospital Regional de Moniquirá.
- Realizar un estudio de calidad de la potencia eléctrica mediante un equipo analizador de redes.
- Determinar las medidas administrativas y/o de cambio tecnológico para reducir el consumo de energía eléctrica y su impacto financiero para la institución.

3. Justificación y delimitación

3.1. Justificación

De acuerdo con estudios financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y desarrollados por la firma Applus Norcontrol Colombia (Expertos en Auditorías de eficiencia energética en diversos sectores), se ha establecido en su último informe del año 2019 “Guía de Ahorro y eficiencia energética en Hospitales”, una caracterización estándar del consumo de energía eléctrica en Instituciones del sector salud que indican la distribución típica de demanda de potencia de la siguiente forma:

- El 20%-30% del consumo energético es dirigido a sistemas de aire acondicionado (HVAC), esto sucede generalmente en ciudades ubicadas con más de 25C° de temperatura ambiente.
- El 35%-45% de consumo energético es dirigido a sistemas de iluminación.
- Del 10% al 15% es dirigido a sistemas de calefacción.
- Y el 25% en otros elementos de la clínica como equipos de medicina, computadores, ascensores, etc.

Con base a la caracterización anterior y tomando como referencia lo expuesto en el planteamiento del problema donde surge la hipótesis de tener un consumo elevado de energía eléctrica por encima del promedio de las instituciones de salud de la región; se pretende encontrar medidas de ahorro energético que permitan disminuir el rubro que actualmente se paga por el servicio de energía eléctrica. Otro factor a tener en cuenta es que, aunque el Hospital fue inaugurado en el año 2019, su construcción tardó casi 8 años y muchos de sus sistemas son actualmente obsoletos e ineficientes, por ejemplo, las luminarias que actualmente emplean, las cuales son en un 90% de tipo fluorescente y que al compararlas contra sistemas ideales como la iluminación por diodo emisor de luz LED, presentan hasta un 70% de mayor consumo (Thomson & Corscadden, 2018).

3.2. Delimitación espacial

Este estudio se realizará en el Hospital Regional de Moniquirá, ubicado en el municipio de Moniquirá en el departamento de Boyacá.

4. Marco referencial

4.1. Estado del arte

El consumo de energía desde la perspectiva hospitalaria, requiere un abordaje mediante el cual, se utilicen estudios internacionales, nacionales y locales, mediante los cuales se posibilite un análisis que coloque una perspectiva de los hallazgos metodológicos, procedimientos y formas mediante las cuales se han desarrollado estudios en la temática realizando el análisis en cuanto al consumo de energía en hospitales públicos de Alemania, especialmente en el sector público y por medio de ecoauditorías realizadas por la unión europea a 23 hospitales, con el fin de analizar el consumo de energía y descartando la teoría que los hospitales generaban un mayor gasto de energía que un centro comercial; los estudios realizados revelaron que el consumo energético medio anual de un hospital en condiciones normales, tanto climáticas como operativas en Alemania, es de 0,27 MWh / m², 14,37 MWh / trabajador y 23,41 MWh / cama.

En el sector de la salud en los Estados Unidos de América se les atribuye la responsabilidad de ser el causante de un gran número de emisiones e impactos de contaminación atmosférica (lluvia ácida (12%), emisiones de gases de efecto invernadero (10%), contaminantes (9%), agotamiento del ozono estratosférico (1%) y tóxicos del aire cancerígenos y no cancerígenos (1% –2%)). Los hospitales analizados en la muestra del desarrollo de la investigación son similares en cuanto a tamaño e infraestructura básica, ya que se ha observado una alta correlación entre los valores analizados. Se ha descubierto que una gran parte del potencial de ahorro de energía en un hospital está directamente relacionada con su gestión diaria, por tanto, es posible actuar directamente a través de los trabajadores, mediante campañas de sensibilización y formación en ahorro energético, buscando el confort en el hospital mediante el uso racional de la energía. El indicador clave de rendimiento (KPI) utilizado para medir el

consumo de energía en un hospital debe ser comprensible, medible y práctico en términos de costo y tiempo.

Los hospitales operativos deben implementar un programa de ahorro y eficiencia energética que reduzca progresivamente su consumo de energía. Una estrategia adecuada incluiría reducir el consumo de energía en al menos un 5% en el primer año y luego alcanzar un ahorro energético anual del 2,5% de forma progresiva (González, García y Rodríguez, 2018).

En la investigación realizada en cien hospitales de China en la cual se analizó sistemáticamente su consumo anual y mensual de consumo energético y su estructura. Los cuales el primer paso en su metodología fue clasificarlos en zonas climáticas como congelados, fríos, calurosos, verano e invierno frío y verano caliente e invierno cálido, ya que deducen en su investigación que cada zona tiene características propias en el consumo de energía, en este estudio pudieron observar que el 38% de los hospitales se encuentran en zona de verano caliente y frío invierno y hay diez hospitales en zona congelada; otro factor que tuvieron en cuenta fue el número de camas hospitalarias, puesto que tiene un impacto en su consumo de energía en función al total de camas.

También se clasificaron los hospitales en cuatro clases las cuales el primer grupo son de cien a quinientas, el segundo grupo de quinientas a mil, el tercer grupo de mil a mil quinientas y el quinto grupo superiores a mil quinientas. También se puede ver que para la mayoría de los hospitales hay menos de mil camas, mientras que sólo once hospitales tienen un número de camas de más de mil quinientas.

Posteriormente evidencian que es necesario investigar las estructuras energéticas de cada hospital y encontrar los principales tipos de consumo de energía, en la investigación, se encuentra que los sistemas de suministro de energía en los hospitales principalmente se clasifican en el sistema de aire acondicionado y el sistema de suministro de agua caliente sanitaria. Utilizan una variedad de fuentes de energía para calefacción y refrigeración,

incluyendo electricidad, energía renovable, gas natural y combustibles fósiles. Entre ellos, la electricidad es la más utilizada como fuente de refrigeración en el sistema de aire acondicionado, representando el 74%, concluyendo que pueden ver que hay una variedad de sistemas de suministro de energía en cada fuente de calefacción y refrigeración, incluyendo aire acondicionado dividido, bomba de calor de fuente de aire, bomba de calor de fuente de tierra, enfriador de bromuro de litio, enfriador de tornillo, enfriador centrífugo diferente en cada zona esto debido a la temperatura ambiente en la ubicación de cada hospital.

Además, analizaron dos factores importantes, como lo es el consumo de electricidad y el consumo total de energía. El consumo de electricidad fue medido directamente por medidores de flujo. Mientras que, el consumo total de energía se calculó por la suma del consumo de electricidad y gas natural. Por ende, el consumo total de energía se definió como los valores caloríficos equivalentes del consumo de electricidad y del consumo de gas (10,91 MJ/kWh y 17,6 MJ/m³, respectivamente). También, el consumo de energía tiene características estacionales definidas.

Para González et al. (2018), se pudo concluir una alta relación de región/consumo ya que en las cuatro regiones climáticas se puede observar que para los hospitales en la zona de verano caliente e invierno cálido el consumo anual de electricidad es de 140,7 kWh/m², mientras que el valor es de 45,2 kWh/m² en zona congelada, lo que supone un 67,9% de disminución. Se puede concluir que el consumo anual de electricidad es mayor en la zona sur de China que en la zona norte, lo que es causado por un gran uso de los sistemas de aire acondicionado en verano. Por lo tanto, los hospitales del sur juegan el papel más importante en el consumo total de electricidad, representando el 39,1%.

En el proyecto de la remodelación de la red de distribución eléctrica de media tensión para el servicio de urgencias del hospital Dr. Fernando Escalante Pradilla del instituto tecnológico de Costa Rica Se propone para iniciar su metodología una visita de campo con el fin de observar

el ambiente de trabajo y reconocimiento de las instalaciones y poder justificar la instalación de nuevas redes contemplando la distribución del área con el fin de hacer cumplir la normativa vigente y que sea económicamente viable y presentación de la propuesta económica para la remodelación eléctrica.

Luego de la culminación de la primera etapa se da inicio a la etapa de establecimiento de la memoria de cálculo la cual se define como la definición de las condiciones del rediseño de las redes eléctricas, cumpliendo con las normas técnicas, la memoria de cálculo es un requisito de la compañía prestadora del servicio eléctrico, respetando distintas leyes por parte de la autoridad reguladora de servicios públicos de costa rica. Se seleccionan elementos tales como protectores, conductores y transformadores que cumplan con los requisitos mínimos.

En la etapa tres se plantea realizar el dibujo de los planos eléctricos requeridos para garantizar el debido funcionamiento de la sala de urgencias del hospital trazando las trayectorias de las líneas aéreas como subterráneas, también se diseñaron la ubicación de los postes, tipo de cables a utilizar en la remodelación y demás elementos que conformen la red eléctrica.

Contemplando el factor más importante para el hospital se contempla la evaluación económica del proyecto la cual se realiza por medio de cotización de los insumos que conforman la red como mano de obra, diseños, y demás elementos que se requieran para la debida realización del proyecto, detallando cantidades a utilizar, tipo de materiales a usar, y dividido en tres secciones que sería la remodelación aérea, la transición y el subterráneo.

Por último, en la etapa cinco de este proyecto de remodelación de la red eléctrica se presentó un informe dando a notar las conclusiones generadas en el desarrollo, dando a conocer el impacto que tuvo el proyecto y mostrar la evidencia de la importancia en el cumplimiento de las normas técnicas reguladas en el sistema de tensión, también se presentaron

recomendaciones que da el profesional a la institución para que la misma pueda revisar en un próximo proyecto de redes eléctricas (Fallas,2016).

Por su parte para en la propuesta de mejora del sistema eléctrico de potencia trifásico del hospital Essalud Chocope para aumentar la eficiencia y reducir costos de la universidad César Vallejo de Perú ya que el hospital cuenta con tres puntos de vista principales, el técnico ya que se quiso establecer un conjunto de medidas para aumentar el rendimiento del sistema eléctrico, lo cual fue determinado por medio de una auditoría energética, desde el punto económico se buscó una reducción de en el monto de facturación mensual por concepto de consumo de electricidad y aumentando el rendimiento; esto generando fuentes de empleo internas como externas, mejoramiento del clima laboral brindando capacitación para los trabajadores de mantenimiento eléctrico y de operaciones, también se estipulo la justificación tecnológica ya que la basa en que se podrá renovar, las instalaciones y los equipos para disminuir las pérdidas y consumo de potencia absorbida con nuevas tecnologías como lo son motores de alta eficiencia, transformadores sellados y secos para hospitales, entre otros.

En el desarrollo del proyecto se manejan tres tipos de métodos tales como por el tipo de objetivo, datos empleados y conocimiento que se tiene del objeto de estudio y diseñado con un tipo de investigación preexperimental, ya que estos son el comienzo para la solución del problema en una investigación, ya que se analiza el predominio de una variable sobre otras.

El procedimiento realizado por el ejecutor del proyecto consiste en varias fases tales como:

- Observación del proceso de transformación y distribución de tensión.
- Entrevista al personal de operación, mantenimiento y ejecutivo del Hospital Essalud.
- Mediciones de variables del proceso eléctrico.
- Cálculos de ingeniería.
- Definir propuestas para mejora en el sistema eléctrico.
- Definir nuevas capacidades, eficiencia y costo de la operación.

- La realización del estudio de la protección eléctrica en el sistema de baja tensión.

Desarrollar el análisis económico y financiero de la inversión que realizará el hospital.

La eficiencia energética es un concepto de conjunto de acciones tomadas tanto del lado de la oferta como de la demanda, sin afectar la salud ni la producción, permitiendo un suministro más seguro. Además, se consigue un ahorro en términos de consumo energético y de la economía general de la población. Al mismo tiempo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los recursos financieros de las empresas energéticas.

Desde la perspectiva de la CEPAL (2014), con la creación de la dependencia de Argentina de los consumibles fósiles y con el fin de satisfacer el uso de la misma, se establecen acciones que permitan disminuir el consumo energético en los hospitales y la mitigación de las consecuencias ambientales relacionadas con su utilización. Por lo cual se dirige la aplicación de medidas de eficiencia energética, que le permitan a los hospitales entregar más servicios consumiendo la misma cantidad de energía o los mismo consumiendo menos energía.

Esta investigación se realiza en el hospital Interzonal de Agudos (HIGA) “General José de San Martín” en el pabellón de alta complejidad Alberto o Bossio ubicado en la Plata, en la provincia de Buenos Aires; este es un hospital de 6 plantas, con un total de 40 camas las cuales se usan para internación de pacientes. Para la obtención de la información necesaria en cuanto al uso de energía y su funcionamiento se llevó a cabo un diagnóstico energético de primer grado de las instalaciones, el cual consiste en la inspección visual de su estado de conservación, la obtención de las características constructivas del edificio, características técnicas de los equipos y la información acerca de las condiciones de operación y mantenimiento de estos.

Las mejoras de eficiencia energética propuestas para el pabellón con costo nulo o bajo de implementación que se establecieron en el desarrollo de esta investigación son:

- La realización de la revisión visual periódica de los conductos y de las cañerías con el fin de poder evidenciar posibles averías en el aislamiento de estos. En caso de que se hallen, es necesario reparar estas roturas para evitar la pérdida de energía.
- Llevar a cabo mantenimiento de las enfriadoras por lo menos una vez al año, preferiblemente en la época del año que no son utilizadas con el fin de evitar que el coeficiente de performance disminuya y así poder lograr que todas las enfriadoras estén disponibles para su funcionamiento en cualquier momento.
- Realizar el mantenimiento adecuado para el debido funcionamiento del proceso de ablandamiento del agua que circula por las UTAs, con el fin de prever depósitos e incrustaciones en los serpentines.
- Reemplazar las luminarias actuales (incandescentes y fluorescentes) por tecnología LED, con el propósito de disminuir la carga térmica producida por la iluminación, dado por el calor sensible transferido al ambiente por luminarias incandescentes el cual es estimado en 0,86 Kcal/h por watt instalado, en cuanto que a las fluorescentes se estima este mismo valor más un 25% esto debido al balastro, se estima que con el cambio a tecnología LED disminuiría el consumo aproximadamente un 61%.

De acuerdo a lo anterior, en el estudio, se pudo concluir que, todas las instalaciones utilizadas para el funcionamiento de los establecimientos hospitalarios, la climatización, asociada al sistema de ventilación, es al que mayor consumo energético requiere, presentando una evaluación técnica, energética, económica y ambiental ya que surge de la implementación de DVH la cual permitirá disminuir un 35% el consumo de energía eléctrica anual y un 37% de consumo de gas natural, representando un ahorro anual de \$930.000 pesos argentinos al año calculando una recuperación de la inversión en tan solo tres años.

En el desarrollo del proyecto y en la aplicación de luminarias LED, y analizando el impacto de la instalación de refrigeración, contribuiría a reducir el consumo de electricidad anual en

un 26% lo cual sería representado en un ahorro anual de \$620.000 pesos argentinos y con una recuperación de la inversión en solo seis meses o en dos meses si adicional se considera el ahorro en el consumo eléctrico de la instalación de iluminación. El impacto ambiental que causaría las recomendaciones realizadas por los ejecutores del proyecto llegaría a evitarse alrededor de 317 toneladas de emisión de CO₂ al año.

Desde la perspectiva de Castro (2020), en la realización de la evaluación y diagnóstico de calidad del servicio eléctrico en el hospital de Noria y conociendo la importancia del correcto sistema eléctrico y poder evitar el riesgo que conlleva a las pérdidas de vidas humanas, el daño de equipos médicos ya sean de diagnóstico o terapéuticos usados en el día a día en el hospital.

Se plantean en los objetivos el diagnóstico de la situación del servicio eléctrico; dimensionar adecuadamente los equipos de potencia para el hospital; realizar planos del diagrama unifilar con sus respectivas conexiones de red que llevan hasta los tableros de distribución y el suministro alternativo de energía y por último realizar el análisis económico de la propuesta para el mejoramiento del servicio eléctrico del hospital.

Los autores realizan un tipo de investigación aplicada ya que Murillo (2008), afirma que la investigación aplicada recibe el nombre de “*aplicación empírica o practica*” ya que busca la utilización o aplicación del conocimiento adquirido, y al mismo tiempo se adquieren nuevos conocimientos posterior a la implementación y sistematización de la practica basada en investigación; también se cuenta con un nivel de investigación descriptiva ya que según Hernández, Fernández y Bapstista (2010) el cual afirma que busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno analizado y al mismo tiempo medir los conceptos para describir variables, para lo que realiza un análisis descriptivo del estado eléctrico de un hospital con el fin de poder ser diagnosticado.

La investigación también cuenta con un enfoque cuantitativo ya que este enfoque según Sampieri (2010) es usado para la recolección de datos para poder comprobar la hipótesis, con base a las mediciones numéricas y el análisis estadístico, con el fin de poder establecer los patrones de comportamiento y así mismo poder probar teorías basadas en los datos continuos obtenidos en el hospital y así mismo poder ser teóricamente comprobados con las variables arrojadas.

También se habla del desarrollo por medio del método deductivo ya que según Ander Egg (1997), indica que el razonamiento el cual partir de los casos particulares, con fin de llevarlos a conocimientos generales. Este método permitirá el diseño de la hipótesis, la investigación de leyes científicas con el fin de comprobar su demostración. Este caso puede ser de carácter completa o incompleta.

Se cuenta con un diseño no experimental y transversal ya que el primero según Sampieri (2010), afirma que es el estudio puro, que no tiene ningún tipo de manipulación deliberada en las variables planteadas y en los cuales solo se observar los fenómenos en su ambiente natural y posteriormente ser analizados. Por el hecho que no se manipulará la variable para modificarla se mantendrá con los parámetros anteriormente tomados; diferente el diseño transversal porque se recolectan los datos de un solo momento en su lapso único. Con el único fin de poder describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado como tomar una fotografía o poder medir un parámetro.

En el desarrollo de la investigación se realizan técnicas como la realización de encuestas, la observación, por medio de cuestionarios, realización de una ficha de registros de datos.

El procedimiento de ejecución en el desarrollo del proyecto es el siguiente:

Figura 1. Procedimientos para la ejecución de un plan de mejora de la calidad



Fuente: Castro, 2020.

Para el método de análisis de datos se cuenta con los siguientes parámetros:

- ✓ Recolección de datos obtenidos del análisis de red.
- ✓ Determinación de los parámetros establecidos en las normas IEEE, IEC 61000430 y la norma técnica en salud.
- ✓ Comparación de los datos obtenidos.
- ✓ Analizar los datos recolectados.
- ✓ La determinación si se considera que el Hospital presenta fallas eléctricas que incumplan con las normas establecidas.
- ✓ Por medio de cuadros, planos y cálculos se plasman los resultados de la obtención y análisis de datos, basados en las normas establecidas.

Ya generando las conclusiones del proyecto se estableció que el hospital no contaba con lo necesario para garantizar una buena calidad en el servicio eléctrico ya que incumple con la Norma Técnica en Salud, ya que en la sección seis de instalaciones eléctricas no solo no cuenta con los equipos adecuados sino también no garantiza las condiciones óptimas para el debido funcionamiento ya que en la medición presentan sobretensiones, bajos factores de

potencia, al igual que THD en corriente se encuentra un 30% por encima de los valores máximos establecidos.

Los planos diseñados fueron acordes a los equipos con el fin de especificar con claridad la distribución de equipos, así mismo la conexión y algunas especificaciones para poder facilitar su instalación.

Se proyecta un retorno de la inversión en cinco años y esto teniendo en cuenta que se planifica a veinte años según lo estipulado en las Normas Técnicas en Salud y electrificación de Perú y teniendo en cuenta que llegaría a ser un cliente MT3 esto haciendo que es hospital pague menos por energía activa.

4.2. Marco teórico

El desarrollo teórico de un estudio, es un punto de partida que viabiliza a partir de diferentes autores un abordaje que se desarrolla para aclarar ciertos principios o términos que son relevantes para la puesta en marcha del proceso investigativo, no obstante, la energía eléctrica, requiere ser analizada desde el sector hospitalario, como un componente que conserva un lineamiento normativo, sistemas de costos y un modelo para la puesta en marcha de los servicios en búsqueda de una eficiencia y un mejoramiento continuo para el desarrollo de un sistema de gestión y la participación del uso de la energía como un recurso que requiere ser optimizado.

En Colombia, existe un lineamiento donde se garantiza la materialización de las necesidades con respecto a la seguridad de las instalaciones eléctricas en construcción, correspondiente al Manual del Código Electrónico (NTC 2050), Se basa en estándares aplicables y validados a nivel mundial, asegurando el uso seguro y confiable de las instalaciones eléctricas por parte de los usuarios. Por otro lado, abogan por la racionalización energética, ante la urgente necesidad de conservar sus fuentes, como una de las metas ambientales a alcanzar para evitar

el agotamiento energético. No obstante, existen diferentes formas de concebir la creación de un sistema eléctrico en el sector hospitalario donde se involucran procesos y mecanismos de control que permiten la generación de una eficiencia coherente con los sistemas de costos, manejo interno de la organización y el fortalecimiento de malgastos de recursos para poder garantizar el debido mejoramiento de una organización.

4.2.1. Eficiencia energética en el sector salud

La Evaluación de la Eficiencia (EE) en la energía, puede verse desde la perspectiva de Forocca (2017), corresponde al balance de la energía basada en la determinación de la energía consumida vs las pérdidas en cada componente del proceso. Es decir, la eficiencia energética es un concepto de conjunto de acciones tomadas tanto del lado de la oferta como de la demanda, sin afectar la salud ni la producción, permitiendo un suministro más seguro. Además, se consigue un ahorro en términos de consumo energético y de la economía general de la población. Al mismo tiempo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los recursos financieros de las empresas energéticas (Thomson & Corscadden, 2018). De acuerdo a lo anterior, es necesario analizar el sistema de costos, para poder obtener una comprensión de la EF, se entiende como costos a la suma de erogaciones en las que una persona u organización incurre para la adquisición y compra de un bien o servicio, con el propósito de generar ingresos nuevos a futuro. Los sistemas de costos, es la información con la cual se determina el costo total en el que se incurrió para la realización de un proceso productivo y como se genera el mismo es las actividades que se desarrolla en la producción. (Rojas, 2007)

Si bien, es importante la reducción de los costos y la modificación de conceptos como costo fijo y costo variable, también es primordial prestar atención al valor que los clientes admiten por un servicio. Entonces, los sistemas de costos enfocados al análisis de los factores clave de

los procesos de producción, amplían el panorama económico de la organización. El sistema de costos fundamentado en actividades ha sido catalogado como altamente eficiente para las organizaciones en las que tienen varias clases de producción además de operar en mercados ampliamente competitivos determinando los ciclos y el análisis de la demanda de las actividades realizadas (González, 2015).

El sistema de salud, como mercado de soporte de la sociedad exige la transformación de los sistemas de información evidenciado no solo los gastos, sino también las inversiones que se realizan para establecer la eficiencia de los procesos hospitalarios, teniendo presente que estos procesos no siempre son los mismos ni homogéneos, pues no todos los pacientes requieren el mismo tipo de atención, procedimientos o medicamentos. Los tipos de análisis económicos más utilizados en el sector de la atención en salud son: análisis de minimización de costos: está indicado para comparar alternativas terapéuticas que no han demostrado tener diferencias en la eficiencia del mismo proceso pero están asociadas a un gasto de recursos diferente; análisis de costo-beneficio: permite realizar comparaciones directas entre las ganancias a partir de la evaluación de las consecuencias manifestadas en términos monetarios; análisis costo-efectividad: los beneficios de esta estrategia con medidos a partir de cifras naturales como mortalidad, morbilidad y/o calidad de vida y análisis costo-utilidad: en este análisis los beneficios son fundamentados tanto en la calidad como en la cantidad de vida que el paciente obtuvo como consecuencia de una procedimiento o intervención (Santamaria, 2015).

4.2.2. Modelo ABC en Salud y sistemas integrados

El modelo ABC o el costeo basado en actividades fue planteado principalmente para los procedimientos industriales, pero también fueron aplicados en las empresas de servicios teniendo presente su objetivo generando mayor importancia en el hecho de que sus costos

totales están mayormente conformados por costos indirectos. A partir de esto, la organización es capaz de asumir sus puntos críticos y les permite desarrollar planes de mejora de forma eficaz y enfocada. El ABC genera herramientas para ayudar administrativamente a identificar y analizar la línea crítica y los procesos hospitalarios que puedan ayudar a controlar los costos, esto también permite a las instituciones de salud mejorar la calidad del servicio que prestan. El sistema ABC también entrega datos más reales y exactos que los sistemas de costeo tradicional para las instituciones de salud, permitiendo a las directivas evidenciar los procedimientos que son altamente costosos y no rentables para así hacer la reducción de las actividades que no agregan valor a los procedimientos prestados. El éxito de este modelo está directamente relacionado con la participación de todo el recurso humano de la organización (Godoy, 2006).

De acuerdo a lo anterior, es importante conjugarlo con el uso de la energía desde el sector hospitalario, convirtiéndose en uno de los recursos que más requieren eficiencia al estar las 24 horas activo dentro del funcionamiento de la entidad. Dada la actividad económica del hospital en cuanto a la prestación de servicios médicos debe contar con instrumentos, sistemas e instalaciones que ayuden a la calefacción, enfriamiento, desinfección, administración además de todo el sistema crítico y vital que soportan la vida del paciente dando como resultado un consumo hasta dos o tres veces más elevado que otro tipo de edificios institucionales. Por tanto, es primordial para el sistema administrativo encontrar alternativas para impactar directamente en la reducción del consumo de energía sin que se vean afectadas las comodidades y la prestación del servicio (Wang, F Y Chao, W. 2018).

De acuerdo a lo anterior, para adoptar un sistema energético en edificios, se entiende que los edificios son los responsables de aproximadamente el 32% del consumo total de energía. Por

tanto, es necesario asegurar los objetivos operativos con el mínimo de consumo energético. Estos sistemas de gestión ayudan a lograr ahorros energéticos impactando directamente en el costo de una estructura compleja como un hospital (Bonini et al., 2020).

De acuerdo a lo anterior, necesario reducir la incertidumbre frente a la previsión de la carga, es decir, es un sistema vital que proporciona la información necesaria para evaluar el consumo de energía o servicios públicos dentro de un edificio teniendo como propósito el buen uso y distribución de la energía de media y baja tensión. Además de esto, en un entorno hospitalario donde el flujo de energía es continuo y esencial, los problemas de consumo eléctrico han venido aumentando, permitiendo mediante este proceso identificar falencias importantes en el sistema de distribución eléctrico alcanzando un nivel de gestión óptimo a nivel energético (A. Bagnasco, 2021).

Desde la perspectiva energética, es necesaria la utilización de bancos de condensadores, es un sistema de varios capacitores conectados entre sí que permite el almacenamiento de energía eléctrica lo que permite compensar la energía activa y el factor de potencia. Estos bancos de condensadores tienen como ventajas principales mejorar el perfil de tensión de la red y reducir las pérdidas en la misma (Legrand, 2018).

4.3. Marco legal

En el desarrollo del objetivo principal del proyecto, es indispensable establecer claramente los parámetros legales que se deben cumplir por parte de las entidades de salud para habilitar sus servicios.

Antes de realizar la descripción de las normas aplicables al proyecto, es necesario ampliar el contexto en el que se enmarca la puesta en marcha de este tipo de instituciones.

De acuerdo a lo establecido en la resolución 4445 de 1996 donde se dictan las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares, se determina entre varios aspectos, los requerimientos mínimos a cumplir referente a infraestructura física. Esto conlleva a una serie de intervenciones de tipo arquitectónico, estructural y eléctrico a realizar en la edificación donde presta sus servicios; por lo que se hace obligatorio acogerse al cumplimiento de las normas que rigen los sistemas mencionados.

Por tal razón no sólo se validarán aspectos legales referentes al sistema de salud sino también aspectos inherentes de procesos constructivos de obra para edificaciones de uso exclusivo en salud.

El ministerio de Salud y Protección Social en ejercicio de sus atribuciones, especialmente las conferidas en los artículos 173, numeral 3, de la Ley 100 de 1993, 56 de la Ley 715 de 2001, 58 de la Ley 1438 de 2011, y numeral 13 del artículo 2o del Decreto ley 4107 de 2011, y en desarrollo de los capítulos 1, 2, 3 y 7 del Título I de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 780 de 2016; resuelve emitir la resolución 3100 de 2019 que tiene por objeto definir los procedimientos y las condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud, así como adoptar, en el anexo técnico, el manual de inscripción de prestadores y habilitación de servicios de salud.

Con lo expresado en el párrafo anterior, para que la institución objeto del presente estudio, pueda prestar los servicios de atención en salud deberá surtir exitosamente el proceso de habilitación del servicio, el cual se define según el artículo 6° del Decreto 1011 lo como: "El conjunto de normas, requisitos y procedimientos mediante los cuales se establece, registra, verifica y controla el cumplimiento de las condiciones básicas de capacidad tecnológica y

científica, de suficiencia patrimonial y financiera y de capacidad técnico administrativa, indispensables para la entrada y permanencia en el Sistema, los cuales buscan dar seguridad a los usuarios frente a los potenciales riesgos asociados a la prestación de servicios y son de obligatorio cumplimiento por parte de los prestadores de servicios de salud".

A partir del contexto citado, la estructura legal del presente proyecto, teniendo en cuenta que, es importante partir por la **Constitución Política de 1991**, en la que se establece 'la seguridad social es un servicio público de carácter obligatorio, prestado bajo la dirección, coordinación y control del Estado', que aplica los principios de descentralización, universalidad, solidaridad, equidad, eficiencia y calidad que debe tener el servicio de salud en Colombia. A través de esta, se parten las bases para poder sustentar la posterior **Ley 100 de 1993**, donde se creó el nuevo sistema general de seguridad social en salud. Es decir, un sistema que permite controlar y establecer la regulación de las entidades de salud. Por otro lado, también impactan la **Resolución 4445 de 1996**, por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios; la **Resolución 482 de 2018**, por el cual se reglamenta el uso de equipos generadores de radiación ionizante y su control de calidad en prácticas médicas, veterinarias, industriales o de investigación, a través del otorgamiento de licencias para el ejercicio de dichas prácticas, como la prestación de servicios de protección radiológica; y la **Resolución 3100 de 2019**, por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el manual de inscripción de prestadores y habilitación de servicios de salud.

Las normas anteriormente mencionadas, son un avance en materia de seguridad social y establecen un punto de partida para el sistema de salud mediante el cual, son las bases del presente proyecto. Por otro lado, existen diferentes documentos como el **Reglamento**

Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) es el reglamento encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.

Por otro lado, como base del presente estudio, es necesario tener como punto de partida la **Resolución 90708 del 30 de agosto de 2013**, Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”, seguido de la **Resolución 40122 de 2016**, por el cual se adiciona y modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP”. Estas permiten direccionar el estudio hacia las acciones y la implementación de un análisis con el que se pueda cumplir con las especificaciones y no saltarlas. Finalmente, desde la perspectiva de energía eléctrica, se encuentra la **Normas EBSA**, por las cuales se dictan las condiciones que se deben cumplir por parte del usuario final para solicitar aumento de carga.

5. Metodología

El presente estudio, tiene un enfoque mixto, relaciona características estadísticas y concibe el fenómeno de estudio a partir de los diferentes elementos que conciben el problema para determinar el uso eficiente del consumo de energía eléctrica, para Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación cuantitativa utiliza información estadística inferencial para intervenir en el fenómeno a partir de datos; también, lo cualitativo concibe cómo un fenómeno incide en una población específica.

Por otro lado, el estudio tiene nivel exploratorio-descriptivo, para Ramos (2020), aplica fenómenos de investigación en la búsqueda de examinar sus características en una dinámica específica, lo que permite conocer la mayoría de los datos, información alrededor del problema. No obstante, para poder conocer cuál es la infraestructura eléctrica, fue necesario estudiar a profundidad los diferentes componentes del problema.

También, el diseño es transversal, para Hernández et al. (2014), se observan las variables en un solo momento en el tiempo que es definido por el espectro muestral. También, el tipo de estudio es transversal, por lo cual, no altera la muestra o sus condiciones, sino que propone la mejor alternativa a partir del desarrollo del problema para determinar el potencial eléctrico y cuáles son las medidas administrativas que se proponen para poder impactar en la entidad de salud.

6. Caracterización del consumo actual de energía eléctrica del hospital regional de Moniquirá

Para poder realizar una caracterización específica de la población, es necesario tener en cuenta un análisis externo que permita determinar el macroentorno en el que se desarrollará el presente plan, es decir, a partir de factores Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Económicos y Legales (PESTEL), se pueden tener en cuenta desde diferentes perspectivas una visión holística de la problemática visualizada desde diferentes paradigmas que son importantes analizar.

Figura 2. Modelo PESTEL



Fuente: elaboración propia, 2022.

De acuerdo a lo anterior, frente a lo **político**, se puede analizar que, en el sector hospitalario influyen diferentes aspectos relacionados a las acciones del gobierno frente a la gestión de energías limpias convirtiéndose en un enfoque basado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que globalmente reconocen las acciones por el clima como algo esencial para el desarrollo político y social de una población.

En cuanto a lo **económico**, la sostenibilidad se convierte en un factor clave que incide en la generación de valor frente a la puesta en marcha de proyectos, donde la infraestructura eléctrica, puede verse potenciada o desacelerada de acuerdo a las estrategias que el gobierno plantee frente al precio del Kw, el presupuesto público y el sostenimiento del sistema de salud.

Dentro de lo **social**, inciden diferentes problemáticas teniendo en cuenta que, en el año 2020 y 2021, hubo una pandemia reconocida globalmente y fue necesario realizar reestructuración de diferentes aspectos sociodemográficos, psicosociales y en el sistema de salud contemplando que, la cobertura institucional, requiere ser reforzada para poder enfrentar problemáticas a futuro, lo que requiere la utilización de recursos tecnológicos para poder suplir las necesidades y el gasto.

En los factores **tecnológicos**, el siglo XXI, ha traído nuevas tendencias y evolución desde las herramientas que tienen las instituciones y las personas actualmente, lo que requiere adaptar el uso de nuevas fuentes de energía renovables en el sector hospitalario para poder generar un impacto positivo frente a las finanzas institucionales y se pueda mejorar la incidencia que tiene la energía eléctrica en el gasto institucional.

Lo **ecológico**, trae consigo cambios que, con el paso de los años, ha requerido el sector público para la modernización y actualización de la infraestructura eléctrica, teniendo en cuenta que, existe materiales que son amigables con el medio ambiente y el cambio de enfoque desde el sector hospitalario frente al gasto, puede generar un beneficio a largo plazo utilizando las mejores técnicas que se adapten en mayor medida al contexto.

En cuanto a lo **legal**, hay normatividad vigente que permite la generación de propuestas o planes que hagan posible la construcción de nuevos proyectos dentro de las necesidades institucionales desde lo hospitalario, lo que requiere un análisis desde la aplicación de la ley y el fortalecimiento normativo de la gestión de infraestructura eléctrica.

Por otro lado, al analiza el contexto de la institución desde una perspectiva de análisis interno, en cuanto al histórico del consumo de energía eléctrica mensual del hospital, obtenido mediante el análisis de la información de los 6 últimos recibos de energía, se pretende realizar un inventario general de equipos eléctricos, con el fin de caracterizar la demanda de energía en kwh-mes en cuatro subgrupos de consumo, como lo es el sistema de iluminación, sistema regulado y normal orientado a equipos de oficina, sistema de ventilación y el sistema de emergencia enfocado a los equipos biomédicos.

La siguiente factura corresponde al periodo facturado por la empresa de energía de Boyacá para el mes de abril de 2021 y en ella se encuentra el registro histórico de consumo de los últimos seis meses.

Figura 3. Consumo de energía eléctrica del Hospital Regional de Moniquirá

CONSEJOS PRACTICOS PARA QUE GARANTICES TU SEGURIDAD ELÉCTRICA

- Apaga de inmediato todo electrodomestico que haga chispas y llévalo a reparación.
- No tires de los cables, desenchúfala adecuadamente todo aparato que estés usando.
- Nunca uses herramientas o aparatos eléctricos con las manos mojadas.
- Evita sobrecargar los enchufes.

Tu seguridad eléctrica también es nuestra prioridad, únete a nuestro compromiso de CERO INCIDENTES.

INFORMACIÓN CLIENTE

Cliente: UNION TEMPORAL HOSPITALES BOYACA 2017
 No. C.C.: 951.227.026 N.E. A.
 Dirección: Calle 4a No. 9 - 101
 Ciudad: Moniquirá Contacto: RP

INFORMACIÓN TÉCNICA

Cuenta: 412330601 Ruta Serviga 079 48787621027
 Intenso: 2108 Clase Servicio: Situación No Regulado
 Cargo (kwh): 10.0 Nivel Tensión: Secundaria
 Medidor No.: SARA 121459213 Medidor No.:
 Tipo Medidor: medidor actua Tipo Medidor:
 Circuito: 14126 Nudo Conexión: 20016

CUANTÍA DEL SERVICIO

Mes	Día	Shm	Dtag	Flu	Flue	Flag
1	0	0	2.71	4	0	8

CONTROL DE PRODUCCIÓN DEL SERVICIO

G	V	D	R	P	Cv	Cf	Cu
228.87	41.87	193.26	81.30	91.45	101.38	0.00	623.16

INFORMACIÓN DE PAGOS

Valor Último Pago: \$ 12,102,461 Fecha: 19/04/21
 Saldo esta Factura: \$ 0 Remanente Recauda: \$ 0
 Pendiente Vencible: 1

INFORMACIÓN SUBSIDIO FOMES

Continuo (S/0): 1 V/042 FOMES (S)
 Valor Unitario (S/0/00): No. Factura

INFORMACIÓN DE INTERÉS

No EBSA garantiza en el medio ambiente, por eso te invitamos a hacer una racional de energía, ahorrando los factos de tu casa antes de salir, para conocer más tips ingresa a nuestra pagina: www.ebsa.com.co

DETERMINACIÓN DE SU CONSUMO

Tipo	Código	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Periodo
1:Activa	19025	18511	19199	18415	18742	18996	18811	
14:Inactiva	4816	6712	6915	6695	6712	6805	6776	

DETERMINACIÓN DE SU CONSUMO

Tipo	Código	Lectura Anterior	Lectura Actual	Factor Mult.	Consumo en Lectura	Observ.
AS Contador 13	20289	20281	1	18811	0	
AS Contador 14				6776		

DETALLE DE SU CUENTA

Descripción	Cantidad	Período	Subgrupo / Contribución	VALOR TOTAL
13-Activa-Sencillo	18811	2021/04		\$ 11,840,943
14-Reactiva-Sencillo	6776	2021/04		\$ 1,199,976

DETALLE DE LA FACTURA

Valor Factura periodo: \$ 13,040,919
 I.A.P.A.C-699A-029-1998: \$ 9,976

DETALLE FINANCIACION

Descripción	Valor	Cuentas	Cuentas Cobradas	Saldo	Intereses	Periodicidad	A partir de
							DOCUMENTO EQUIVALENTE N°: 000157367021
							NÚMERO DE CUENTA: 412330601
							PERÍODO FACTURADO: ABR-2021 A ABR-2021
							PAGO OPORTUNO ANTES DE: 01/MAY/2021
							VALOR A PAGAR: \$13,112,175

DETALLE FINANCIACION

Descripción: NIT. 891.800.219-1
 Empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P.
 Punto Energía Compañías

VALOR TOTAL A PAGAR: \$13,112,175
 PAGO OPORTUNO ANTES DE: 01/MAY/2021

Barcode: (415)770999800483(8020)0419330602(3900)0000000000

Fuente: EDSA, 2021.

A continuación, es importante analizar un resumen de los datos obtenidos a partir de las diferentes facturas que tiene el Hospital Regional de Moniquirá de acuerdo a las facturas correspondientes al suministro de energía eléctrica:

Tabla 1. Consumo de energía del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021.

INFORMACION CLIENTE							
Número de cuenta: 412330601							
Cliente: Unión Temporal Hospitales Boyacá 2017							
NIT: 901227025							
Dirección: Calle 4a #9 - 101, Ricaurte, Moniquirá, Boyacá							
INFORMACION TECNICA							
Clase de servicio: Usuario No regulado							
S-kWh Activa: \$628,74							
S-kWh Reactiva: \$170,33							
EVOLUCION DE CONSUMO kWh 2021							
TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Promedio
13 activa	19.005	18.511	19.199	18.415	18.742	18.996	18.811
14 reactiva	6.819	6.712	6.915	6.695	6.712	6.805	6.776
VALOR FACTURADO 2021							
TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Promedio
13 activa	11.949.204	11.638.606	12.071.179	11.578.247	11.783.845	11.943.545	11.827.438
14 reactiva	1.161.480	1.143.255	1.177.832	1.140.359	1.143.255	1.159.096	1.154.213
TOTAL	13.110.684	12.781.861	13.249.011	12.718.606	12.927.100	13.102.641	12.981.651

Fuente: Hospital Regional de Moniquirá, 2021.


De la tabla anterior, se evidencia que el sistema eléctrico de la Institución demanda un promedio mensual de energía activa de 18.811 con una tarifa de \$628.74/kWh y 6.776 de energía reactiva con una tarifa de \$170.33/kWh, para el funcionamiento de todos sus sistemas.

Es importante resaltar del cuadro resumen de la tabla 1, lo siguiente:

- El cliente que aparece registrado en la empresa de energía de Boyacá no es el Hospital Regional de Moniquirá sino la Unión Temporal Hospitales Boyacá 2017. Este usuario al que se hace mención en las facturas de consumo, corresponde a la firma encargada de realizar la construcción y puesta en funcionamiento del hospital.

- La explicación de este evento, se basa en que durante la etapa de construcción se requería tener una provisional de obra eléctrica que suministrara energía eléctrica para las diferentes actividades propias de la edificación y por ende la Unión temporal en su momento tramitó ante la EBSA una cuenta que fue asignada con su respectivo medidor a la dirección del predio.
- Consultando en la oficina regional de Moniquirá de la EBSA, se informa que el trámite del cambio de cliente nunca se realizó por falta de una documentación legal que exige la empresa prestadora del servicio para poder matricular al Hospital Regional de Moniquirá como responsable de la cuenta; por tanto, hasta la fecha del presente documento el cliente sigue apareciendo a nombre de la constructora y como tal es un usuario no regulado.
- Los efectos que se producen en la facturación por ser usuario no regulado se evidencian en el sobre costo de la tarifa por kWh, de acuerdo a la tabla de tarifas de la empresa de energía de Boyacá para el periodo 2021.

Tabla 2. Sobre tarifas de energía eléctrica aplicables al consumo en Boyacá.




INFORMACIÓN

SOBRE TARIFAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

APLICABLES A CONSUMOS EN EL MERCADO REGULADO DE BOYACÁ

TARIFAS MES DE ENERO DE 2021



SECTOR RESIDENCIAL							
CONEXIÓN AL NT 1							
ESTRATO	RANGO DE CONSUMO	ACTIVOS EBSA			ACTIVOS USUARIO		
		TARIFA	CU	S / C	TARIFA	CU	S / C
1	Entre 0 y CS *	256,3713	577,8675	-55,50%	226,5146	623,9550	-56,77%
	Mayor de CS *	577,8675		0%	523,9550		0%
2	Entre 0 y CS *	320,4642	577,8675	-44,54%	283,1431	623,9550	-45,90%
	Mayor de CS *	577,8675		0%	523,9550		0%
3	Entre 0 y CS *	488,7437	577,8675	-15%	445,3618	623,9550	-15%
	Mayor de CS *	577,8675		0%	523,9550		0%
4	Mayor de 0 kWh	577,8675	577,8675	0%	523,9550	623,9550	0%
	Mayor de 0 kWh	693,4410	577,8675	20%	629,7460	623,9550	20%
6	Mayor de 0 kWh	693,4410	577,8675	20%	629,7460	623,9550	20%

SECTOR NO RESIDENCIAL										
CONCEPTO	EBSA NT 1		USUARIO NT 1		NT 2		NT 3		NT 4	
	Comercial	Especial	Comercial	Especial	Comercial	Especial	Comercial	Especial	Comercial	Especial
ACTIVA	693,4410	577,8675	628,7460	523,9550	564,4626	470,3855	525,0817	437,5681	484,1432	411,7869
REACTIVA	229,3869	191,1558	170,3357	141,9465	153,0018	127,5915	125,8311	104,8593	30,4813	25,4019
ACTIVA A.P.	592,3384									

* CS para alturas < a 1.000 MSNM 173 kWh
 * CS para alturas => a 1.000 MSNM 136 kWh

COMPONENTES DEL COSTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO CALCULADO

$$CU_{v,m,i,j} = G_{m,i,j} + T_m + D_{n,m} + CV_{m,i,j} + PR_{n,m,i,j} + R_{m,i}$$

NIVEL DE TENSION		NT 1			NT 2	NT 3	NT 4
CONCEPTO		EBSA	OPUSUARIO	USUARIO			
Generación - Gm,i,j (\$/kWh)		221,4788	221,4788	221,4788	221,4788	221,4788	221,4788
Transmisión - Tm (\$/kWh)		36,0596	36,0596	36,0596	36,0596	36,0596	36,0596
Distribución - Dm,m (\$/kWh)		191,1558	166,5511	141,9465	127,5915	104,8593	25,4019
Comercialización - Cvm,i,j (\$/kWh)		91,2647	91,2647	91,2647	91,2647	91,2647	91,2647
Pérdidas - PRn,m,i,j (\$/kWh)		49,3004	49,3004	49,3004	15,4234	13,3657	8,3609
Restricciones - Rm,i (\$/kWh)		29,1819	29,1819	29,1819	29,1819	29,1819	29,1819
Costo Unitario Cvmn,m,i,j (\$/kWh) CALCULADO		618,4802	593,8756	569,2709	520,9489	496,24897	411,7869
Costo Unitario Cvmn,m,i,j (\$/kWh) APLICADO		577,8675	598,9113	523,9550	470,3855	437,5681	411,7869
Componente Fija Cfm (\$/factura) Calculado		10,599	10,599	10,599	10,599	10,599	10,599

NOTA: A partir del mes de abril de 2020 EBSA inició aplicación de opción tarifaria de conformidad con las resoluciones CREG 058, CREG 012, CREG 104 y CREG 152 de 2020.

Fuente: EBSA, 2021.

Se obtuvo un hallazgo importante, teniendo en cuenta que, los usuarios que no están regulados por la EBSA, como usuario NT 1. sector no residencial. Por lo cual, los usuarios regulados, en el caso particular de las entidades de salud, deben ser clasificadas como NT 4. sector no residencial. Lo anterior, permite inferir que, el consumo de energía tiene un sobre costo por la clasificación en la que se encuentra la organización.

De acuerdo a lo anterior, se pudo analizar la siguiente información:

- En la evolución del consumo histórico de los 6 últimos meses, se evidencia un consumo promedio de 6.776 kWh por concepto de energía reactiva. De acuerdo con la legislación en Colombia que rige para el sector eléctrico a través de la Comisión de Regulación de Energía y Gas; estableció mediante la resolución CREG 097 de 2008 un costo por el transporte de la energía reactiva producida por la demanda, estableciendo

que en caso de que la energía reactiva (kVArh) consumida por un Usuario (usuario final del servicio de energía eléctrica, OR, generador, cogenerador o autogenerador conectado al STR o al SDL), sea mayor al cincuenta por ciento (50%) de la energía activa (kWh) que le es entregada en cada periodo horario, el exceso sobre este límite, en cada periodo, se considerará como energía activa para efectos de liquidar mensualmente el cargo por uso del respectivo sistema.

- De lo anterior, se traduce a una penalidad económica a la cual está siendo sometido el Hospital Regional de Moniquirá por parte de la empresa de energía de Boyacá, por el hecho de estar demandado de la red eléctrica una potencia reactiva que supera en valor al 50% del total de la potencia activa requerida. Por tal razón, en el valor facturado se evidencia un cobro promedio de \$1.100.000 pesos por energía reactiva.

Por otro lado, al caracterizar el sistema eléctrico, se analiza el periodo comprendido entre el 4 y 7 de mayo de 2021 en las instalaciones del Hospital Regional de Moniquirá, con el respectivo acompañamiento del personal a cargo del área de mantenimiento.

En las siguientes tablas se presenta el consumo de energía activa por sistema y por área de funcionamiento dentro de la Institución:

Tabla 3. Consumo de energía activa por sistema y área de funcionamiento Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021.

INFORMACION CLIENTE							
Número de cuenta: 412330601							
Cliente: Unión Temporal Hospitales Boyacá 2017							
NIT: 901227025							
Dirección: Calle 4a #9 - 101, Ricaurte, Moniquirá, Boyacá							
INFORMACION TECNICA							
Clase de servicio: Usuario No regulado							
S-kWh Activa: \$628,74							
S-kWh Reactiva: \$170,33							
EVOLUCION DE CONSUMO kWh 2021							
TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Promedio
13 activa	19.005	18.511	19.199	18.415	18.742	18.996	18.811
14 reactiva	6.819	6.712	6.915	6.695	6.712	6.805	6.776
VALOR FACTURADO 2021							
TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Promedio
13 activa	11.949.204	11.638.606	12.071.179	11.578.247	11.783.845	11.943.545	11.827.438
14 reactiva	1.161.480	1.143.255	1.177.832	1.140.359	1.143.255	1.159.096	1.154.213
TOTAL	13.110.684	12.781.861	13.249.011	12.718.606	12.927.100	13.102.641	12.981.651

Fuente: Hospital Regional de Moniquirá, 2021.

Es importante también analizar cómo está comprendido el sistema de iluminación, teniendo en cuenta que, este es uno de los aspectos que realiza un consumo importante al estar en uso frecuentemente.

Tabla 4. Sistema de iluminación del Hospital Regional de Monquirá 2020-2021.

Sector	Tecnología	Tipo Luminaria	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Instalada (kW)	Horas uso-día	Energía consumida KWh-día	Factor Utilización	Energía consumida KWh-mes
Hospitalización	Habit. Adultos	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	80	27,3	2,18	12	0,60	471,74
	Habit. Adultos	Fluorescente	Decorativa 1x13W	20	13,65	0,27	8	0,60	39,31
	Habit. Pediatría	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	32	27,3	0,87	12	0,60	188,70
	Pasillos	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	12	53,55	0,64	24	0,80	370,14
	Baños	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	4	53,55	0,21	24	0,80	123,38
Central Enfermería	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	8	27,3	0,22	24	1,00	157,25	
Laboratorio	Áreas Generales	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	12	53,55	0,64	24	0,80	370,14
	Pasillos	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	7	53,55	0,37	24	0,80	215,91
	Baños	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	4	53,55	0,21	24	0,80	123,38
Imágenes Diagnósticas	Tomógrafo	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	6	27,3	0,16	12	0,60	35,38
	Rayos X	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	6	27,3	0,16	12	0,60	35,38
	Mamógrafo	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	4	27,3	0,11	12	0,60	23,59
	Pasillos	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	6	53,55	0,32	24	0,80	185,07
	Baños	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	4	53,55	0,21	24	0,80	123,38
Administración	Oficinas	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	12	53,55	0,64	18	0,80	277,60
	Auditorio	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	10	27,3	0,27	6	0,60	29,48
	Pasillos	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	8	53,55	0,43	24	0,80	246,76
	Baños	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	4	53,55	0,21	12	0,80	61,69
Urgencias	Observación	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	28	27,3	0,76	24	0,80	440,29
	Central Enfermería	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X26W	6	27,3	0,16	24	1,00	117,94
	Salas varias	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	12	53,55	0,64	24	0,80	370,14
	Pasillos	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	12	53,55	0,64	24	0,80	370,14
Consulta Externa	Baños	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	8	53,55	0,43	24	0,80	246,76
	Consultorios	LED	Panel Redondo 18W	22	18	0,40	12	0,80	99,79
	Pasillos	LED	Panel cuadrado 48W	10	48	0,48	24	0,80	276,48
Cirugía	Sala Cx 1	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	8	27,3	0,22	18	0,80	94,35
	Sala Cx 2	Fluorescente	Down Ligh Circular 2X13W	8	27,3	0,22	18	0,80	94,35
	Sala de Partos	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	6	53,55	0,32	18	0,80	138,80
	Salas varias	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	12	53,55	0,64	18	0,80	277,60
	Pasillos	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	10	53,55	0,54	24	0,80	308,45
Cafetería	Baños	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	6	53,55	0,32	24	0,80	185,07
	Zona única	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	10	53,55	0,54	24	0,80	308,45
	Baños	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	4	53,55	0,21	24	0,80	123,38
Cuartos Técnicos	Cuartos Eléctricos	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	12	53,55	0,64	1	0,70	13,49
	Centro Cableado	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	4	53,55	0,21	4	0,70	17,99
	Subestación	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	2	53,55	0,11	1	0,70	2,25
	Cuarto bombas	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	6	53,55	0,32	1	0,70	13,49
	Otras zonas	Fluorescente	60x60 T8 - 3x17W	8	53,55	0,43	1	0,70	9,00
Iluminación Exterior	Parqueadero	Sodio	Alumbrado Público 70W	4	70	0,28	12	1,00	100,80
	Fachada	LED	Reflectores LED 100W	2	100	0,20	12	1,00	72,00
Subtotal									6.870

Fuente: elaboración propia, 2021.

Tabla 5. Sistema de aire acondicionado del Hospital Regional de Monquirá 2020-2021.

Sector	Equipo	BTU/h	Cantidad	Potencia (W)	Horas uso-día	Potencia Instalada (kW)	Energía consumida KWh-día	Factor Utilización	Energía consumida KWh-mes
Laboratorio	YORK -YSDA12FS-ADK	12000	2	1090	6	2,18	13,08	1	392,4
Salas Cx	LG - SP182CM	36000	3	4700	0	14,1	0	1	0
Administración	ELECTROLUZ- EASC24A2RSDQW	24000	3	1950	4	5,85	23,4	0,7	491,4
Imágenes Diagnósticas	YORK -YAU-36CWD	36000	2	3800	6	7,6	45,6	1	1368
Subtotal									2.252

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 6. Sistema de equipos de oficina del Hospital Regional de Monquirá 2020-2021.

Equipo	Cantidad	Potencia (W)	Horas uso-día	Potencia Instalada (kW)	Energía consumida KWh-día	Factor Utilización	Energía consumida KWh-mes
Computadores	31	150	12	4,65	55,8	0,8	1339
Impresoras	12	300	1	3,6	3,6	0,8	86
Televisores	52	60	16	3,12	49,92	0,8	1198
Subtotal							2.624

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Por otro lado, con respecto a los equipos médicos, no fue posible llevar a cabo un inventario de los equipos para determinar su potencia nominal debido a restricciones de seguridad expresadas por personal administrativo del hospital. Pero de acuerdo a la conformación de la red eléctrica, la institución de salud cumple con lo exigido por el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE 2013 y en especial el capítulo 517 de la Norma Técnica colombiana NTC 2050 en lo referente al punto de energización de los equipos médicos; los cuales deben ir conectados obligatoriamente a un sistema de emergencia conformado por conjunto de tableros eléctricos con respaldo de generador; por tal razón se procedió a realizar mediciones de las corrientes en los tableros eléctricos de emergencia por medio de un analizador de redes Fluke 435 durante un periodo de 24 horas para obtener los datos presentados en la tabla 7 equipos médicos.

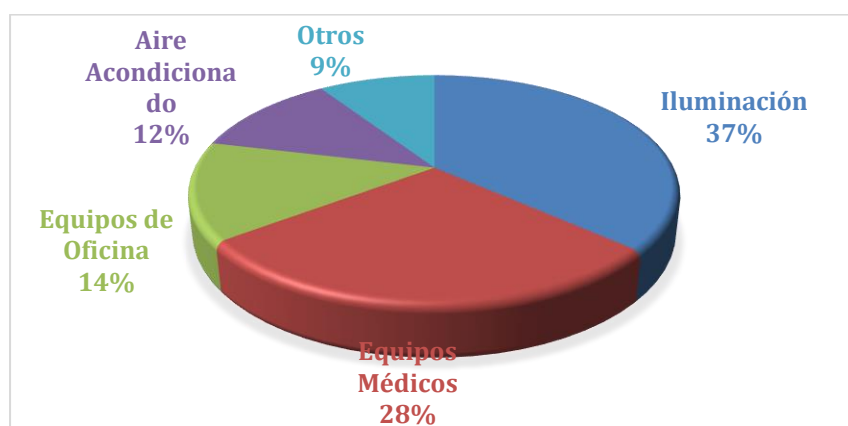
La siguiente tabla, consolida el resumen del inventario eléctrico que se realizó en sitio para los sistemas de iluminación, equipos médicos, equipos de oficina y aire acondicionado.

Tabla 7. Datos obtenidos en terreno del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021.

DATOS OBTENIDOS EN TERRENO			
SISTEMA	Energía Activa kWh-mes	Vr. kWh	Vr. Energia Activa x mes
Iluminación	6.870	628,74	4.319.370
Equipos Médicos	5.316	628,74	3.342.521
Equipos de Oficina	2.624	628,74	1.649.613
Aire Acondicionado	2.252	628,74	1.415.797
TOTAL	17.062	628,74	10.727.300

Fuente: elaboración propia, 2021.

Figura 4. Datos obtenidos en terreno del Hospital Regional de Moniquirá



Fuente: elaboración propia, 2021.

Se puede analizar que, entre los procesos con los que hay un mayor consumo, corresponde a la iluminación (37%) y a los equipos médicos (28%), sin embargo, el sistema de equipos de oficina (14%) y aires acondicionados (12%), tienen una participación relevante dentro del consumo de energía eléctrica.

El consolidado de la figura anterior, muestra que los cuatro sistemas que se caracterizaron en sitio corresponden al 91% del total de la energía activa; siendo el más relevante el sistema de iluminación con un peso del 37%.

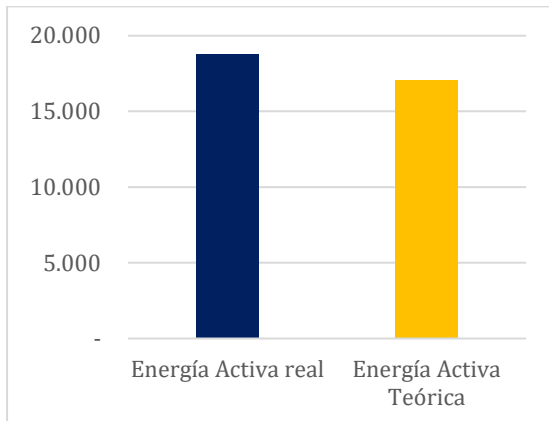
Por otro lado, es importante consolidar la información del histórico de la facturación de los últimos seis meses por concepto de energía eléctrica

Tabla 8. Datos promedio histórico 6 meses factura energía del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021.

DATOS PROMEDIO HISTORICO 6 MESES FACTURA ENERGÍA			
Tipo de Energía	kwh-mes	Vr. kWh	Vr. Energia Activa x mes
Energía Activa	18.811	628,74	11.827.438
Energía Reactiva	6.776	170,33	1.154.128
TOTAL			12.981.565

Fuente: elaboración propia, 2021.

Figura 5. Datos promedio histórico 6 meses factura energía del Hospital Regional de Moniquirá 2020-2021



Fuente: elaboración propia, 2021.

De acuerdo con la figura anterior, la diferencia entre el total de la caracterización del sistema eléctrico realizado en sitio y el consumo real de la energía activa reflejado en la facturación es de aproximadamente 1700 kWh, lo cual se asume corresponde en parte al sistema de bombeo de agua potable (no se pudo tener acceso a los equipos) y a un % de error que se tiene al realizar un conteo físico de los todos los equipos y las horas de uso que se asocian a cada elemento.

Al tener la certeza con base a los resultados mostrados de tener una distribución teórica cercana del 91% del consumo de energía activa por sistema y por equipo, se puede establecer que la caracterización energética es viable para proceder a realizar cualquier tipo de cálculo en el desarrollo del presente documento.

De acuerdo a la caracterización realizada, se logra identificar cuáles son las energías activas del Hospital Regional de Moniquirá y es posible seguir un proceso de evaluación y un plan de acción mediante el cual se pueda establecer un mejoramiento frente al consumo de energía y la optimización de la misma.

7. Análisis de la calidad en la potencia eléctrica en el hospital regional de Moniquirá

Al utilizar un equipo analizador de redes, es importante analizar en el presente estudio, la calidad de la potencia eléctrica es poder evaluar las características de las señales de tensión, corriente y frecuencia para un tiempo determinado, identificando las desviaciones según las normas que aplican para este análisis, evaluar el estado general del sistema eléctrico y equipos, determinar posibles puntos de falla analizando todas las variables eléctricas que influyen en él, inspeccionar calibre de conductores y protecciones para comparar con datos de carga del sistema y verificar que los parámetros medidos se encuentren bajo los requerimientos normativos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la caracterización del Hospital Regional de Moniquirá, se evidencia que el sistema eléctrico del hospital tiene una demanda de energía reactiva por encima de lo permitido por la reglamentación eléctrica en Colombia según resolución de la CREG 097 de 2008. Se busca determinar puntualmente con el estudio de calidad de la potencia eléctrica, cual es el valor total de la energía reactiva (factor potencia) que se consume en el hospital para así establecer las soluciones técnicas a esta inconformidad y evitar el cargo que se aplica por consumo de kVARh.

- **Procedimiento de la medición**

El primer paso en un estudio de calidad de la potencia eléctrica es determinar el punto de conexión del equipo, las variables a medir y el tiempo de registro de las mediciones.

En el caso particular del Hospital Regional de Moniquirá, se necesitaba establecer la demanda total de energía reactiva de la red y para ello el punto de conexión que se utilizó para la instalación del equipo Dranetz 2500, fue directamente a la salida del grupo de medida, para obtener el valor total de reactivos que consume el sistema eléctrico.

Al ser un estudio de calidad completo se programaron las siguientes variables en el equipo analizador de redes:

- Perfil y comportamiento de tensión (**V**)
- Perfil y comportamiento de corriente (**A**)
- Distorsión armónica total de tensión y corriente
- Factor de Potencia (**FP**)
- Frecuencia (**Hz**)

El tiempo recomendado según el estándar del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE 519 de 2014 para el registro y comportamiento de variables como la potencia reactiva es de mínimo 168 horas continuas, lo que corresponde a un periodo de 7 días.

Es importante evidenciar la conexión del equipo de medida por parte de profesionales capacitados para trabajos con partes energizadas, de la siguiente forma:

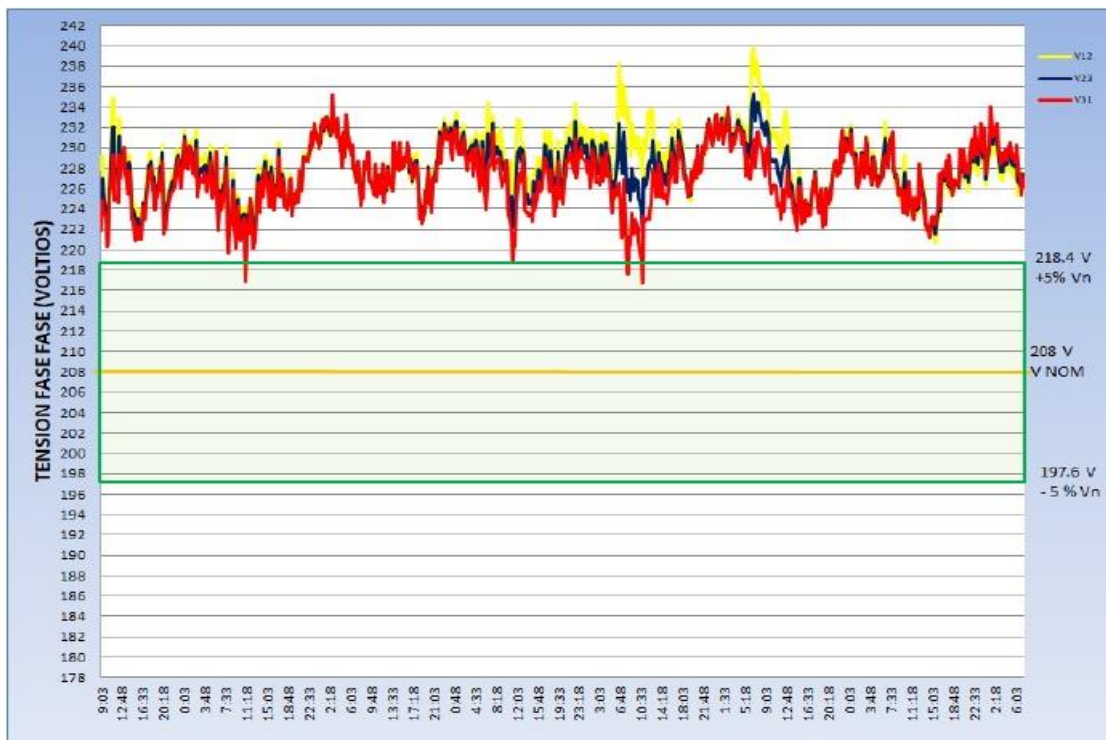
Tabla 9. Imagen de conexión del analizador de redes

Inicio de registro	9:03:00 a. m.	Viernes, 27 de julio 2018
Fin de registro	7:33:00 a. m.	Viernes, 03 de agosto 2018

Fuente: elaboración propia, 2021.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el periodo de medición con sus respectivas observaciones; las gráficas son procesadas mediante software propio del analizador de redes.

Figura 6. Perfil y comportamiento de la tensión



Fuente: Dranetz, 2021.

Tabla 10. Tensión (V) máxima, mínima y promedio.

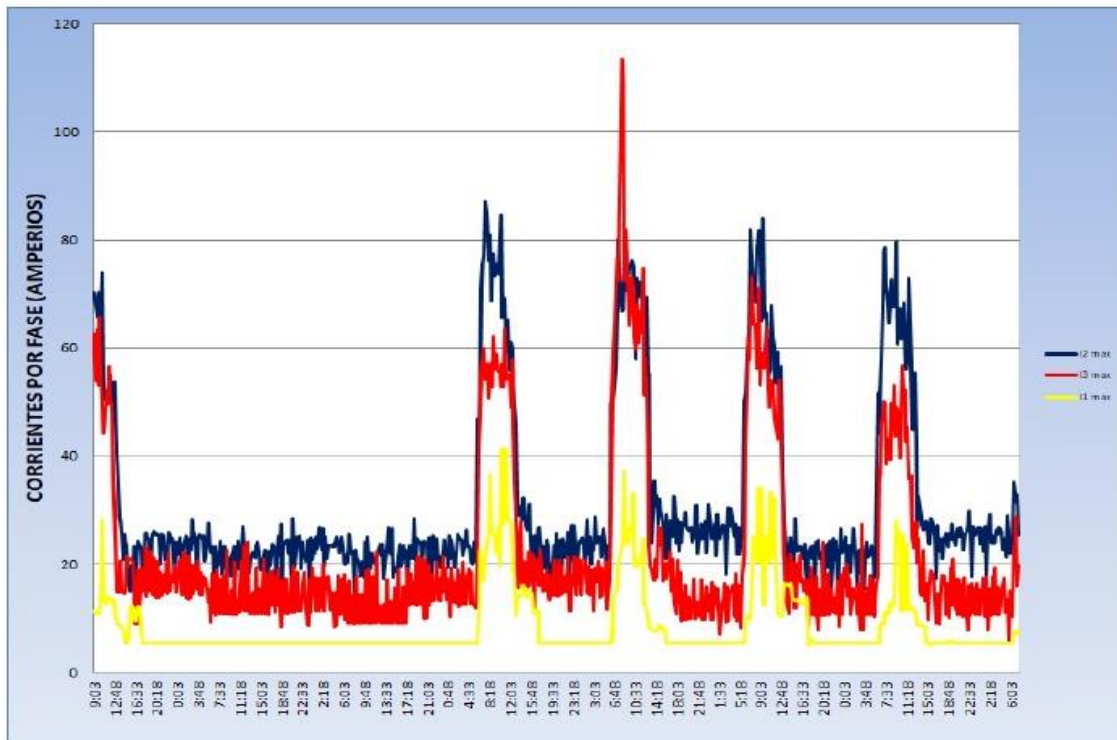
	TENSIÓN (V)		
	L1	L2	L3
MÁXIMO	239,9	235,4	235,2
PROMEDIO	228,6	227,8	227,0
MÍNIMO	218,9	217,9	216,7

Fuente: Dranetz, 2021.

Las tensiones registraron valores balanceados. Las tensiones durante todo el registro permanecieron por encima de valores admisibles teniendo en cuenta que la tensión nominal para la carga instalada es de 208 Voltios. Se recomienda bajar dos posiciones al TAP del transformador para garantizar tensiones más cercanas a la tensión nominal requerida.

Según la Resolución CREG 024/2005 ANEXO 1 Las tensiones en estado estacionario a 60 Hz no podrán ser inferiores al 90% de la tensión nominal, ni ser superiores al 110% de esta durante un periodo superior a un minuto.

Figura 7. Perfil y comportamiento de la corriente



Fuente: Dranetz, 2021.

Tabla 11. Corriente (A) máxima, mínima y promedio.

	CORRIENTE (A)		
	I1	I2	I3
MÁXIMO	414,0	871,0	1130,0
PROMEDIO	86,0	315,0	227,0
MÍNIMO	50,0	145,0	57,0

Fuente: Dranetz, 2021.

Las mediciones de corriente se realizaron de forma indirecta por medio de pinzas con relación de corriente 10/1. Por tanto, los valores presentados en la gráfica deben ser multiplicados X 10.

Las corrientes se encuentran desequilibradas por fuera de los valores admisibles (3% según IEEE 1159 4.4.4 de 2009).

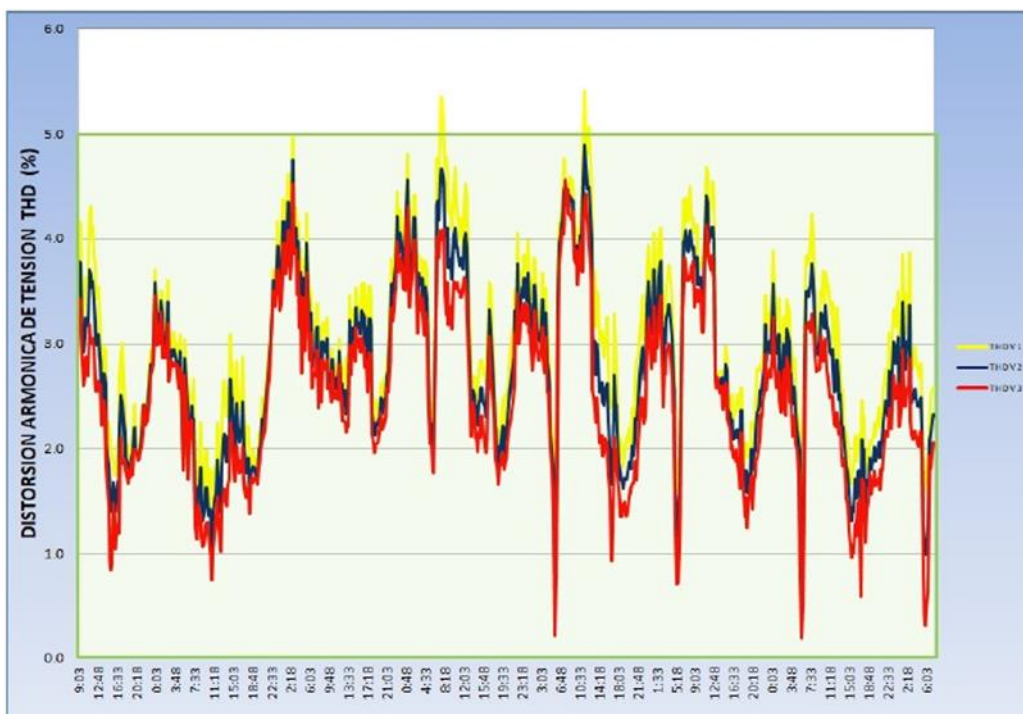
El valor máximo registrado fue de 1130 Amperios y se presenta cuando entra en funcionamiento el sistema de bombeo de agua potable; estas corrientes no se podrían

considerar transitorias ya que su duración es aproximadamente por periodos de hasta 6 horas.

La gráfica muestra un desequilibrio marcado en la línea 1 y tiene que ver con el desbalance que generan las cargas monofásicas en el sistema.

La capacidad máxima de corriente del transformador en estado estacionario es de aproximadamente 1400 A; por lo que se considera que la carga demandada por todos los sistemas eléctricos se encuentra dentro del rango de operación confiable de la subestación eléctrica.

Figura 8. Distorsión armónica total de tensión (THDv)

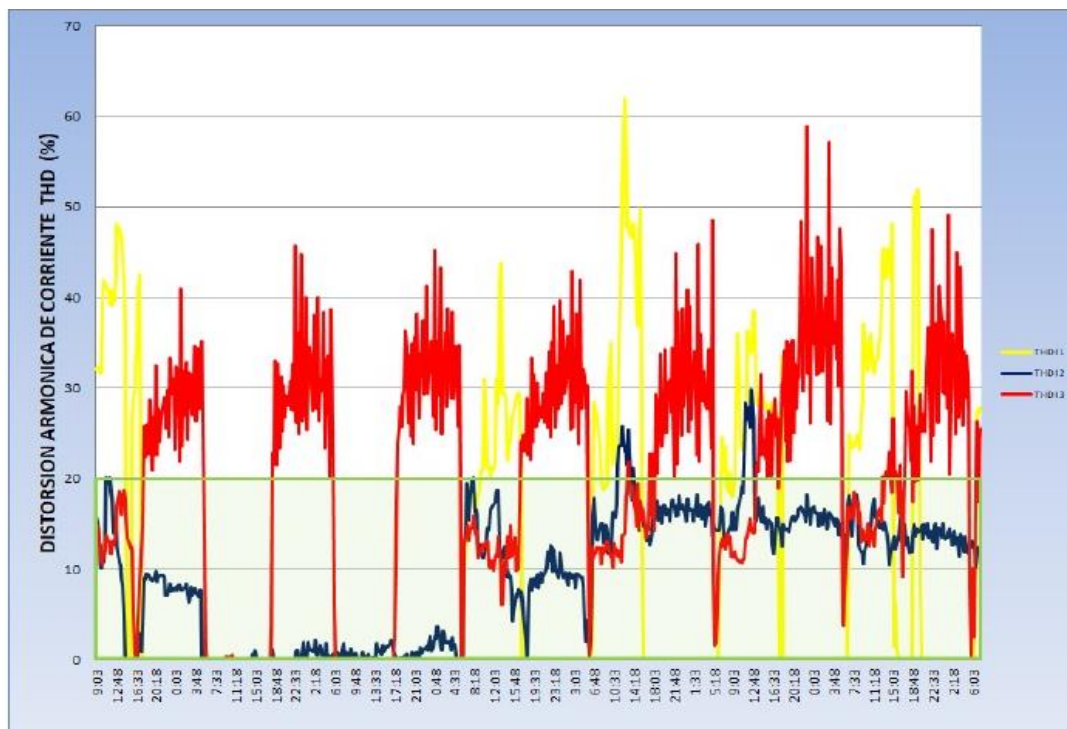


Fuente: Dranetz, 021.

La distorsión armónica de la onda de tensión registra porcentajes inferiores al 5% establecido por la norma IEEE 1159 de 1995, IEEE 519 de 1992 y la resolución CREG 024 DE 2005.

Esta variable no requiere intervención alguna.

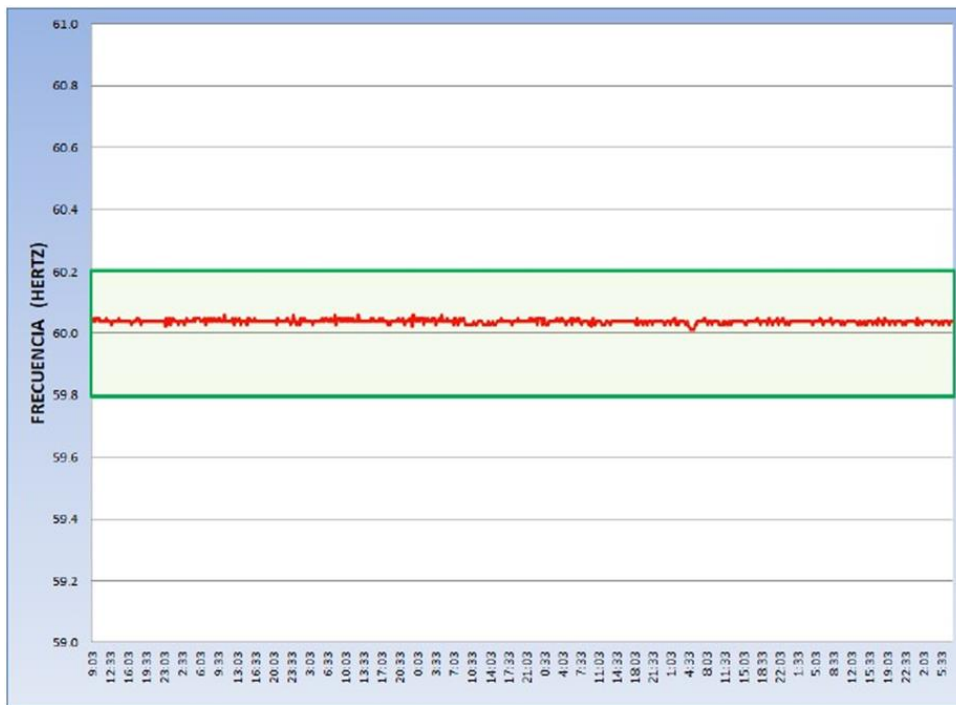
Figura 9. Distorsión armónica total de corriente (THDi)



Fuente: Dranetz, 2021.

La distorsión armónica de la onda de corriente registró valores superiores al máximo admisible (20%) establecido por la norma IEEE 1159 de 1995 e IEEE 519 de 1992. Con el balanceo de cargas esta distorsión disminuirá ostensiblemente.

Figura 10. Frecuencia (Hz)



Fuente: Dranetz, 2021.

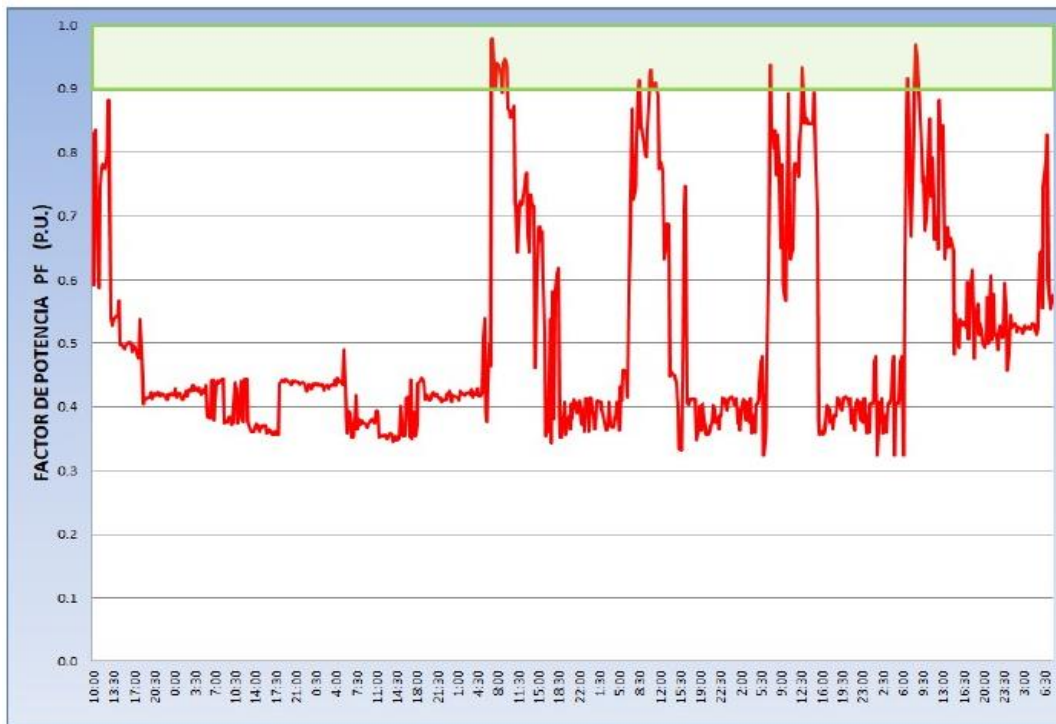
Tabla 12. Frecuencia (Hz) máxima, mínima y promedio.

FRECUENCIA (Hz)	
MÁXIMO	60,06
PROMEDIO	60,04
MÍNIMO	60,01

Fuente: Dranetz, 2021.

La frecuencia se encuentra estable en los 60 Hertz dentro de límites establecidos en la CREG 070/98 la cual determina que la frecuencia nominal del Sistema Interconectado Nacional SIN es 60 Hz y su rango de variación de operación está entre 59.8 y 60.2 Hz en condiciones normales de operación. El operador de red (OR) y los usuarios deben tener en cuenta que, en estados de emergencia, fallas, déficit energético y períodos de restablecimiento, la frecuencia puede oscilar entre 57.5 y 63.0 Hz por un período de tiempo de quince (15) segundos, en concordancia con lo establecido en los numerales 2.2.5 y 5.1 del código de operación incluido en el código de redes (Resolución CREG 025 de 1995)

Figura 11. Factor de potencia



Fuente: Dranetz, 2021.

Tabla 13. Factor de potencia máxima, mínima y promedio.

FACTOR DE POTENCIA	
MÁXIMO	0,98
PROMEDIO	0,51
MÍNIMO	0,32

Fuente: Dranetz, 2021.

Se registra un factor de potencia con valores inferiores a 0.9 durante gran parte del registro.

La Resolución CREG 047 de 2004 modifica la resolución 108/97 Artículo 25° sobre el control al factor de potencia en el servicio de energía eléctrica. El factor de potencia inductiva (coseno phi inductivo) de las instalaciones deberá ser igual o superior a punto noventa (0.90).

La empresa operadora de red exigirá a aquellas instalaciones cuyo factor de potencia inductivo viole este límite, que instalen equipos apropiados para controlar y medir la energía reactiva.

El objetivo del estudio de la calidad de la potencia para el Hospital Regional de Moniquirá se enfocó en encontrar los valores del factor de potencia actuales y que generan en el sistema una demanda de energía reactiva por encima de los límites permitidos por el operador de red. En la figura 11 se evidencia que el factor de potencia permanece en el 95% del periodo registrado por debajo del límite indicado en la normatividad colombiana. Esto conlleva según la teoría expuesta en el marco teórico y reflejado en la factura de energía un aumento de la potencia reactiva necesaria para el funcionamiento del sistema eléctrico de la Institución y que al superar los rangos permitidos por la comisión de regulación de energía y gas se penalizan económicamente. A lo anterior se asocia el cobro mensual de energía reactiva por valor aproximado de \$1.100.000 pesos en cada periodo de facturación.

La mejor alternativa para corregir el factor de potencia es instalar un banco de condensadores que logre sostener el valor de esta variable por encima de 0.90 y así evitar el cobro de reactivos por parte del operador de red.

8. Medidas administrativas para el cambio tecnológico y reducción del consumo de energía

Después de realizar un abordaje que caracteriza y analiza el estado actual del Hospital Regional de Moniquirá, es necesario establecer un plan de acción, mediante el cual, se pueda proponer una forma estratégica desde las decisiones administrativas con las que, se pueda fortalecer el impacto económico frente al uso eficiente de la energía eléctrica y poder mejorar el estado actual de la organización y adquirir un impacto positivo desde lo financiero.

Una de las evidencias destacadas en el presente documento, tiene que ver con la persona responsable del pago del servicio de energía eléctrica que aparece en las facturas generadas por la empresa de energía de Boyacá al Hospital Regional de Moniquirá. Según la facturación mensual por concepto de energía eléctrica el cliente actual a cargo del pago es la Unión Temporal Hospitales 2017. Para el sistema de recaudo de la empresa de energía de Boyacá la Unión Temporal representa una figura jurídica cuya actividad principal según su registro único tributario RUT es la construcción de obras de ingeniería civil y por tanto el sistema automáticamente lo clasifica como un usuario no regulado y le aplica la tarifa de \$628.74 pesos por kWh según la figura 12

Figura 12. Tarifas energéticas 2021 EBSA.



Fuente: EBSA, 2021.

Si el Hospital Regional de Moniquirá en cabeza de su representante legal, lograra matricular la cuenta existente a nombre de la Institución prestadora de salud, inmediatamente puede solicitar el “Beneficio Tarifario Hospitales, Clínicas, Centros y puestos de salud” para que el sistema de facturación lo clasifique como un USUARIO REGULADO NT4 Comercial y la tarifa pasaría a \$494.14 pesos por kWh; lo que implica una reducción en la tarifa de aproximadamente el 21%; que corresponde según la tabla 14 a un ahorro mensual de \$2.532.005 pesos.

Tabla 14. Diferencia entre usuario no regulado vs usuario regulado

USUARIO NO REGULADO - ACTUAL			USUARIO REGULADO - PROYECTADO		
kWh promedio mes	\$ kwh Actual	Vr. Total	kWh promedio mes	\$ kwh proyectado	Vr. Total
18.811	628,74	11.827.438	18.811	494,14	9.295.432
			\$		
			DIFERENCIA X MES 2.532.005		

Fuente: elaboración propia, 2021.

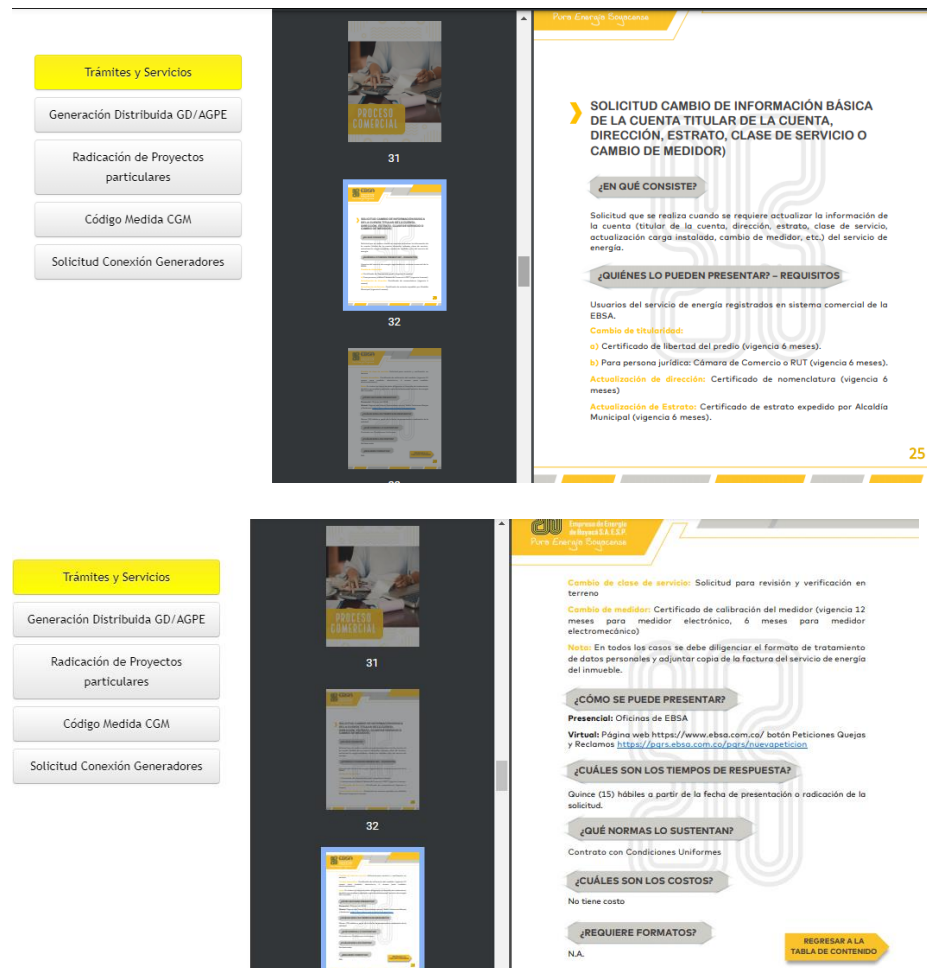
Para proceder a resolver el inconveniente mencionado, se solicitó en la oficina regional de la EBSA ubicada en el Municipio de Moniquirá Boyacá la documentación necesaria para realizar el cambio de usuario o matricular una cuenta nueva como se le denomina en la electrificadora y posteriormente solicitar el beneficio de la tarifa.

El personal encargado del área de servicios indicó que en el sitio web de la organización EBSA (<https://www.ebsa.com.co/servicios-ebsa/tramites-y-servicios/>), se encontraba el procedimiento, la documentación y los costos de cualquier trámite que se quisiera realizar con la empresa de energía de Boyacá EBSA.

Al realizar la respectiva consulta en la página web de la EBSA, se encuentra la información que se muestra en la siguiente figura para el caso puntual de “**solicitud cambio de**

información básica de la cuenta titular de la cuenta, dirección, estrato, clase de servicio o cambio de medidor”.

Figura 13. Solicitud de cambio de información básica del titular de servicio de energía eléctrica



Fuente: Webside de EBSA, 2021.

A continuación, se extrae la información relevante que reposa en el documento de trámites y servicios de la EBSA y que aplica para el presente caso para poder optimizar el consumo de energía eléctrica del Hospital Regional de Monquirá en Boyacá, por lo cual, es necesario estar debidamente informado dentro de los procedimientos con los que es posible optimizar el buen desarrollo de la organización para aprovechar eficientemente los recursos que tiene de la siguiente manera:

- **¿En qué consiste?**

Solicitud que se realiza cuando se requiere actualizar la información de la cuenta (titular de la cuenta, dirección, estrato, clase de servicio, actualización carga instalada, cambio de medidor, etc.) del servicio de energía.

- **¿Quiénes lo pueden solicitar?**

Usuarios del servicio de energía registrados en sistema comercial de la EBSA.

Cambio de titularidad:

a) Certificado de libertad del predio (vigencia 6 meses).

b) Para persona jurídica: Cámara de Comercio o RUT (vigencia 6 meses).

Nota: En todos los casos se debe diligenciar el formato de tratamiento de datos personales y adjuntar copia de la factura del servicio de energía del inmueble.

- **¿Como se puede presentar?**

Presencial: Oficinas de EBSA

Virtual: Página web <https://www.ebsa.com.co/> botón Peticiones Quejas y Reclamos

<https://pqrs.ebsa.com.co/pqrs/nuevapeticion>

- **¿Cuáles son los tiempos de respuesta?**

Quince (15) hábiles a partir de la fecha de presentación o radicación de la solicitud.

- **¿Cuáles son los costos?**

No tiene costo

- **¿Qué datos adicionales hay?**

Todos los procedimientos para la puesta en marcha de la solicitud, requirió seguir los pasos de la página web de la organización EBSA.

Con base a lo anterior el trámite para cambio de titularidad se puede realizar virtual y los únicos documentos que debe tener el Hospital es el certificado de libertad del predio y la

cámara de comercio o RUT del representante Legal, que para efectos de este caso es el Gerente.

Luego de realizado el trámite de cambio de titularidad del cliente, se debe proceder a solicitar el “Beneficio Tarifario Hospitales, Clínicas, Centros y puestos de salud” de acuerdo a lo estipulado por la EBSA en la página web (<https://www.ebsa.com.co/servicios-ebsa/tramites-y-servicios/>) en donde se menciona textualmente lo siguiente:

- **¿En qué consiste?**

Corresponde a solicitud de exención de contribución a entidades prestadoras de servicio de salud, tales son los hospitales, las clínicas, los puestos y centros de salud, cualquiera que sea su naturaleza, pública o privada, con o sin ánimo de lucro.

- **¿Quiénes lo pueden presentar? – requisitos**

Usuarios del servicio energía que se encuentren registrados en la empresa como entidades prestadoras del servicio de salud.

Deben adjuntar los siguientes documentos:

- a) Solicitud expresa del interesado de aplicación de la exención.
- b) Certificación expedida por la entidad competente que la acredite como entidad prestadora del servicio de salud. Vigencia no mayor a 4 años. La dirección de la certificación debe coincidir con la dirección de la cuenta.

- **¿Cómo se puede presentar?**

Presencial: Oficinas de EBSA

Virtual: Página web <https://www.ebsa.com.co/> botón Peticiones Quejas y Reclamos

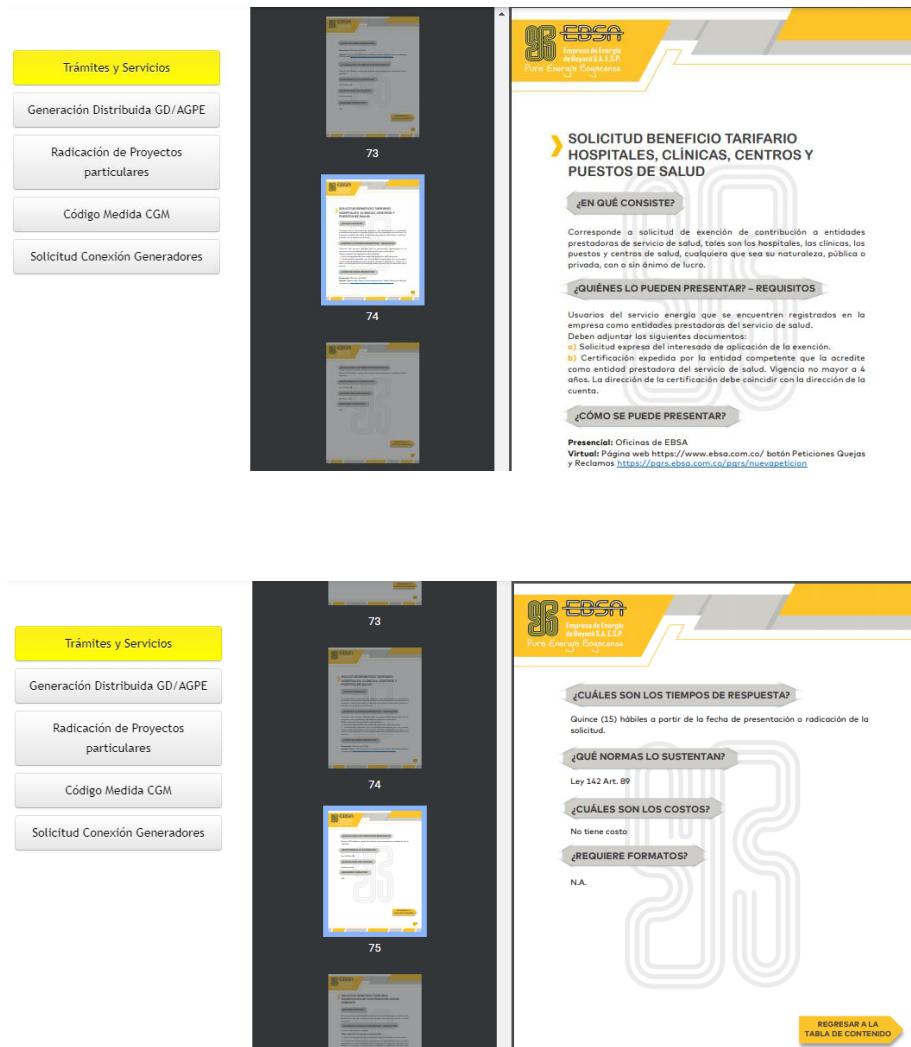
<https://pqrs.ebsa.com.co/pqrs/nuevapeticion>

- **¿Cuáles son los costos?**

No tiene costo

Los tiempos de respuesta son de 15 días hábiles, por lo que el Hospital en un periodo no mayor a dos meses puede empezar a disminuir el costo del servicio de energía por concepto de disminución de la tarifa.

Figura 14. Solicitud cambio de titularidad del servicio de energía eléctrica



Fuente: Webside de EBSA, 2021.

La segunda medida es de tipo tecnológico y tiene que ver con la penalidad por exceso de demanda de energía reactiva que se le aplica al hospital por incumplir con lo estipulado en la Resolución CREG 047 de 2004 sobre el control al factor de potencia en el servicio de energía eléctrica. El factor de potencia inductiva (coseno phi inductivo) de las instalaciones deberá ser igual o superior a punto noventa (0.90). La empresa operadora de red exigirá a aquellas

instalaciones cuyo factor de potencia inductivo viole este límite, que instalen equipos apropiados para controlar y medir la energía reactiva.

En el estudio de calidad de la potencia eléctrica se determinó que el factor de potencia promedio del hospital se encuentra en 0.51 y la repercusión que esto genera es un cobro por energía reactiva mensual de \$1.100.000 pesos según facturación presentada.

La solución a este problema es instalar un banco de condensadores que mejore el factor de potencia y así evitar el cobro de energía reactiva.

Para este caso, se envió la información obtenida de los estudios de calidad de la potencia eléctrica a tres empresas del sector que se dedican al suministro e instalación de bancos de condensadores electrónicos.

Seguidamente, es importante mostrar el costo de la implementación del sistema de compensación por condensadores según las cotizaciones recibidas.

Las tres empresas coincidieron que la capacidad del banco de condensadores debería ser de mínimo 75Kvar fijo, para mantener el factor de potencia siempre por encima de 0.90.

Tabla 15. Análisis del suministro de energía de tres empresas

Descripción	Cant	EMPRESAS		
		KONECTA SAS Vr. Inc. IVA	GALE ELECTRIC Vr. Inc. IVA	GREINDUS Vr. Inc. IVA
Suministro e Instalación de Banco Fijo de Condensadores de 75kVAr-220V, en el municipio de Moniquirá Boyaca. Incluye conexiones con tablero distribución principal.	1	\$ 5.712.000	\$ 6.069.000	\$ 6.664.000

Fuente: elaboración propia, 2021.

El costo promedio de la solución es aproximadamente de \$6.000.000 pesos y el tiempo de fabricación e instalación es de 3 días hábiles.

Según la tabla 15 (valor de reactiva por mes) se evidencia que los cobros por concepto de energía reactiva son uniformes mes a mes; por tanto, se puede aplicar la fórmula básica para calcular el periodo de recuperación de la inversión de la siguiente forma:

Periodo de recuperación de la inversión = inversión inicial/flujo de efectivo por periodo

Para este caso la inversión inicial es el costo del banco de condensadores \$6.000.000 pesos y el flujo de efectivo por periodo, corresponde al valor que se le cobra al hospital mes a mes por penalidad de energía reactiva de \$1.100.000 pesos, lo cual arroja un periodo de recuperación de la inversión de 5.5 meses.

8.1. Cambio de tecnología en el sistema de iluminación

En la matriz de consumo de energía eléctrica mostrada en la tabla 16, el sistema de mayor demanda de energía eléctrica es el de iluminación, con una incidencia del 41% sobre el valor total del consumo.

Hoy en día, se encuentra el reto de las organizaciones por lograr en todo momento la mayor eficiencia, consiguiendo sus objetivos y propósito comercial gestionando mejor sus procesos, con recursos cada vez más limitados. El gobierno colombiano no ha sido ajeno a esta problemática global y ha entrado en la cultura del ahorro de energía, estableciendo una estrategia puntual que contribuye y sigue el mismo camino de las prácticas mundiales y creó el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, en el que se fijaron parámetros que se deben seguir cuando se realizan construcciones nuevas o modificaciones a edificaciones existentes, con el fin de establecer las condiciones técnicas mínimas de los productos y los diseños de iluminación, para alinearse con las políticas de uso racional de la energía.

El Hospital Regional de Monquirá, atendiendo la política pública de uso de fuentes lumínicas de alta eficiencia energética, tiene instaladas luminarias tipo LED (diodo emisor de luz, siglas en inglés) únicamente en el área de consulta externa, lo que representa apenas un 11% del total de las luminarias existentes; en los demás espacios aún cuenta con luminarias tipo fluorescente; que, aunque siendo fuentes que ayudan al ahorro energético no son en la actualidad el sistema más completo que ofrece el mercado.

A continuación, se evalúan las condiciones actuales de funcionamiento de los sistemas de iluminación fluorescentes de la institución y se presenta un comparativo contra las luminarias tipo LED; en el que se registran aspectos relevantes como lo son el consumo de energía, costos de mantenimiento, reposición, vida útil, garantía; entre otros.

Desde lo jurídico, en Colombia, el Decreto 895 de 2008), establece que, las entidades públicas de cualquier orden, deberán sustituir las fuentes de iluminación de baja eficacia lumínica, por fuentes lumínicas de la más alta eficacia disponible en el mercado. Lo anterior, permite justificar la solución del problema teniendo en cuenta la decisión administrativa de cambiar el sistema de iluminación del hospital frente al problema de eficiencia energética.

8.2. Caracterización del sistema de iluminación

Las proyecciones realizadas a continuación, tienen como base un periodo de 5 años; puesto que la luminaria propuesta tiene una vida útil de **50.000 horas (5,7 años aprox.)** Y una garantía extendida por **5 años**.

Para efectos de cálculo, se tendrán en cuenta los siguientes datos:

Tabla 16. Valor total por tipo de iluminación

Item	Tipo Luminaria	Cant.	Consumo Potencia W	Potencia Instalada Total (W)	Vida Util (Horas)	Valor Luminaria	Vr. Total por tipo de Lumin.
1	Fluorescente 3x17W- T8	185	53,55	9.907	20.000	\$ 190.000	\$ 35.150.000
2	Down Light Circular 2X13W	196	27,3	5.351	20.000	\$ 27.000	\$ 5.292.000
3	Decorativa 1x13W	20	13,65	273	20.000	\$ 16.000	\$ 320.000
TOTALES		401		15.531			\$ 40.762.000

Fuente: elaboración propia, 2021.

Según el diagnóstico realizado anteriormente, se identifica que para las áreas analizadas con luminarias tipo fluorescentes, se tienen instaladas un total de 401 unidades que aportan 15.5 kW de potencia instalada; lo que en su momento representó una inversión de \$40.762.000

pesos. (El valor de la luminaria se tomó de cotizaciones solicitadas a proveedores de luminarias en la ciudad de Bogotá).

8.2.1. Estimado de costos de mantenimiento de las luminarias fluorescentes

El valor unitario estimado para los costos de mantenimiento anual tiene involucradas las siguientes variables:

- Cambio como mínimo de 1 vez al año de los tubos fluorescentes (5.000-10.000 horas de vida de la bombillería instalada).
- Cambio de 1 balasto por lo menos 1 vez en 5 años por cada 50 luminarias.
- Cambio de 6 sockets por lo menos 1 vez al año por cada 50 luminarias.
- Costo del personal de mantenimiento designado para realizar estas tareas.

Tabla 17. Costo mantenimiento anual sistema iluminación fluorescente

Item	Tipo Luminaria	Cant.	Costo Mant. Anual	Vr. Total Mant. Anual	Vr. Total Mant. X 5 años
1	Fluorescente 3x17W- T8	185	\$ 15.000	\$ 2.775.000	\$ 13.875.000
2	Down Ligh Circular 2X13W	196	\$ 8.000	\$ 1.568.000	\$ 7.840.000
3	Decorativa 1x13W	20	\$ 5.000	\$ 100.000	\$ 500.000
TOTALES		401		4.443.000	22.215.000

Fuente: elaboración propia, 2021.

De acuerdo a lo anterior, es posible concluir que, frente a el costo anual en el que incurre la administración en temas de mantenimiento a las luminarias fluorescentes asciende a los \$4.443.000 pesos y proyectado a cinco años tiende a un valor cercano a los \$22.215.000 pesos.

Con base en la potencia total instalada del sistema de iluminación actual, el valor promedio del kWh y los datos de costos de mantenimiento asociados a la iluminación identificados en la siguiente tabla, se procede a realizar los cálculos de consumo energético del sistema de iluminación actual y sus respectivos costos representados a continuación:

Tabla 18. Consumo energético y costos totales del sistema

Item	Tipo de Luminaria	Cant.	Consumo Potencia kW	Energía eléctrica mensual Kwh	Vr. Kwh	Vr. Energía mes Kwh	Vr. Energía año Kwh	Costos Mtto año	Total costos año sistema actual	Total costos Sistema Actual x 5 años
1	Fluorescente 3x17W- T8	185	0,054	4.482	\$ 628,7	\$ 2.818.013	\$ 33.816.152	\$ 2.775.000	\$ 36.591.152	\$ 182.955.761
2	Down Light Circular 2X13W	196	0,027	1.688	\$ 628,7	\$ 1.061.313	\$ 12.735.757	\$ 1.568.000	\$ 14.303.757	\$ 71.518.787
3	Decorativa 1x13W	20	0,014	39	\$ 628,7	\$ 24.521	\$ 294.250	\$ 100.000	\$ 394.250	\$ 1.971.252
TOTALES		401		6.209		\$ 3.903.847	\$ 46.846.160	\$ 4.443.000	\$ 51.289.160	\$ 256.445.800

Fuente: elaboración propia, 2021.

De acuerdo a lo anterior, es posible analizar que, frente a los costos totales del nuevo sistema de iluminación, se obtuvo que:

Los costos mensuales por consumo de energía en iluminación fluorescente son de \$3.903.847 pesos, lo cual equivale al 33% del total de la factura.

Los costos anuales, incluido gastos de mantenimiento y consumo de energía en iluminación fluorescente son de \$51.289.160 pesos que proyectado a cinco años es \$256.445.800 pesos

8.2.2. Propuesta con iluminación LED

El Hospital Regional de Moniquirá, a su discreción escoge las luminarias propuestas para el cambio del sistema de iluminación actual basado en el cumplimiento de los parámetros estéticos y técnicos establecidos por el área de proyectos y de acuerdo con los requerimientos del área de mantenimiento en cuanto a su vida útil.

La luminaria con la cual se realizan las proyecciones y estudios tiene una vida útil de 50.000 horas, consumo de 40W para los paneles cuadrados de 60x60 (este panel reemplaza la fluorescente de 3x17W), 13W para paneles redondos de 13 pulgadas de diámetro (reemplaza

la luminaria Down Light circular de 2x13W) y 8W para los paneles redondos de 9 pulgadas de diámetro (reemplaza la luminaria decorativa de 1x13W); todos con 5000k de temperatura y una garantía extendida de 5 años.

Tabla 19. Iluminación Led

Item	Tipo Luminaria	Cant.	Consumo Potencia W	Potencia Instalada Total (W)	Vida Util (Horas)	Valor Luminaria	Vr. Total por tipo de Lumin.
1	Panel LED 60x60	185	40	7.400	50.000	\$ 145.000	\$ 26.825.000
2	Panel redondo 13"	196	13	2.548	50.000	\$ 21.000	\$ 4.116.000
3	Panel redondo 9"	20	8	160	30.000	\$ 16.000	\$ 320.000
TOTALES		401		10.108			\$ 31.261.000

Fuente: elaboración propia, 2021.

Según la proyección, se identifica que para reemplazar un total de 491 luminarias fluorescentes por luminarias LED, el sistema quedaría con 10.1 kW de potencia instalada; lo que representa una inversión de \$31.261.000 pesos. A este valor se le debe adicionar el costo por instalación que en su momento definirá cada uno de los proponentes en el eventual caso de una licitación.

8.2.3. Estimado de costos de mantenimiento de las luminarias LED

El valor unitario estimado para los costos de mantenimiento anual tiene involucradas las siguientes variables:

- Costo del personal de mantenimiento para realizar tareas de limpieza exterior.

**La luminaria proyectada tiene alrededor de 5,4 años de vida útil, y una garantía de 5 años.

Por tanto, los costos de mantenimiento se reducen significativamente.

Tabla 20. Costo mantenimiento anual sistema iluminación LED

Item	Tipo Luminaria	Cant.	Costo Mant. Anual	Vr. Total Mant. Anual	Vr. Total Mant. X 5 años
1	Panel LED 60x60	185	\$ 5.000	\$ 925.000	\$ 4.625.000

2	Panel redondo 13"	196	\$	5.000	\$	980.000	\$	4.900.000
3	Panel redondo 9"	20	\$	5.000	\$	100.000	\$	500.000
TOTALES		401				2.005.000		10.025.000

Fuente: elaboración propia, 2021.

De acuerdo a la tabla anterior, se concluye que el costo anual en el que incurriría la administración en temas de mantenimiento a las luminarias LED sería de \$2.005.000 pesos y proyectado a cinco años tiende a un valor cercano a los \$10.025.000 pesos.

Comparados los costos de mantenimiento entre las dos tecnologías, el sistema LED presenta un ahorro favorable durante cinco años por un valor total de \$12.190.000 pesos, lo cual representa un 55% menos durante el periodo estimado.

De acuerdo al análisis anterior, es posible determinar que la proyección energética y costos de un sistema de iluminación LED por cinco (5) años, puede caracterizarse de la siguiente manera:

Tabla 21. Costo mantenimiento anual sistema iluminación LED por 5 años

Item	Tipo de Luminaria	Cant.	Consumo Potencia kW	Horas promedio de uso mes	Energía eléctrica mensual Kwh-mes	Vr. Kwh	Vr. Energía mes Kwh	Vr. Energía año Kwh	Costos Mtto año	Total costos año sistema actual	Total costos Sistema Actual x 5 años
1	Panel LED 60x60	185	0,04	452	3.348	\$ 629	\$ 2.104.958	\$ 25.259.497	\$ 925.000	\$ 26.184.497	\$ 130.922.487
2	Panel redondo 13"	196	0,013	315	804	\$ 629	\$ 505.387	\$ 6.064.646	\$ 980.000	\$ 7.044.646	\$ 35.223.232
3	Panel redondo 9"	20	0,008	143	23	\$ 629	\$ 14.371	\$ 172.454	\$ 100.000	\$ 272.454	\$ 1.362.272
TOTALES		401			4.175		\$ 2.624.717	\$ 31.496.598	\$ 2.005.000	\$ 33.501.598	\$ 167.507.991

Fuente: elaboración propia, 2021.

Los costos mensuales por consumo de energía en iluminación LED serían de \$2.624.717 pesos, proyectado al año suma \$31.496.598 pesos

Los costos anuales, incluido gastos de mantenimiento y consumo de energía en iluminación LED serían de \$33.501.598 pesos que proyectado a cinco años es \$167.507.991 pesos.

8.2.4. Proyección acumulada en cinco años LED Vs. fluorescente

Tabla 22. Proyección sistema iluminación LED vs fluorescente

SISTEMA ACTUAL ILUMINACIÓN FLUORESCENTE					
Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cantidad de Luminarias	401	401	401	401	401
Consumo energía eléctrica kwh-año	74.508	149.016	223.524	298.032	372.540
valor Consumo total energía eléctrica kwh-año	\$ 46.846.160	\$ 93.692.320	\$ 140.538.480	\$ 187.384.640	\$ 234.230.800
Costo mantenimiento año	\$ 4.443.000	\$ 8.886.000	\$ 13.329.000	\$ 17.772.000	\$ 22.215.000
TOTAL COSTOS SISTEMA ILUMINACIÓN	\$ 51.289.160	\$ 102.578.320	\$ 153.867.480	\$ 205.156.640	\$ 256.445.800

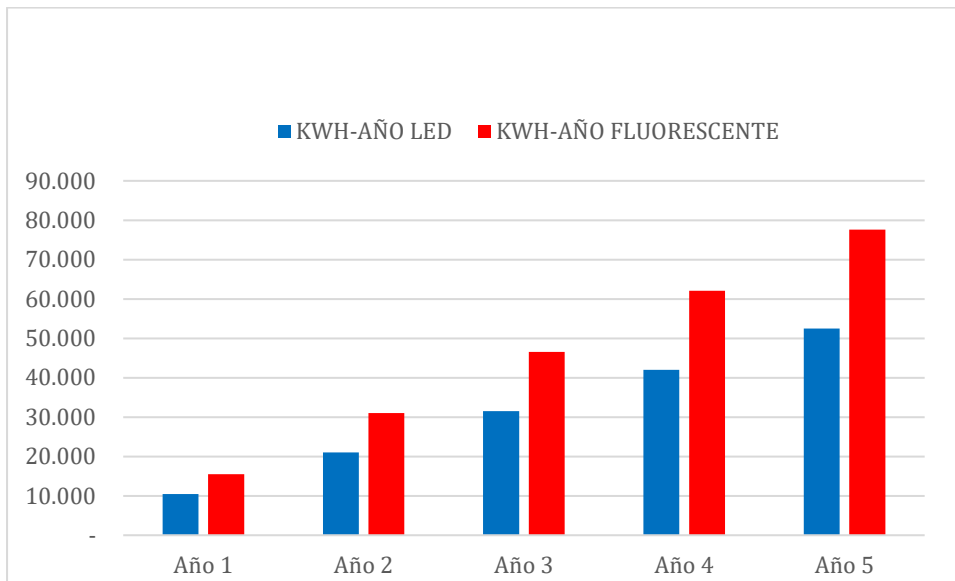
PROPUESTA ILUMINACIÓN SISTEMA LED					
Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cantidad de Luminarias	401	401	401	401	401
Consumo energía eléctrica kwh-año	50.095	100.190	150.284	200.379	250.474
Valor Consumo total energía eléctrica kwh-año	\$ 31.496.598	\$ 62.993.196	\$ 94.489.795	\$ 125.986.393	\$ 157.482.991
Costo mantenimiento año	\$ 2.005.000	\$ 4.010.000	\$ 6.015.000	\$ 8.020.000	\$ 10.025.000
TOTAL COSTOS SISTEMA ILUMINACIÓN	\$ 33.501.598	\$ 67.003.196	\$ 100.504.795	\$ 134.006.393	\$ 167.507.991

Fuente: elaboración propia, 2021.

De acuerdo a los hallazgos encontrados, se puede concluir lo siguiente, teniendo en cuenta que, existe una alternativa que puede potenciar el consumo eficiente de energía eléctrica en el Hospital Regional de Moniquirá:

- El consumo de energía eléctrica con tecnología LED aplicado al sistema actual del Hospital, reflejaría una diferencia de ahorro del 35% con respecto a la tecnología Fluorescente y representa anualmente un ahorro de \$17.787.562 pesos

Figura 15. Proyección consumo Kw-H en 5 años



Fuente: elaboración propia, 2021.

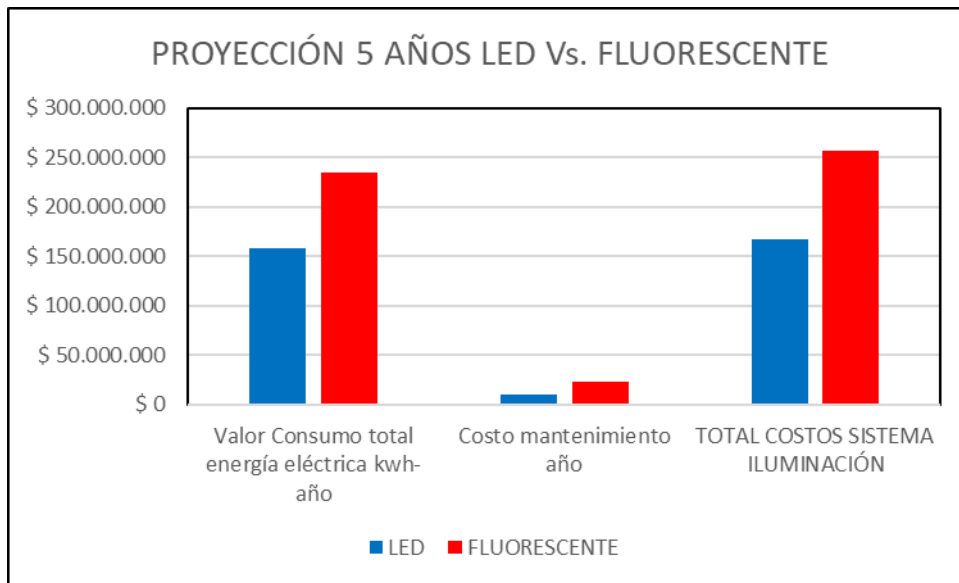
- En cinco años, el sistema de iluminación propuesto LED, representaría un ahorro de aproximadamente \$89.000.000 pesos

Tabla 23. Proyección sistema iluminación LED vs fluorescente por 5 años

PROYECCIÓN 5 AÑOS		
Descripción	FLUORESCENTE	LED
Cantidad de Luminarias	401	401
Consumo energía eléctrica kwh-año	372.540	250.474
Valor Consumo total energía eléctrica kwh-año	\$ 234.230.800	\$ 157.482.991
Costo mantenimiento año	\$ 22.215.000	\$ 10.025.000
TOTAL COSTOS SISTEMA ILUMINACIÓN	\$ 256.445.800	\$ 167.507.991

Fuente: elaboración propia, 2021.

Figura 16. Proyección costos en 5 años Led vs fluorescente



Fuente: elaboración propia, 2021.

Se puede analizar que, el valor del consumo total de energía eléctrica en Kwh-año, frente al costo de mantenimiento y el costo del sistema de iluminación, es mucho menor utilizando el sistema LED. Teniendo en cuenta que, es una alternativa eficiente con el paso de los años para poder mejorar el sistema eléctrico con el uso de las herramientas correctas.

Es decir, el presente estudio, permitió enfrentar problemáticas reales en el Hospital Regional de Monquirá, donde es posible proponer un sistema eléctrico eficiente y una debida caracterización frente a la no regulación de la energía eléctrica para la EBSA, por lo tanto, el presente estudio, es una propuesta que logra establecer un plan de acción frente al mejoramiento de la eficiencia eléctrica de la entidad al poner en marcha las acciones pertinentes y establecer la debida evidencia que logre impactar de manera directa en la organización para la prestación de un mejor servicio al optimizar los costos.

9. Conclusión

A partir del análisis realizado, la optimización de la infraestructura eléctrica hospitalaria se convierte en un alcance que el presente estudio pretende obtener, por lo cual, fue necesario comprender desde lo general a lo particular, los diferentes aspectos relacionados a este.

En primer lugar, al caracterizar el consumo actual de energía eléctrica en el Hospital Regional de Moniquirá, desde una perspectiva macro, se desarrolla un análisis PESTEL en el que se determinan diferentes hallazgos frente al sector teniendo en cuenta la oportunidad tecnológica que hay en el sector hospitalario frente a la implementación de métodos que ayuden a reducir costos de energía utilizando alternativas de mayor impacto. No obstante, desde una perspectiva interna, el hospital, con el paso de los años, ha incrementado la demanda promedio de energía teniendo en cuenta que el cliente se encuentra registrado como una Unión Temporal Hospitales Boyacá 2017, lo que requiere un cambio para que haya una variación positiva en la tarifa del servicio teniendo en cuenta que antes no había documentación legal suficiente para realizarlo, es decir, su usuario está caracterizado como una constructora considerado “usuario no regulado” por lo que es tratado como una organización de otro rubro, esto trae un sobre costo por su mala clasificación.

Aunque el consumo promedio es de 6.776 kWArH, y de energía activa de 18.811 kWArH, el 50% de la energía activa (kWh), excede el límite, lo que es liquidado con un consumo mayor, con un cobro de \$1.100.000 pesos por energía reactiva, lo que se puede optimizar.

Al analizar dónde se obtiene el mayor consumo de energía, es en equipos médicos y en iluminación, estos son los que requieren mayor enfoque frente a la implementación de una propuesta, también debe haber un enfoque en las energías activas frente a las reactivas, porque estas tienen un mayor costo al mes.

Por otro lado, para realizar un estudio de calidad de la potencia eléctrica mediante un equipo analizador de redes, se sustenta en la Resolución del CREG 097 de 2008 para determinar la

calidad del potencial eléctrico o factor potencia frente al consumo de kWaRh. De acuerdo a lo anterior, se instaló el equipo Dranetz 2500, en un momento determinado, a través de la observación de los resultados obtenidos, el 95% del periodo registrado se encuentra bajo la normatividad colombiana, pero, el factor energía, aumenta la potencia reactiva para el funcionamiento del sistema eléctrico, lo que permitirá reducir de \$1.100.000 pesos en cada periodo, se puede mejorar el factor potencia e instalar un banco condensador que permita sostener un valor por encima de 0,9 y evitar cobros reactivos por parte de los operadores de red.

De acuerdo a lo anterior, frente a los hallazgos encontrados, se determinan las medidas administrativas y/o de cambio tecnológico para reducir el consumo de energía eléctrica y su impacto financiero para la institución, se pueden evidenciar diferentes acciones, en primer lugar, el cambio usuario no regulado a regulado, hay una diferencia de \$2.532.005 pesos lo que corresponde al ahorro. Por otro lado, se solicita que, haya un cambio de medidor, al igual que la actualización de la cuenta, dirección, estrato, clase de servicio, entre otros.

Luego de analizar el consumo de energía de tres empresas diferentes, se obtuvo que el costo promedio de la solución es aproximadamente de \$6.000.000 pesos y el tiempo es de 3 días, lo que no se aleja del promedio que manejan otros actores en el mercado.

De acuerdo a lo anterior, se obtuvo que, el uso de un sistema de iluminación LED, también incide positivamente en el gasto energético, lo que trae consigo, una reducción de los costos con el paso de los años con una diferencia del 35%, proyectado a cinco (5) años, el ahorro es aproximadamente de \$89.000.000 pesos, con un beneficio a largo plazo con mayor impacto.

10. Recomendación

Después de obtener diferentes hallazgos, en el presente estudio, es importante recomendar diferentes aspectos que permitirán poner en marcha las acciones correctas para que impacten en la organización.

- Es recomendado el cambio de caracterización del hospital de no regulado a regulado para poder obtener un beneficio frente al costo del kW de servicio público de energía eléctrica.
- Es necesario implementar un sistema de luces LED que genera mayor beneficio y optimización en las instalaciones del hospital, teniendo en cuenta que, de 1 a 5 años, se pueden reducir los costos en el gasto energético.
- Es importante hacer un chequeo y seguimiento continuo del gasto energético por dependencia, oficina o servicio, para poder determinar una priorización al momento de tener problemas de energía a futuro evitando apagones y preservando la integridad de los equipos y los pacientes que requieren equipos activos.

11. Referencias bibliográficas

- Barreto Nieto, C. A. (2012). Relación a largo plazo entre energía y PIB. Medellín: Ecos.
- Bonini M, di Paolo M, Bagnasco D, Baiardini I, Braido F, Caminati M, et al. (2020). Minimal clinically important difference for asthma endpoints: an expert consensus report. *Eur Respir Rev.* 29(156). DOI: 10.1183/16000617.0137-2019
- Cárdenas, J. P., E. Muñoz . (2015). Simplified Life Cycle Assessment Applied to Structural Insulated Panels Homes. España: Revista Ingeniería de Construcción.
- Cámpera, R. S. (2015). La Alta Dependencia de los Combustibles Fósiles con Impacto Negativo Sobre el Ambiente Lleva a Pensar en la Integración de las Energías Renovables, como la Solar, para Disponer de Alternativas que Mejoren la Sostenibilidad de los Sistemas Ambientales. Revista de investigaciones agropecuarias.
- Castro, D. (2020). Elaboración de una propuesta para mejorar la calidad del servicio eléctrico en el Hospital de Especialidades Básicas La Noria. UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55008>
- CEPAL. (2014). Informa Nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la República de Argentina 2014.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37142/4/S1420670_es.pdf
- Chao,W., Xiaohui, H., Xinmin, S. y Jingwei, Z.(2018). Analysis of Handling Stability of Hydraulic Hybrid Vehicle based on ADAMS/Car Simulation.
https://www.researchgate.net/publication/328238987_Analysis_of_Handling_Stability_of_Hydraulic_Hybrid_Vehicle_based_on_ADAMSCar_Simulation
- Comisión de Regulación de Energía y Gas (2004). Resolución No. 047. en ejercicio de sus atribuciones legales, en especial de las conferidas por las Leyes 142 y 143 de 1994 y en desarrollo de los decretos 1524 y 2253 de 1994.

<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/Indice01/Resoluci%C3%B3n-2004-CREG047-2004>

Fallas, D. (2016). Remodelación de la red de distribución eléctrica de media tensión para el servicio de urgencias del Hospital Dr. Fernando Escalante Pradilla Tecnológico de Costa Rica.

Forocca, M. (2017). Estudio de eficiencia energética y mantenimiento centrado en la confiabilidad en las estaciones captación e impulsión.

González, A. (2015). Contabilidad y Análisis de costos. Ed. Grupo Cecsa.

González, A., García, J. y Rodríguez, D. (2018). Evaluation of Energy Consumption in German Hospitals: Benchmarking in the Public Sector. MDPI. 11(9).
<https://doi.org/10.3390/en11092279>

Godoy, M. (2006). Identificación de actividades para el costeo ABC. Unidad de Imagenología, Hospital Clínico de la Universidad de Chile.
https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/108416/ec-ortega_g.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. McGrawHill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Legrand. (2018). Compensación de energía reactiva y monitoreo de la calidad de la potencia. Catálogo. <https://legrand.com.pe/wp-content/uploads/2018/04/Banco-de-Condensadores.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (2008). Resolución 097 de 2008. Comisión de regulación de energía y Gas. https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/espa%C3%B1ol/2-empresas/marco-regulatorio/creg_097_de_2008.pdf

- Rodríguez, I. y Spirán, J. (2020). Propuesta de mejora del sistema eléctrico de potencia trifásico del hospital Essalud Chocope para aumentar eficiencia y reducir costos. Perú. UCV.
- Rojas, R. (2007). Sistemas de costos. Un proceso para su implementación. Universidad Nacional de Colombia.
http://www.fadmon.unal.edu.co/fileadmin/user_upload/investigacion/centro_editorial/libros/sistemas_de_costos_un_proceso_para_su_implementacion.pdf
- Santamaría, A., Herrera, J., Sil, P., Santamaría, N., Flores, M. y De Arco, A. (2015). Estructura, sistemas y análisis de costos de la atención médica hospitalaria. *Elsevier*. 3(1). 134-140. DOI: 10.1016/j.mei.2015.06.001
- Resolución 4445 de 1996 (Ministerio de Salud). Por la cual se dictan normas para el cumplimiento de contenido del Título IV de la ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir las IPS (Instituciones Prestadoras de Salud). 02 diciembre 1996
- Resolución 3100 de 2019 (Ministerio de Salud). Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el manual de inscripción de prestadores y habilitación de servicios de salud. 25 noviembre 2019.
- Decreto 1011 de 2006 (Ministerio de la Protección Social). Por el cual se establece el sistema obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud.
- Constitución Política de la República de Colombia. 20 Julio de 1991. (Colombia).
- Ley 100 de 1993. Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones. 23 de diciembre 1993.

Resolución 482 de 2018. (Ministerio de Salud y Protección Social). Por la cual se reglamenta el uso de equipos generadores de radiación ionizante, su control de calidad, la prestación de servicios de protección radiológica y se dictan otras disposiciones. 22 febrero de 2018.

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Rural). Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes (Creada por la Ley 400 de 1997). Enero 2010

Decreto 1197 de 2016 (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio). "Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1077 de 2015 en lo relacionado con los requisitos de solicitud, modalidades de las licencias urbanísticas, sus vigencias y prórrogas. 21 de julio 2016.

Resolución 90708 de 2013 (Ministerio de Minas y Energía). Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas -RETIE. 30 agosto de 2013.

Resolución 40122 de 2016 (Ministerio de Minas y Energía). Por la cual se adiciona y modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP. 08 febrero del 2016.

EBSA. Empresa de Energía de Boyaca S.A. E.S.P.

https://www.ebsa.com.co/entidad/nuestra_normatividad