

**“GUÍA DE DIAGNÓSTICOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
HOSPITALARIAS EN ÁREAS CRÍTICAS CONFORME A LA REGULACIÓN  
COLOMBIANA”**

**MANUELA GÓMEZ ECHEVERRI  
JOSE ALEJANDRO LEON MONTOYA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
MEDELLÍN  
2013**

**“GUÍA DE DIAGNÓSTICOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
HOSPITALARIAS EN ÁREAS CRÍTICAS CONFORME A LA REGULACIÓN  
COLOMBIANA”**

**MANUELA GOMEZ ECHEVERRI  
JOSE ALEJANDRO LEON MONTOYA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
MEDELLÍN  
2013**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y la Virgencita por la vida, ya que me permitieron por medio de la beca y la tenacidad de mi madre haber estudiado en la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB).

Doy gracias a mi madre por su grandeza puesto que siempre ha sido y es la súper mamá, por su apoyo, sus consejos de aliento, sus trasnochos conmigo, también muy gratificada con mis abuelos que siempre están ahí conmigo, que les gusta que les hable de todos mis proyectos, doy gracias a mi hermano porque me dice “sicópata” y “verraquita” de cómo estudié una carrera tan dura, por trasnochar conmigo A toda mi familia tíos, tías , que me animaron en tondo este proyecto, por la estadías y ayuda a toda mi formación.

Doy gracias a todos los profesores de ciencia básica en especial a Luis Fernando Montoya por ser mi **PAPÁ** en la universidad por escucharme, darme consejos, y aliento de continuar en la carrera, de enseñarme que si otros pudieron porque yo no, de sus analogías de sus risas, abrazos y sonrisas. Siempre te llevare en mi corazón.

Doy gratitudes a los profesores de mi carrera a los estudiantes por haber depositado su confianza en mí como representante de todos los estamentos, de haberme designado como una de las estudiantes distinguidas de la facultad, a los docentes por sus enseñanzas, como también por sus exigencias

Doy gracias a mis amigos que me escuchaban, me regañaban, que trabajamos siempre juntos, de cada enseñanza que me transmitieron, en especial a mis mejores amigos que nunca los voy a olvidar siempre estarán en mi corazón Laura Flórez Araque, Alejo León Montoya, Sebastián Morales, Toshi Nuñez, a Magali por toda su comprensión, servicio, y consejos. Eres la mejor

Gracias a la Escuela de Ingeniería, en especial a los trabajadores administrativos, de vigilancia y de aseo por todas sus ayudas, risas, enseñanzas y lecciones. En especial a Estelita, Rosita, Luis Alfonso y Luisita

Finalmente, mil agradecimientos a la Universidad por haberme permitido ser esa líder en todos los estamentos, por sus sabidurías, valores y por la escucha en el momento de dar a conocer mis opiniones junto con los demás estudiantes.

MANUELA GÓMEZ ECHEVERRI

Doy gracias a Dios y a mi familia (Papa, mama, hermana, abuelos, tías, primo y novia) quienes creyeron en mí, compartieron alegrías, tristezas, traspasos, madrugadas y su incondicional apoyo, hicieron posible un desarrollo como profesional y mejor ser humano.

Gracias a las personas que me apoyaron durante el proceso formativo, académico y profesional; a todos los docentes por sus aportes y conocimientos y a mis compañeros-Amigos (Morales, Nelson, Cata y Manuela) por sus aportes, risas, lloradas y alegrías para mi proceso como ingeniero y persona dentro de la universidad.

JOSE ALEJANDRO LEON MONTOYA

Agradecemos al Director Juan Enrique por su comprensión, apoyo y enseñanzas, a las directivas de la Clínica Pontificia Bolivariana quien facilitó el desarrollo y análisis del presente trabajo, en especial al señor Marcos Batista por su acompañamiento en el proceso del proyecto dentro de las instalaciones de la clínica UPB.

Gracias a los profesores Elkin, Emiro, Jorge W, Idi y Hernán V, ya que en sus clases nos transmitieron la necesidad de estudiar y aprender temas importantes para nuestro desempeño como ingenieros electricistas y poder contribuir con nuestros conocimientos a la sociedad, damos gracias a la Universidad Pontificia Bolivariana por formarnos humanista, académica y profesionalmente.

MANUELA Y ALEJANDRO

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>2. GLOSARIO .....</b>	<b>11</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN A LOS HOSPITALES.....</b>	<b>20</b>
3.1. HISTORIA .....	20
3.2. NIVELES DE ATENCIÓN HOSPITALARIA .....	20
3.3. REFERENCIACION DEL MARCO LEGAL.....	21
3.4. PANORAMA HOSPITALARIO DE ANTIOQUIA .....	23
3.5. ÁREAS CRÍTICAS A DIAGNOSTICAR. ....	24
3.5.1. <i>Cirugía</i> .....	24
3.5.2. <i>Hospitalización</i> .....	25
3.5.3. <i>Cuidados Intensivos</i> .....	25
3.5.4. <i>Emergencias</i> .....	25
<b>4. HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>27</b>
4.1. DIAGNÓSTICO SISTEMA ELÉCTRICO (DSE).....	27
4.2. DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (DEE) .....	12
4.2.1. <i>Metodología</i> .....	10
4.2.2. <i>Estrategias de concientización y cultura</i> .....	11
4.2.3. <i>Medidas y estudio del consumo</i> .....	12
4.2.4. <i>Estudio financiero</i> .....	17
4.3. DIAGNÓSTICO CUMPLIMIENTO REGLAMENTO (DCR). ....	22
4.4. RECOMENDACIONES DEL DIAGNÓSTICO .....	10
4.4.1. <i>Espacio estructural y físico</i> .....	10
4.4.2. <i>Ambiental</i> .....	10
4.4.3. <i>Técnico</i> .....	11
4.4.4. <i>Normativo</i> .....	11
4.4.5. <i>Económico</i> .....	12
4.4.6. <i>Ejemplo de cómo realizar recomendaciones posteriores a los diagnósticos</i> .....	12
4.4.7. <i>Formato</i> .....	14
<b>5. ELEMENTOS Y EQUIPOS BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN HOSPITALARIA.....</b>	<b>17</b>
5.1.1. <i>Subestaciones</i> .....	17
5.1.1. <i>Ups</i> .....	18
5.1.1. <i>Plantas de emergencia</i> .....	18
5.1.2. <i>Aire acondicionado</i> .....	19
5.1.1. <i>Tablero de Distribución</i> .....	25
5.1.2. <i>Tomas</i> .....	26
5.1.3. <i>Luminarias</i> .....	27

<b>6. ASPECTOS PRELIMINARES PARA TENER EN CUENTA EN LA REALIZACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO HOSPITALARIO .....</b>	<b>29</b>
6.1. RIESGOS.....	29
6.2. SEGURIDAD.....	30
6.3. RECURSO HUMANO .....	32
6.3.1. Técnico.....	33
6.3.2. Profesional- ingeniería .....	33
6.4. EQUIPOS.....	34
6.4.1. Multímetro .....	34
6.4.2. Flexómetro .....	35
6.4.3. Luxómetro .....	36
6.4.4. Pinzas amperimétricas.....	36
6.4.5. Analizador de Red.....	37
6.4.6. Megóhmetro .....	38
6.5. INFORMACION TÉCNICA.....	39
6.6. FORMATO DE VERIFICACION ANTES DE INICIAR LA PRIMERA VISITA.....	40
<b>7. HERRAMIENTA PARA IMPLEMENTAR EL DESARROLLO DE LOS DIAGNÓSTICOS.....</b>	<b>41</b>
7.1. I-AUDITOR .....	41
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍAS .....</b>	<b>44</b>

## LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Entidades identificadas en el marco legal hospitalario tomado de (Varón, 2013) .....	22
Ilustración 2. Diagrama Sistema Eléctrico .....	10
Ilustración 3 Diagrama unifilar del sistema eléctrico en instalación hospitalaria.....	10
Ilustración 4 Formato DSE inicial recolección de información (Tomados de Clínica Bolivariana)....	10
Ilustración 5 Formato de visita inicial, información tomada del RETIE .....	11
Ilustración 6. Diagrama y Metodología del Diagnóstico Eficiencia energética.....	10
Ilustración 7 Estrategias del diagnóstico de eficiencia energética .....	11
Ilustración 8 Consumo energético por equipos en una instalación Hospitalaria, basado a análisis de la Clínica Bolivariana (Aníbal Brito Vidal, 2012) .....	13
Ilustración 9. Formatos de consumos energéticos -extraídos de aplicación en Excel .....	16
Ilustración 10. Grafica ejemplo consumo kW/h .....	20
Ilustración 11. Ejemplo-Consumos kW/t obtenido de facturas de energía en clínica Bolivariana ...	22
Ilustración 12. Diagnóstico cumplimiento de reglamento DCR .....	10
Ilustración 13. Formato de Recomendaciones y evidencias fotográficas .....	14
Ilustración 14. Ejemplo de gráficos estadísticos de los datos obtenidos en el DSE, DEE o DCR, tomado de (Aníbal Brito Vidal, 2012).....	15
Ilustración 15 Ejemplo 2 de elementos buenos y malos en una instalación eléctrica hospitalaria (Grafica cualitativa), donde: horizontalmente (1. Hospitalización, 2, Cirugía, 3. UCI y 4. Urgencias) .....	16
Ilustración 21. Subestación clínica Bolivariana .....	17
Ilustración 18 UPS trifásica Galaxy 6000 200/250/300/500 KVA .....	18
Ilustración 19 Esquema planta eléctrica (Losada-Lenis, 2007).....	19
Ilustración 20. Planta eléctrica tomada en la clínica bolivariana.....	19
Ilustración 25 Esquema de circuito frigorífico .....	21
Ilustración 26. Componentes de un equipo acondicionador .....	21
Ilustración 27. Acondicionador de ventana .....	22
Ilustración 28. Equipos partidos o Split.....	23
Ilustración 29. Compacto individual.....	23
Ilustración 30. Chiller o sistema de agua helada .....	24
Ilustración 22 Tablero de distribución, tomado Clínica Bolivariana .....	25
Ilustración 23 Definición tablero hospitalario, tomado de Schneider-Normativa Mexico .....	25
Ilustración 16 Toma GFCI, tomado de (Losada-Lenis, 2007) .....	26
Ilustración 17 Tomacorriente-Grado hospitalario .....	26
Ilustración 24 Niveles típicos de iluminancia. Ministerio de minas y energía de la Republica colombiana, RETIE.....	27
Ilustración 31. 5 Reglas de Oro .....	31
Ilustración 32. Atuendo para áreas críticas en I. Hospitalaria .....	32



Ilustración 33 Regulación legal para profesionales en el área eléctrica, tomado de Legislación de profesiones (electricas, 2013).....	33
Ilustración 34.Toma puesta a tierra .....	35
Ilustración 35. Conexión multímetro .....	35
Ilustración 36. Multímetro Digital.....	35
Ilustración 37Flexómetro .....	35
Ilustración 38 Luxómetro .....	36
Ilustración 39 Pinza amperimétricas y su conexión .....	37
Ilustración 40. Analizador de Redes .....	38
Ilustración 41. Megger.....	38
Ilustración 42. Formato Medidas Pre-Visita Diagnostico .....	40
Ilustración 43 Aplicativo iAuditor.....	41
Ilustración 44iAuditor para sistema operativo Android .....	51
Ilustración 45iAuditor para sistema operativo Apple .....	51
Ilustración 46 Perfil iAuditor .....	52
Ilustración 47 Public Library .....	52
Ilustración 48 Información del formato a descargar.....	53
Ilustración 49 Templates, formatos o descargas .....	54
Ilustración 50 Formato DSE .....	54
Ilustración 51 Ingreso de información empresa o auditor .....	55
Ilustración 52 Formato Equipos para una visita .....	55
Ilustración 53 Lista chequeo elementos de protección personal E.P.P .....	55
Ilustración 54 Lista chequeo de Riesgos.....	55
Ilustración 55 Actividades a realizar .....	56
Ilustración 56 Formato normativas RETIE .....	56
Ilustración 57 Formato normativas NTC2050.....	57
Ilustración 58 Ejemplo de formato NTC2050 .....	58
Ilustración 59 Formato de áreas críticas .....	59
Ilustración 60 ejemplo formato áreas críticas .....	59
Ilustración 61 como se evidencia una no conformidad .....	60
Ilustración 62 Selección de imagen.....	60
Ilustración 63 Imagen a seleccionar.....	61
Ilustración 64 Herramientas de edición .....	61
Ilustración 65 Grabar imagen .....	62
Ilustración 66 Menú Audits .....	62
Ilustración 67 Fin del diagnóstico y exportar en diferentes formato .....	63
Ilustración 68. Certificado Red Semilleros de investigación Antioquia .....	64

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Hospitales antiguos de Antioquia .....	23
Tabla 2. Formato de información Estado de la instalación eléctrica hospitalaria .....	13
Tabla 3 Información de análisis y consumos en una instalación hospitalaria .....	12
Tabla 4.Formato 2 tipo encuesta .....	14
Tabla 5. Elementos de Protección Personal (EPP) .....	30

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A .....	47
CARTA SOLICITUD INGRESO HOSPITAL .....	47
ANEXO B .....	48
ENCUESTA .....	48
ANEXO C .....	50
DOCUMENTOS DADOS POR LA CLÍNICA .....	50
ANEXO D .....	
DIAGRAMA DE FLUJO DE DIAGNÓSTICO SISTEMA ELÉCTRICO .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO E.....	51
APLICATIVO Y MANUAL IAUDITOR.....	51
ANEXO F.....	64
DIAGNÓSTICO CLÍNICA UPB .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO G .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
PARTICIPACIONES CON EL PROYECTO .....	64
ANEXO H .....	65
PUBLICACIONES DEL PROYECTO EN REVISTAS.....	65

## 1. INTRODUCCIÓN

A medida que varían los tiempos, los hospitales se ven forzados a cambios por diferentes motivos, entre ellos se destaca el aumento de usuarios que acceden a los servicios de salud; porque evolucionan tanto los perfiles de mortalidad como las pautas de consumo, la oferta, la innovación tecnológica, la competencia, la nueva instrumentación médica, los cambios en normativas, y los eventos y contingencias naturales.

Estos cambios buscan obligatoriamente la implementación de la ingeniería moderna, que ha contribuido en el desarrollo de proyectos de infraestructura, en la implementación de nuevas tecnologías para la eficiencia energética, en nuevos materiales para las construcciones, y en procesos industriales más estrictos que dan cumplimiento a las normas.

Es de resaltar que muchos de los hospitales y clínicas del Área Metropolitana de la ciudad de Medellín son muy antiguos, y no cumplen a conformidad la evolución de los reglamentos y la normatividad; exceptuando algunos de estos que realizaron ampliaciones en sus inmuebles después de la entrada en vigencia del RETIE, primera fecha el 31 de marzo del 2005 y la segunda el 30 de abril del 2005 y finalmente se expidió la resolución 18 1419 del 25 de abril de 2005.

De lo anteriormente expresado se muestran falencias en las instalaciones hospitalarias y para ello se requiere de una metodología de diagnósticos a las instalaciones eléctricas acordes a los cambios continuos. En este trabajo de grado se presenta un desarrollo en este sentido.

## 2. GLOSARIO

**AISLADOR:** Elemento de mínima conductividad eléctrica, diseñado de tal forma que permita dar soporte rígido o flexible a conductores o a equipos eléctricos y aislarlos eléctricamente de otros conductores o de tierra.

**AISLAMIENTO ELÉCTRICO BÁSICO:** Aislamiento aplicado a las partes vivas para prevenir choque eléctrico.

**ALTA CONCENTRACIÓN DE PERSONAS:** Cuando se pueden concentrar 100 o más personas en cada piso o nivel, o más de 500 personas en todo el edificio.

**ANÁLISIS DE RIESGOS:** Conjunto de técnicas para identificar, clasificar y evaluar los factores de riesgo. Es el estudio de consecuencias nocivas o perjudiciales, vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

**BOMBILLA:** Dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso, por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento o luminiscente si hay pasó de corriente a través de un gas.

**CABLE:** Conjunto de alambre sin aislamiento entre si y entorchado por medio de capas concéntricas.

**CALIDAD:** La totalidad de las características de un ente que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

**CALIDAD DE LA POTENCIA:** La combinación de la disponibilidad del suministro eléctrico junto con la calidad de la tensión suministrada.

**CARGA:** La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

**CARGAS ESENCIALES:** Son cargas que están asociadas directamente al funcionamiento de la planta y al ser desconectadas de la red afecta las condiciones de seguridad de la misma, produce graves daños o demoras muy prolongadas para reiniciar la conexión.

**CARGAS NO ESENCIALES:** Son aquellas que no intervienen directamente en el funcionamiento y su conexión o desconexión. No afecta el desarrollo de las actividades importantes de la empresa ni la seguridad de las personas.

**CAPACIDAD DE CORRIENTE:** Corriente máxima que puede transportar continuamente en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal del servicio.

**CAPACIDAD O POTENCIA INSTALADA:** Es la sumatoria de las cargas en kVA continuas y no continuas, diversificadas; previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, subestación, línea de transmisión o circuito de la red distribuida.

**CAPACIDAD NOMINAL:** El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo o sistema eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas.

**CERTIFICACIÓN:** Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito o por un sello de conformidad, que un producto, un proceso o servicio cumple un reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación.

**CERTIFICADO DE CONFORMIDAD:** Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se puede confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio es conforme con una norma, especificación técnica u otro documento normativo específico.

**CERTIFICACIÓN PLENA:** Proceso de certificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE a una instalación eléctrica, el cual consiste en la declaración de acatamiento suscrita por la persona calificada responsable de la construcción de la instalación, acompañada del aval de cumplimiento mediante un dictamen de inspección, previa realización de la inspección de comprobación efectuada por inspector(es) de un organismo de reconocimiento debidamente acreditado.

**CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL:** Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase, no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos.

**CONDUCTOR A TIERRA:** También llamado conductor de electrodo de puesta a tierra, es aquel que conecta un sistema o circuitos eléctricos intencionalmente a

una puesta a tierra.

**CONFIABILIDAD:** Capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempos dados. Equivale a fiabilidad.

**CONTROL DE CALIDAD:** Proceso de regulación a través del cual se mide y controla la calidad real de un producto o servicio.

**CORRIENTE ELÉCTRICA:** Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro.

**DIAGNÓSTICO CUMPLIMIENTO REGLAMENTO (DCR):** Son los reglamentos, normas, listas de verificación de conformidad y no conformidad, que se han ido extrayendo de los diferentes referentes jurídicos como los son RETIE, RETILAP, NTC 2050, ISO 50001 y buscan una evaluación más detallada para que el sistema eléctrico cumpla con unos requisitos y garantizar el buen estado y funcionamiento de este.

**DIAGNÓSTICO EFICIENCIA ENERGÉTICA (DEE):** Busca analizar el consumo, los costos, los elementos y el cumplimiento de reglamentos y la norma ISO 50001 “sistema de gestión de la energía”

**DIAGNÓSTICO SISTEMA ELÉCTRICO (DSE):** Hace énfasis en el diagnóstico y la identificación de sistemas, tecnologías y equipos eléctricos en cuanto a su funcionamiento, eficiencia, coordinación, maniobra y confiabilidad

**DISPONIBILIDAD:** Certeza de que un equipo o sistema sea operable en un tiempo dado. Calidad para operar normalmente.

**DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DEL TIPO DE CONMUTACIÓN DE TENSIÓN (DPS tipo conmutación):** Un DPS que tiene una alta impedancia cuando no está presente un transitorio, pero que cambia súbitamente su impedancia a un valor bajo en respuesta a un transitorio de tensión. Ejemplos de estos dispositivos son: la vía de chispas, tubos de gas, tiristores y triacs.

**DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DEL TIPO DE LIMITACIÓN DE TENSIÓN (DPS tipo limitación):** Un DPS que tiene una alta impedancia cuando no está presente un

transitorio, pero se reduce gradualmente con el incremento de la corriente y la tensión transitoria. Ejemplo de estos dispositivos son los varistores y Los diodos de su presión.

**DISTANCIA DE SEGURIDAD:** Distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no habrá accidente por acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones o de otros equipos.

**DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA:** Transferencia de energía eléctrica a los consumidores, dentro de una área específica.

**EMPALME:** Conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica.

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA:** Documento que establece características técnicas mínimas de un producto o servicio.

**EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD:** Procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas.

**FACTOR DE RIESGO:** Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional.

**FALLA:** Degradación de componentes. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

**FLUJO DE CAJA:** Cantidad neta de dinero generada por una sociedad con su actividad comercial y otros ingresos es decir diferencia entre los ingresos y los pagos, entradas y salida de efectivo generada por un proyecto.

**HOSPITAL:** Es un establecimiento público o privado en el que se curan los enfermos, en especial aquellos carentes de recursos. Es una institución organizada, atendida y dirigida por personal competente y especializado, cuya misión es la de proveer, en forma científica, eficiente, económica o gratuita, los complejos medios necesarios para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades y para dar solución en el aspecto médico, a los problemas sociales.



**INSPECCIÓN:** Conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA:** Conjunto de aparatos eléctricos, conductores y circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, conversión, distribución o uso final de la energía eléctrica.

**INTERRUPTOR AUTOMÁTICO:** Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada.

**INTERRUPTOR DE USO GENERAL:** Dispositivo para abrir y cerrar o para conmutar la conexión de un circuito, diseñado para ser operado manualmente. Cumple funciones de control y no de protección.

**LUGAR (CLASIFICADO) PELIGROSO:** Aquella zona donde están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables, polvos combustibles o partículas volátiles de fácil inflamación.

**LUMINANCIA:** Es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz. También llamado brillo fotométrico. Su unidad es la candela por metro cuadrado.

**LUMINARIA:** Componente mecánico y óptico de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

**MANTENIMIENTO:** Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

**MODELO:** Procedimiento matemático que permite simular la evolución de variables y propiedades de un sistema, durante el desarrollo de un fenómeno físico o químico. Representación abstracta de un sistema.

**NIVEL DE ATENCIÓN II Y III DE HOSPITALES:** Son las instituciones prestadoras de servicios de salud pública y privadas, debidamente habilitadas y certificadas según legislación vigente, para la prestación de servicios de salud, acorde con el perfil de morbimortalidad y carga de la enfermedad, con criterios de eficiencia y

racionalidad en el gasto.

Las atenciones de los hospitales de nivel II Y III son:

Atención del proceso de gestación partos y puerperio, en pediatría, oftalmología y optometría, renales, resonancia magnética, tratamiento cáncer, etc.

**NORMA:** Son aquellas disposiciones que el poder público por medio de su organización legislativa señala con obligaciones para la obediencia general.

**NORMA TÉCNICA:** Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos, cuya observancia no es obligatoria.

**NORMA DE SEGURIDAD:** Toda acción encaminada a evitar un accidente.

**ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN:** Entidad reconocida por el gobierno nacional, cuya función principal es la elaboración, adopción y publicación de las normas técnicas nacionales y la adopción como tales de las normas elaboradas por otros entes.

**PLANO ELÉCTRICO:** Representación gráfica de las características de diseño y las especificaciones para construcción o montaje de equipos y obras eléctricas.

**PUESTA A TIERRA:** Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

**RAMAL CRÍTICO:** Subsistema de un sistema de emergencia consistente en alimentadores y circuitos ramales que suministran corriente al alumbrado de trabajo, circuitos especiales de fuerza y determinados tomacorrientes seleccionados para servir áreas y funciones de atención al paciente y que están conectados a fuentes de alimentación alternativas por uno o más conmutadores de transferencia durante la interrupción del servicio normal.

**REGLAMENTO:** Conjunto de reglas que se acoja a las normas, creadas por una autoridad para regir una actividad o un organismo, el reglamento contiene una

serie de indicaciones que son las que nos dicen la manera en la cual debe llevarse a cabo una actividad, es de régimen cumplimiento.

**REGLAMENTO TÉCNICO:** Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observación es obligatoria.

**RETIE:** Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

**SALAS DE CIRUGÍA:** Son aquellas donde se llevan a cabo las intervenciones quirúrgicas. Según el tipo y la gravedad de la intervención se llevan a cabo aquí las analgesias (eliminación de la sensibilidad del dolor) o las anestесias (narcosis parciales o totales). También se utilizan equipos médicos eléctricos para control y reanimación, electrobisturías, aparatos de rayos x, etc.

**SEGURIDAD:** Estado de riesgo aceptable o actitud mental de las personas.

**SISTEMA:** Conjunto de componentes internacionales e interactuantes para llevar a cabo una misión conjunta. Admite ciertos elementos de entrada y produce ciertos elementos de salida en proceso organizado.

**SISTEMA ELÉCTRICO ESENCIAL:** Sistema compuesto por fuentes de alimentación alternativas y todos los sistemas de distribución y equipos auxiliares conectados y necesarios, para asegurar la continuidad del suministro eléctrico a determinadas áreas y funciones de una institución de asistencia médica durante un corte del suministro normal y diseñado además para minimizar las interrupciones dentro del sistema interno de alambrado.

**SISTEMA DE EMERGENCIA:** Un sistema de potencia y control destinado a suministrar energía de respaldo a un número limitado de funciones vitales, dirigidas a garantizar la seguridad y protección de la vida humana.

**SISTEMA DE POTENCIA AISLADO:** Sistema que contiene un transformador de aislamiento o equivalente, un monitor de aislamiento de línea y sus conductores de circuito no puestos a tierra.

**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT):** Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a

tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

**SISTEMA ININTERRUMPIDO DE POTENCIA (UPS):** Sistema diseñado para suministrar electricidad en forma automática, cuando la fuente de potencia normal no provea la electricidad.

**SOBRECARGA:** Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

**SOBRETENSIÓN:** Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

**TASA DE INFLACIÓN:** Aumento que experimentan los precios en un año medido de forma porcentual.

**TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR):** Tipo de descuento que iguala el valor en el presente de los flujos de entrada positivos con el flujo de salida inicial y otros flujos negativos posteriores.

**TENSIÓN NOMINAL:** Valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

**TIERRA:** Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura tubería de agua. El término "masa" sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

**TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación):** son aquellas herramientas computacionales e informáticas que procesan, almacenan, resumen, recuperan y presentan información representada de la más variada forma.

**TOMACORRIENTE:** Dispositivo con contactos hembra, diseñado para instalaciones fijas en una estructura o parte de un equipo, cuyo propósito es establecer una conexión eléctrica con un clavija.

**UNIDAD DE CIRUGÍA AMBULATORIA:** Es aquella en la cual se realizan procedimientos quirúrgicos a pacientes previamente programados que requieren un tipo especial de cirugía de baja y mediana complejidad, así como otros procedimientos diagnósticos y terapéuticos.

**UNIDAD DE HOSPITALIZACIÓN:** La unidad de hospitalización tiene como función la atención integral del paciente que requiere permanecer en el establecimiento de salud para recibir atención médica y de enfermería, estar bajo vigilancia y monitoreo, así como recibir apoyo de procedimientos diagnósticos y tratamiento para su plena recuperación.

**USUARIO:** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. Al último usuario se denomina también consumidor.

**VALOR ACTUAL NETO DE UNA INVERSIÓN (VPTN):** *En* materia de inversión en activos financieros, es el valor presente de todos los cobros y los pagos derivados de sus suscripción y tenencia, actualizado mediante un determinado tipo de descuento ajustado a sus riesgo, y bajo la hipótesis de que tales cobros y pagos se reinvirtieran o financiaran, respectivamente, a igual tipo de interés que el utilizado para el cálculo del rendimiento, hasta el vencimiento del activo.

**VALOR PRESENTE NETO (VPN):** Es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: MAXIMIZAR la inversión. El Valor Presente Neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las PyMES.

### 3. INTRODUCCIÓN A LOS HOSPITALES

#### 3.1. HISTORIA

A lo largo de la historia en la sociedad se ve reflejada la necesidad de las construcciones e implementaciones de las tecnologías, que han sido exploradas durante las diferentes épocas. Hoy en día una de las construcciones más importantes son los hospitales, “definidos como el espacio en el que se desarrollan todo tipo de servicios vinculados a la salud. En estos recintos, por lo tanto, se diagnostican enfermedades y se realizan distintos tipos de tratamientos para restablecer la salud de los pacientes”. (Hospital, 2008-2013).

#### 3.2. NIVELES DE ATENCIÓN HOSPITALARIA

En **primer nivel de atención** se llevan a cabo actividades de promoción y prevención, prestación de actividades del Plan de Atención Básica (PAB), consulta de medicina general, odontología general, laboratorio clínico e imagenología de baja complejidad, hospitalización y atención de urgencias y partos de baja complejidad, terapia respiratoria, optometría, nutrición y psicología.

En **segundo nivel de atención** se realiza consulta médica, hospitalización y atención de urgencias de especialidades básicas (ginecoobstetricia, pediatría, medicina interna y cirugía) y algunas subespecialidades como atención de partos y cesáreas de mediana complejidad, laboratorio e imagenología de mediana complejidad, atención odontológica general y especializada, consultas de nutrición, psicología, optometría y terapias de apoyo para rehabilitación funcional.

En **tercer nivel de atención** se prestan servicios de consulta médica, hospitalización y atención de urgencias de especialidades básicas y subespecialidades tales como: cardiología, neumología, gastroenterología, neurología, dermatología, endocrinología, hematología, psiquiatría, fisioterapia, genética, nefrología, cirugía general, ortopedia, otorrinolaringología, oftalmología, urología, cirugía pediátrica, neurocirugía, cirugía plástica, entre otras; cuidado crítico adulto, pediátrico y neonatal, atención de partos y cesáreas de alta complejidad, laboratorio e imagenología de alta complejidad, atención

odontológica especializada, otros servicios y terapias de apoyo para rehabilitación funcional. (Secretaría de salud, 2013).

Es de resaltar que muchos de los hospitales y clínicas del Área Metropolitana de la ciudad de Medellín nivel 1 y 2, son muy antiguos y no cumplen a conformidad el RETIE, exceptuando algunos de estos que implementaron ampliaciones en sus inmuebles después del 1 de mayo de 2005 (fecha de trámite del RETIE).

### 3.3. REFERENCIACION DEL MARCO LEGAL

En Colombia las expediciones de diferentes normas como la ley 100 de 1993, que modifica la estructura y funcionamiento del sector salud, ha significado un cambio en las reglas que gobernaban la operación de los centros de salud, factores como competitividad y eficiencia se han vuelto la norma.

La ley 400 de 1997 y N.S.R. de 1998 contiene legislación relacionada con el cálculo y manejo de las estructuras físicas de las edificaciones, las Normas Sismo Resistentes, con más exigentes técnicas para las Instituciones médico hospitalarias en el territorio colombiano. Se pretende que las edificaciones hospitalarias sean las que permanezcan con mayor resistencia ante cualquier desastre natural, para poder atender a los afectados, y se disponga de normas especiales para el diseño y construcción de elementos componentes de las fachadas, luces, ventanales, portales, terrazas, sótanos y tanques de concreto para depósitos de agua. (Acosta, 2007).

La ley 697 promulgada por el congreso de la república en octubre de 2001, declaró el uso racional de la energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional. Con este mandato se espera optimizar y minimizar los impactos ambientales y mejorar la competitividad de la nación.

El 19 de diciembre de 2003, a través del decreto 3683, se reglamentó la ley y se creó la comisión intersectorial de URE (CIURE), cuyo fin es “asesorar y apoyar al ministerio de minas y energía en la coordinación de política sobre uso racional y eficiencia de la energía y demás formas de energía no convencional en el sistema de interconectado nacional y las zonas no interconectadas”. Esto en términos generales se busca que esta política se convierta en una herramienta dinamizadora de la economía del país.

La ley 697 de 2001 y su decreto reglamentario 3683 de 2003, establecen directrices, lineamientos y funciones a entidades de orden público y privado otorgando la mayor responsabilidad al Ministerio de Minas y Energía en relación con la promoción, organización, aseguramiento del desarrollo y el seguimiento de los programas, el diseño del Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales.

En el tema de la eficiencia energética, sobresalen algunas entidades para el fortalecimiento a nivel nacional en esta área:

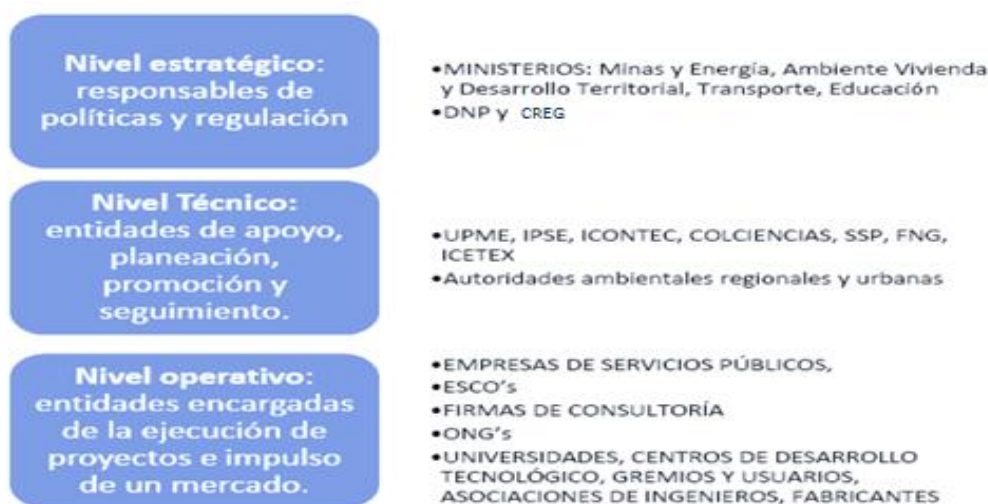


Ilustración 1 Entidades identificadas en el marco legal hospitalario tomado de (Varón, 2013)

**MME:** Ministerio de Minas y Energía

**MAVDT:** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

**MCIT:** Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

**DNP:** Departamento Nacional de Planeación

**CREG:** Comisión de Regulación de Energía y Gas

**COLCIENCIAS:** Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

**IPSE:** Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (Varon, 2013).



### 3.4. PANORAMA HOSPITALARIO DE ANTIOQUIA

Una vez habilitadas, aquellas Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud – IPSS - que cumplen con unas condiciones de excelencia en su actividad, el Ministerio de la Protección Social las reconoce y distingue mediante la *ACREDITACIÓN EN SALUD*. Este estado de la acreditación es el nivel deseado para todas las Instituciones del sector de la salud y el cual todas deben buscar. Por estos méritos, se consideran como las primeras en todas las categorías (social, 2006).

La red adscrita a la Secretaría Distrital de Salud cuenta con 55 Instituciones de complejidad alta, 423 Instituciones de complejidad media y 660 Instituciones de complejidad baja 660. (salud, 2011).

A continuación se listan algunas Instituciones pertenecientes a Medellín.

Tabla 1. Hospitales antiguos de Antioquia

HOSPITALES-CLÍNICAS	FUNDADA (AÑO)	AMPLIACIÓN
Hospital Universitario San Vicente de Paúl	1913	2011
General de Medellín	1948	
Clínica Soma	1948	
Clínica El Rosario	1959	
Clínica Cardiovascular Santa María	1966	2005
Pablo Tobón Uribe	1970	
Clínica Universitaria Bolivariana	1979	
Clínica Prado	1985	
Clínica Las Vegas,	1989	
Clínica Medellín	1997	

### 3.5. ÁREAS CRÍTICAS A DIAGNOSTICAR.

Dentro del hospital se consideran diferentes áreas, sin embargo se analizan las más críticas que son aquellas donde se realizan procedimientos invasivos, donde los pacientes por su condición estuvieron más expuestos a accidentes y donde el sistema eléctrico debe cumplir según el RETIE 2013 *art 28.3 sección a. “...por efectos del presente reglamento en las instalaciones de atención médica se debe cumplir lo establecido en la norma NTC 2050 del 25 de noviembre de 1998 y particularmente su sección 517. ”*

También es importante tomar del RETIE 2013 el artículo h. que dice *“...En las áreas médicas críticas, es decir quirófanos, salas de cirugía, unidades de cuidados especiales, laboratorios, salas de procedimientos intracardiaco, así como en lugares donde se manejan anestésicos inflamables (áreas peligrosas) o donde el paciente esté conectado a equipos que puedan introducir corrientes de fuga en su cuerpo y en otras áreas críticas donde se estime conveniente, debe proveerse un sistema de potencia aislado o no puesta a tierra...”* que definen las áreas críticas donde se hace referente en estos diagnósticos.

#### 3.5.1. Cirugía

Es el ambiente donde se llevan a cabo los procedimientos quirúrgicos en condiciones de máxima seguridad en relación a las contaminaciones. Dependiendo del tipo de cirugía a realizarse, varía el equipamiento, así mismo varía el personal, lo que a su vez se va a traducir en el área de la sala de operaciones. (ministerio salud)

Los espacios que contiene:

- Recuperación
- Quirófano
- Gabinete principal
- Enfermería
- Sala de equipos.
- Sala de espera

### 3.5.2. Hospitalización

Esta área presta el servicio que está orientado a proporcionar cuidados básicos y especializados seguros en ambiente hospitalario confortable, adicionalmente desarrolla actividades médicas y de enfermería encaminadas al tratamiento y recuperación de la salud del paciente.

Los espacios que contiene hospitalización son:

- Habitaciones
- Salas de espera
- Sistema monitoreo
- Sala de equipos
- Recepción enfermería.

### 3.5.3. Cuidados Intensivos

Es una instalación especial dentro del área hospitalaria que proporciona medicina intensiva. Los pacientes candidatos a entrar en cuidados intensivos son aquellos que tienen alguna condición grave de salud que pone en riesgo la vida y que por tal requieren de una monitorización constante de sus signos vitales y otros parámetros como el control de líquidos. Muchos hospitales han habilitado áreas de cuidados intensivos para algunas especialidades médicas.

Los espacios que contiene la UCI son:

- Recuperación
- Puesto de enfermería
- Sala de equipos
- Quirófano

### 3.5.4. Emergencias

El término urgencias o emergencias se refiere a un hecho o accidente que requiere acción inmediata. Se debe tener en cuenta que esta área

es de las más críticas, por lo tanto se debe garantizar un servicio continuo e ininterrumpido de la energía. (wikipedia/Emergencias, 2013)

Esta área cuenta con diferentes espacios para su debida atención:

- Quirófano
- Recuperación
- Sala de espera
- Salas de atención (Triage, parto, preo natos)
- Sala de equipos

## 4. HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO

Se presenta una guía metodológica de diagnóstico y una herramienta virtual aplicativa haciendo uso de las TIC's para el estudio de las instalaciones eléctricas hospitalarias en las áreas críticas que comprenda el sistema eléctrico, el análisis de la eficiencia energética y la aplicación de los reglamentos de obligatorio cumplimiento según la regulación colombiana.

Así estos diagnósticos mediante análisis e informes, orienten en las necesidades de las áreas críticas (hospitalización, cuidados intensivos, cirugía y urgencias) de la instalación hospitalaria y se implementen como: Diagnóstico del Sistema Eléctrico (DSE), Diagnóstico de Eficiencia Energética (DEE), donde estos integran el diagnóstico cumplimiento de Reglamentos (DCR) en hospitales y clínicas de nivel 2 y 3 en Colombia.

### 4.1. DIAGNÓSTICO SISTEMA ELÉCTRICO (DSE)

El diagnóstico del sistema eléctrico o DSE, busca una evaluación del estado, señalización y conformidad de los diferentes elementos y equipos dentro de las instalaciones eléctricas ya existentes y seleccionadas para este fin. Además la integración del Diagnóstico de Cumplimiento de Reglamentos (DCR) resaltando los reglamentos a trabajar como: RETIE y RETILAP.

El DSE hace énfasis en el diagnóstico y la identificación de sistemas, tecnologías y equipos eléctricos en cuanto a su funcionamiento, eficiencia, coordinación, maniobra y confiabilidad, buscando promover el uso de herramientas tanto en aplicativos iAuditor o Excel, donde sus datos y gráficas sirven para evaluar y analizar la información mencionada.

Es de comprender que *“...un suministro de energía inadecuado en un hospital y especialmente en las áreas consideradas críticas, puede significar la pérdida de vidas de pacientes, personal médico, auxiliares o visitantes”*. (villalobos, 2011)

Los sistemas hospitalarios dependen cada vez más de la energía eléctrica, dado el alto número de equipos que desempeñan funciones vitales y se alimentan de la energía eléctrica de alta calidad. A continuación mencionaremos algunos

problemas de la calidad de energía que pueden convertirse en factores críticos para la seguridad de pacientes y personal médico (Acosta, 2007):

Mediante el DSE se pueden observar los análisis obtenidos de los siguientes factores:

- Las fluctuaciones de tensión.
- Las variaciones de frecuencia.
- Los transitorios causados por otras cargas con la misma alimentación.
- La suspensión del servicio.
- Confiabilidad del sistema.
- Correcta operación del sistema eléctrico.
- Fallas o patologías en el sistema debido a fenómenos naturales en las líneas de distribución (descargas eléctricas, acción del viento y de animales etc.).

Seguidamente se muestra en forma de diagrama, los pasos a llevar al momento de realizar el diagnóstico que se desee, donde se prevé una inspección inicial, formatos, recomendaciones y evidencias para llevar a cabo un excelente proceso.

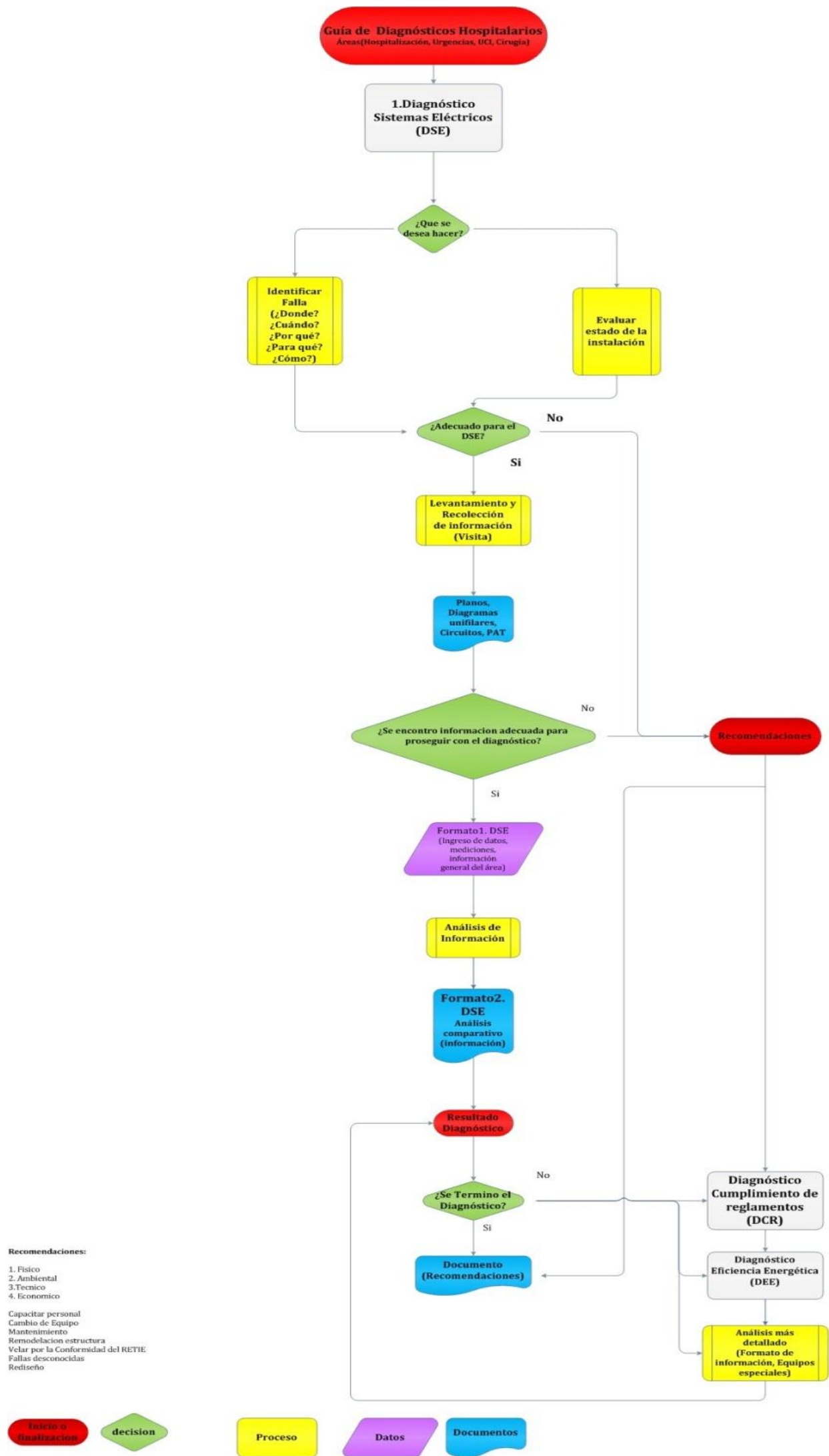


Ilustración 2. Diagrama Sistema Eléctrico

Para dar comienzo al desarrollo de este diagnóstico es bueno comprender que dentro de estas áreas existen dos sistemas separados (sistema de equipos y sistema de emergencia), que se consideran esenciales para la seguridad de la vida y la efectiva operación el hospital, durante el tiempo en que el servicio eléctrico normal sea interrumpido por cualquier razón. (Jiménez, 2011)

El sistema de emergencia estará limitado a los circuitos esenciales para la seguridad de la vida y para el cuidado de pacientes críticos. Tales circuitos se designan en este proyecto como el ramal crítico<sup>1</sup>.

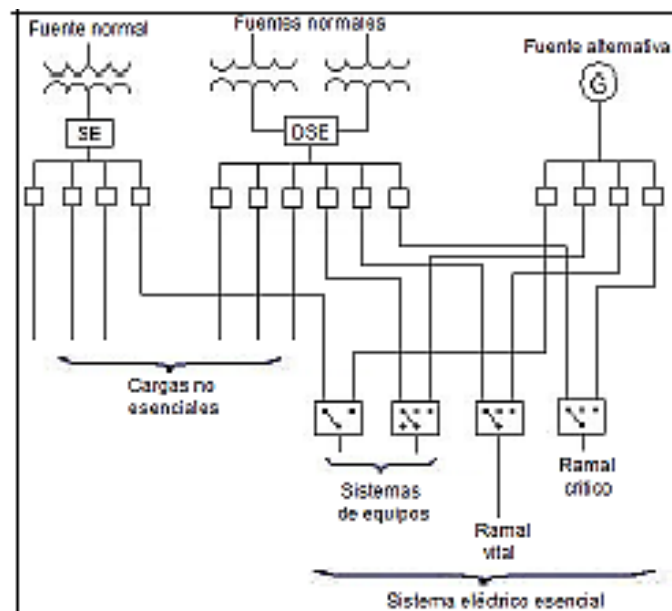


Ilustración 3 Diagrama unifilar del sistema eléctrico en instalación hospitalaria

Estos espacios contarán con UPS's individuales que garanticen plenamente la continuidad del servicio, con una autonomía mínima de pocos minutos.

Tal como se muestra en la ilustración 3, el alambrado para cada ramal del sistema de emergencia está separado e independiente uno del otro y de todos los demás alambrados y equipos. Ambos sistemas están diseñados para la conexión dentro de un tiempo límite especificado, a una planta de energía eléctrica, en el caso de ocurrir una falla en el sistema normal. Las ubicaciones técnicas que serán evaluadas en este Diagnóstico serán: cirugía, urgencias, hospitalización y cuidados intensivos.

<sup>1</sup>Ramal crítico: Vocabulario



Las fuentes de suministro eléctrico esenciales en los hospitales se definen en dos sistemas independientes: sistemas de emergencia y sistemas de equipos.

El sistema de equipos debe alimentar los principales componentes para la atención al paciente y funcionamiento básico del hospital. Por otro lado, el sistema de emergencia se debe limitar a los circuitos esenciales de asistencia vital y de atención crítica a los pacientes, denominados ramal vital y ramal crítico. (Acosta, 2007)

a) El Ramal Crítico alimenta los siguientes subsistemas:

Alumbrado de trabajo y tomacorrientes seleccionados, tales como áreas de neonatos, puestos de enfermeras, laboratorios, salas, áreas de urgencia y unidades de cuidados intensivos, busca que no haya interrupción o corte de energía y cuenta con respaldo tanto del grupo electrógeno como UPS.

b) El Ramal Vital alimenta lo siguiente:

- Señales y alumbrado de los medios de salida (evacuación).
- Sistemas de alarma y alerta.
- Sistemas de comunicaciones.
- Cuartos de generadores.
- Ascensores.

Los circuitos pertenecientes al ramal vital podrán tener un corte limitado en tiempo de ausencia de energía mientras entra el respaldo del grupo electrógeno, según lo indica la normatividad.

Al DSE corresponde la identificación de sistemas, tecnologías y equipos donde se puedan presentar oportunidades de correcto funcionamiento del sistema eléctrico, su confiabilidad y que este pueda ser funcional y operativo. Los subsistemas a estudiar son:

- i. Iluminación: Identificar plenamente las características de los diferentes tipos de tubos o bombillas, la cantidad de luz de cada luminaria se mide en lumen, marca, referencia y cantidad en unidades por área.
- ii. Tomas: Identificar el número de tomas que hay por habitación, cuarto o sala, donde se deberá distinguir entre: toma normal, toma de grado hospitalario y las diferentes tensiones que pueden

suministrar, también se debe observar la conexión, la posición, la altura y las características.

- iii. Cableado: Al realizar la visita, evidenciar cables expuestos que puedan afectar a un equipo o a un ser humano, también se deben verificar los colores, que sean y correspondan a la tensión especificada en los planos.
- iv. Motores: Se debe identificar plenamente la eficiencia de los motores eléctricos en operación, su factor de carga (relación entre la carga real y la máxima de diseño), hp, corriente, tensión y rpm.
- v. Bombas y ventiladores: Es preciso determinar que el tamaño de la bomba o ventilador sea el apropiado, así como las condiciones de operación en cuanto al flujo y velocidad.
- vi. Refrigeración y aire acondicionado: Se requiere determinar las reales necesidades de la temperatura mínima de enfriamiento y así seleccionar el tipo de compresión a utilizar 1 ó 2 etapas. Los compresores multietapas generan mayores consumos de energía. (Instalación hospitalaria-Metodología, 2013)
- vii. Tableros: las condiciones de los tableros o gabinetes “deben fabricarse de tal manera que las partes energizadas peligrosas no deben ser accesibles y las partes energizadas accesibles no deben ser peligrosas, tanto en operación normal como en caso de falla”, estas están resaltados en el RETIE 20.23.1.1, las cuales son las condiciones mínimas que debe cumplir un tablero
- viii. Subestaciones: el proceso de transformación se entenderá como el aplicado a la subestación, lo cual se especifica todo lo relacionado a esta en el capítulo 6, artículo 23 del 2013
- ix. sistema de puesta a tierra: es un requisito del RETIE artículo 15 que logra garantizar la seguridad del personal que trabaje en los circuitos de distribución como del público en general

- x. DPS (Dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias del tipo conmutación de tensión): “estos dispositivos utilizados en media, alta y extra alta tensión con envolvente en material de porcelana deben contar con algún dispositivo de alivio de sobretensión automático que ayude a prevenir la explosión del equipo”, RETIE capítulo 20.14.1.

En general cualquier equipo electromecánico que sirva para el servicio de la edificación.

Para lograr una buena recolección de información se sugiere hacer uso del formato DSE, recolección de información inicial donde se suministran los datos de los elementos anteriormente mencionados por área.

En este formato que se aprecia en la ilustración 4, se identifican las diferentes ubicaciones técnicas acorde a las áreas críticas seleccionadas (urgencias, UCI, hospitalización y cirugías) allí se hace la recopilación de información en unidades y mediciones eléctricas, adicionalmente se deja a elección de la persona calificada a diagnosticar el uso de fotografías como evidencia, ya sea de marca, datos, o elementos que no sean conformes a una buena instalación eléctrica.

Una vez tomados los datos se procede a continuar con la metodología desarrollada, donde se busca identificar el grado de confiabilidad y el grado de cumplimiento en el funcionamiento de las instalaciones, en caso de este no estar en condiciones aptas y acorde a la metodología propuesta se deberán realizar recomendaciones o remitir al DCR y/o DEE, los cuales permitirán un mejor análisis de la instalación eléctrica hospitalaria.

**fecha:** 23/05/2013  
**Ubicacion Tecnica:** Recuperacion  
**Capacidad personal:** 25 personas/12 horas  
**Area:** 11.7 m2

**1. Numero de tomas**  Buenos  Malos  Regulares

<b>Marcas</b>	Marcas Genericas
<b>Tipo</b>	8 tomas tipo Hospitalario F.2 8 Tomas Normales F.1
<b>Tension</b>	120v
<b>Distancias</b>	Toma-Piso 1.2m Toma -toma 12cm F.4
<b>Identificacion</b>	Marcados por Circuito. F.4 Cableado F. 3

Evidencia Fotografica



**2. Equipos**  Buenos  Malos  Deteriorado

<b>Marcas</b>	Baxter
<b>Tipo</b>	N.A
<b>Tension</b>	120v-240v 1000mA (Placa de equipo)

Evidencia Fotografica



**3. Luminarias**  Buenos  Malos  Deteriorado

<b>Marcas</b>	Sylvania
<b>Tipo</b>	Ahorradoras, fluorescentes
<b>Potencia</b>	34 Sylvania 17w 2 Ojo buey 32w
<b>Distancias</b>	Cajas de 4 x 17w(Sylvania) Ojos de buey 2 x 32w
<b>Identificacion</b>	Sylvania FO17W/54 T8, 15000HRS 1148 LUMEN IRC70- SX141

Evidencia Fotografica



**4. Estructura fisica:**

a. Ventanas	2
b. interruptores	6 Swiches.. 5 sencillos- 1 Doble
c. Cables expuestos	N.A
d. Canaletas	N.A
e. alarmas	N.A
f. Clarabollas	NA

Evidencia Fotografica

N.A

Deteriorado: Elemento o equipo que ha disminuido o perdido la calidad o importancia de su uso o vida util.

Según el artículo 28.3 del *RETIE 2013*, se tendrán requisitos adicionales para lugares de atención médica, que son importantes de mencionar, algunos de estos van enfocados a las áreas escogidas para el DSE.

La clasificación como instalaciones especiales radica en que los pacientes en dichas áreas críticas pueden sufrir electrocución de corrientes de microamperios, que pueden no ser detectadas ni medidas, pero que se hacen necesarias extremas medidas de seguridad para el cumplimiento y la protección de los pacientes.

- a) La operación y mantenimiento, se debe encargar a profesionales especializados. Dicha información se amplía en el capítulo 6 visita preliminar-recursos humanos.
- b) Clínicas y hospitales que cuenten con acometida eléctrica de media tensión, preferiblemente debe disponer de transferencia automática que se conecte a dos alimentadores.
- c) Se debe instalar una fuente alterna de suministro de energía eléctrica que entre en operación dentro de los 10 segundos siguientes al corte de energía del sistema normal.
- d) Para prevenir que la electricidad estática produzca chispas que generen explosiones en las áreas médicas, debe ubicarse un piso conductor. Los equipos eléctricos no podrán fijarse a menos de 1,53m sobre el piso terminado y el personal médico deberá usar zapatos conductivos.
- e) Todas las áreas de cuidados de pacientes, para dar protección contra electrocución. Los tomacorrientes y equipos eléctricos deben estar conectados a un sistema de puesta a tierra.
- f) Los tableros o paneles de distribución de sistemas normal y de emergencia que alimenten la misma cama del paciente, deben conectarse equipotencialmente entre sí, conductor de cobre aislado no menor a 10 AWG.
- g) Los tomacorrientes del sistema de emergencia deben de ser de color rojo y estar plenamente identificados con el número del circuito derivado y el nombre del tablero.

- h) Los tomacorrientes que alimenten áreas de pacientes generales o críticos deben diseñarse para alimentar al máximo el número de equipos que necesiten operar simultáneamente, derivarse de al menos dos fuentes de energía mediante transferencias automáticas. Dichos tomacorrientes deben ser dobles con polo a tierra del tipo grado hospitalario, En áreas de pacientes generales debe instalarse un mínimo de cuatro tomacorrientes y en áreas de pacientes críticos un mínimo de seis tomacorrientes conectados a tierra mediante un conductor de cobre aislado.
- i) Los conductores de sistemas normal, de emergencia y aislado no puesto a tierra no podrán compartir las mismas canalizaciones.

Dentro del RETIE se encuentran también ítems que pueden ser necesarios y complementarios al diagnóstico del sistema eléctrico, es por esto que se tendrán en cuenta en el formato de visita a la instalación hospitalaria.

Ubicación Técnica	Artículo RETIE NTC2050	Tema	Cumple/No cumple	Observaciones
<b>I.E Uso final RETIE</b>	Item 1	Accesibilidad a todos los dispositivos de control y protección	-----	
	item 3	Continuidad de los conductores de tierra y conexiones equipotenciales	No Cumle	
	item 5	Distancias de seguridad	-----	
	item 8	Existencias de Planos esquemas y diagramas	-----	
	item 10	Identificación de canalizaciones	-----	
	Item 11	Identificación de circuitos		
	Item 12	Identificación de conductores fase, neutro y tierras		
	Item 14	Memorias de calculo		
	Item 15	Niveles de iluminacion		
	item 20	Resistencia puesta a tierra(valor)		
	item 21	Revision certificaciones de producto		
	item 25	Sistema de emergencia		
	item 26	sistema de proteccion contra rayos	No Aplica	
	item 27	Valores de campos electromagneticos	-----	

**Ilustración 5 Formato de visita inicial, información tomada del RETIE**

## 4.2. DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (DEE)

Diferentes estudios e indagaciones que han realizado otros países referente al consumo de energía en los sectores industriales, residenciales y de la salud; a incentivado que Colombia piense en tomar nuevas estrategias de aprendizaje y de enseñanzas relacionadas al tema.

Esta es una de las razones por las cuales hoy en día se habla de eficiencia energética, uso racional de la energía, nuevas normas y reglamentos que rigen todo lo relacionado con la calidad energética a un nivel mundial.

A grandes rasgos, esto quiere decir, obtener el máximo rendimiento de la energía consumida y de las instalaciones necesarias para su generación, transporte y utilización; garantizando un funcionamiento sin interferencias de todo lo relacionado con eficiencia energética a nivel nacional e internacional". (ALCELLS, 2012)

La eficiencia energética es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto procurar bajar el uso de la misma. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden desear ahorrar para reducir costos energéticos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental.

La *unidad de planeación minero energética UPME* define los centros hospitalarios como entidades importantes para el bienestar de la sociedad. *"..Los usuarios de dichas Instituciones requieren de tratamientos esenciales, por lo tanto el servicio debe ser continuo e ininterrumpido las 24 horas del día durante los siete días de la semana y suministrar acceso a la atención básica en forma expedita"* (PIEDRAHITA FLÓREZ)

Con los conceptos mencionados primeramente se permite desarrollar un diagnóstico de eficiencia energética (DEE) que presenta una serie de actividades y metodologías, las cuales se pueden realizar en las diferentes áreas de clínicas y hospitales, un análisis y diagnóstico básico de los consumos energéticos y su eficiencia, con el fin de llevar a cabo recomendaciones que pueden ser alcanzadas a mediano y largo plazo. De esta manera, este DEE se convierte en otra herramienta de apoyo a la búsqueda de eficiencia y eficacia económica del sector salud.

Consiste en obtener un proceso sistemático mediante el cual se logra un conocimiento del consumo de energía de las áreas críticas (hospitalización, cirugía, cuidados intensivos, urgencias) de los hospitales o clínicas, para detectar factores que afectan el consumo de energía, el cual permite evaluar, identificar y ordenar distintas recomendaciones y oportunidades de ahorro.

Este diagnóstico (DEE), busca analizar el consumo, los costos, los elementos y el cumplimiento de reglamentos y la norma ISO 50001 “sistema de gestión de la energía” estos resaltados en el (DCR). Esto con lleva a plantear una metodología e implementación de las TIC’s en la guía, buscando promover el uso de herramientas tanto en aplicativos iAuditor como en Excel, sus gráficas que sirven para evaluar y analizar altos costos y demandas de consumo. En la tabla 2 se muestra el formato inicial que da a conocer que tanto sabe la entidad, el ingeniero o encargado de mantenimiento; del ahorro, costo y consumo en el área energética.

**Tabla 2. Formato de información Estado de la instalación eléctrica hospitalaria**

ENCUESTA	RESPUESTA
¿Cuánta energía se consume en total?	
¿Cuánta energía se consume en Hospitalización?	
¿Cuánta energía se consume en cirugías?	
¿Cuánta energía se consume en urgencias?	
¿Cuánta energía se consume en cuidados intensivos?	
¿En los últimos tres meses se ha aumentado o disminuido el consumo de energía?	
¿Se han trazado objetivos para reducir el consumo de energía?	
¿Se usan fuentes de energía alternas (gas, solar, renovables)?	
¿Se tiene conocimiento de consumo de energía de los equipos electro médico antes de comprarlos?	
¿Se tiene conocimiento de consumo de energía de los equipos electro médico?	
¿En los últimos tres meses se han presentado daños repetitivos en equipos?	
¿Se hace un mantenimiento programado mensual de los equipos?	
¿Se tiene ajustados los tiempos de operación de los equipos que trabajan con energía?	
¿Se ha tenido una auditoria en los últimos tres años?	
¿Se han reemplazado los equipos por alternativas que sean más eficientes energéticamente?	
¿Se limpian con frecuencia las lámparas y el sistema de iluminación para mejorar la radiación y la capacidad de iluminación?	



Seguidamente se muestra en forma de diagrama, los pasos a llevar al momento de realizar el diagnóstico que se desea:

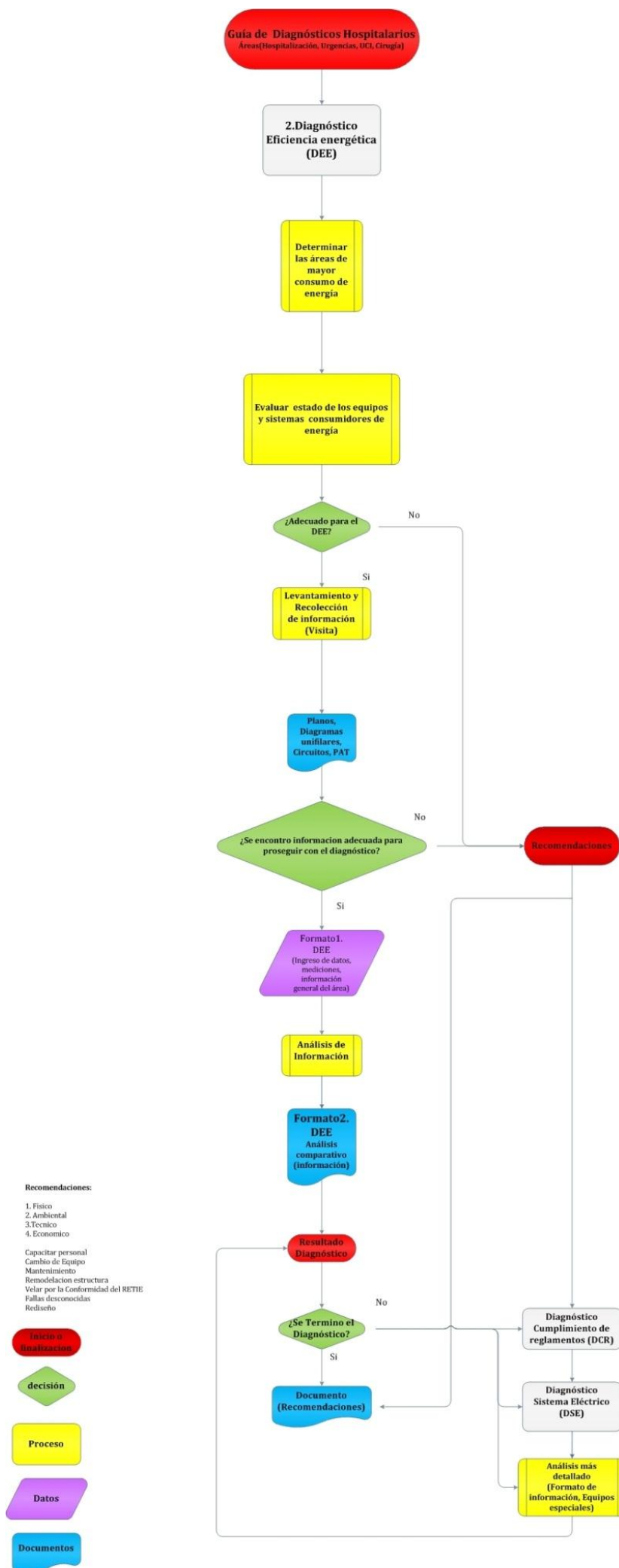


Ilustración 6. Diagrama y Metodología del Diagnóstico Eficiencia energética

#### 4.2.1. Metodología

El diagnóstico de eficiencia energética tiene por objetivo principal identificar oportunidades de mejoras y de uso eficiente de la energía, energéticos y de establecer una línea base contra la cual se debe evaluar los beneficios obtenidos como resultados para plantear recomendaciones de mejoras a mediano y largo plazo.

- i. Recolección de información: En este paso se desea identificar las áreas físicas y el personal o involucrado en el tema de finanzas, energía y energéticos.
- ii. Revisión del consumo: Por medio de la facturación, se observa la periodicidad y variedad de energéticos que se consumen y se compran (agua, energía, gas).
- iii. Visita a las instalaciones: se pretende identificar los consumidores de energía, centro de costos de consumo energético (kW/h).
- iv. Mediciones y registro: establecer los puntos de medición con los instrumentos requeridos y previamente revisados y certificados, adicionalmente se debe analizar los datos y cálculos preliminares.
- v. Oportunidades de mejoras y evaluación técnico/económica: Identificación de oportunidades para el uso eficiente de la energía buscando establecer cuantitativamente el ahorro de la misma y sus beneficios.
- vi. Implementación retorno de la inversión: Acorde con los resultados y estudios previamente obtenidos se hace la evaluación del costo de implementar un plan de mejoramiento, aprovechamiento en el ahorro de la energía para que sea más eficiente.
- vii. Esquema de mejoramiento e implementación de recomendaciones: Evaluación de las implementaciones y recomendaciones con posibles esquemas financieros de riesgos comparativos, capacitaciones y campañas de prevención.

#### 4.2.2. Estrategias de concientización y cultura

Es un método que es de fácil aplicación y se deberá analizar y estudiar más a fondo su eficacia. A continuación se describe en la *ilustración 3* las estrategias del DEE que permitirán una mejora en el consumo y ahorro energético.



Ilustración 7 Estrategias del diagnóstico de eficiencia energética

- **Cultura energética:** se habla de cómo concientizar a todo el personal que ingresa y labora en el plantel con el fin de enseñarles de una manera sencilla, como se puede contribuir en un ahorro energético.
- **Mantenimiento:** Es un factor importante y esencial para el ahorro de energía siempre que se realice una programación adecuada de este y la operación (capacitación, mantenimiento preventivo y correctivo, buscar óptimo rendimiento, el impacto y la operación).
- **Control energético:** Serie de estrategias, programas o planes en forma de reportes, con recomendaciones y acciones sobre las medidas para el ahorro de energía (Control, supervisión y mediciones, inspección y gastos energéticos).
- **Innovación tecnológica:** Es la transformación de ideas para el beneficio del sector (actualización, innovación, recuperación y recursividad).

### 4.2.3. Medidas y estudio del consumo

En primer lugar para realizar las mediciones de la eficiencia energética hay que conocer cuáles son los elementos más importantes para la optimización del estudio, hacia un mejor aprovechamiento de los recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones.

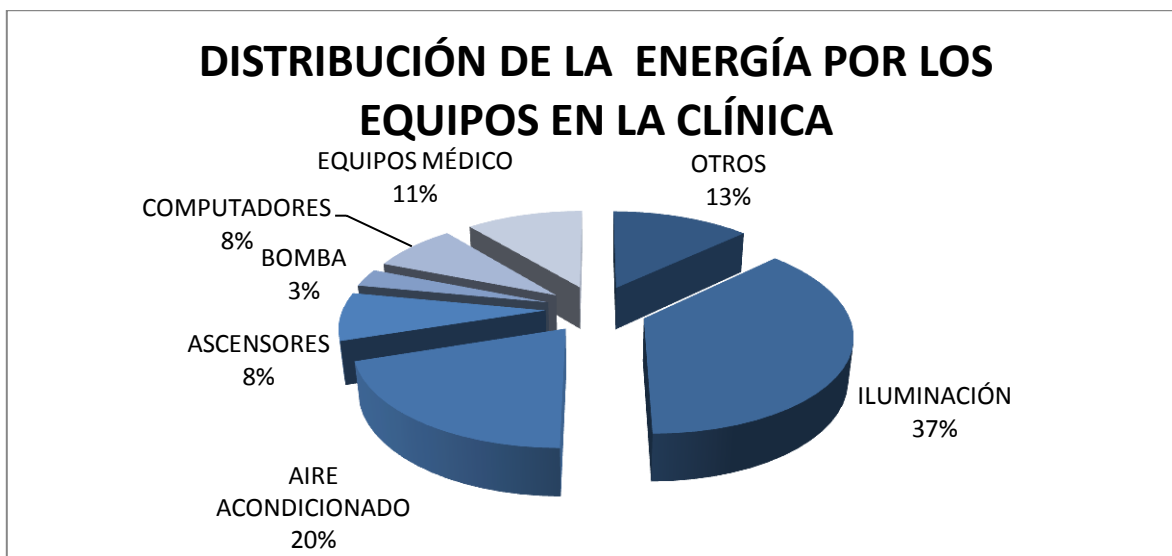
En los diferentes panoramas como el sector industrial, residencial y en especial el sector salud se podrá observar cuales son las áreas y equipos de mayor consumo. En la tabla 3 de energéticos se muestran algunas pautas para el análisis de la instalación.

Tabla 3 Información de análisis y consumos en una instalación hospitalaria

CONOCIMIENTO DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA	ANÁLISIS EN LAS INSTALACIONES
<ul style="list-style-type: none"><li>• Electricidad</li><li>• Gas</li><li>• Agua</li><li>• Aire comprimido</li><li>• Motores</li><li>• Calefacción</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Observaciones</li><li>• Mediciones</li><li>• Detección de puntos de mejora</li><li>• Planes de mejoras</li><li>• Valoración económica en la mejora</li></ul>

En el sector salud por ejemplo la Clínica Bolivariana, se lleva a cabo el primer paso de la metodología mencionado anteriormente y analizando el promedio de la distribución de energía durante las visitas en las diferentes áreas como: urgencias, cirugías, hospitalizaciones, cuidados intensivos; se deben tomar datos y realizar mediciones de tensión, corrientes, factor de potencia, calidad de potencia, iluminación para continuar con la metodología y posteriores análisis. Este tipo de información se puede representar en gráficos como se ve en la *ilustración 8* un

panorama general de los equipos de mayor consumo en la Institución, con el fin de dar a entender a la clínica el grado de consumo por equipos o elementos.



**Ilustración 8 Consumo energético por equipos en una instalación Hospitalaria, basado a análisis de la Clínica Bolivariana (Aníbal Brito Vidal, 2012)**

Es así como se logra identificar que los elementos más consumidores de energía en este plantel son: la iluminación y la climatización por el uso y manejo de estos servicios. Son procesos sencillos que se pueden obtener de una visita y que sirven a la hora de entregar el DEE.

En el capítulo 5. Equipos y elementos básicos en una instalación hospitalaria, se explica teóricamente el funcionamiento y las características de los aires acondicionados e iluminación; ello logra que la persona a diagnosticar maneje algunos conceptos y pueda recomendar en el diagnóstico que los sujetos de mantenimiento tengan claridad y la fundamentación para desarrollar un plan de mejoras, correctivos y de control, respecto a las variables de mayor uso y consumo.

El estudio del consumo facilita implementar diferentes estrategias para la recolección de información las cuales pretenden tener un acercamiento más a la planificación; teniendo como base que las encuestas y la estructura del diagnóstico son algunos de los métodos para llevar a cabo el estudio.

Esto conlleva a que los directivos se pregunten y se preocupen por los costos energéticos. Para conocer esto es bueno preguntar e indagar, cuyas respuestas son imprescindibles para plantear y hacer un estudio efectivo.

Se diseñan algunas preguntas como apoyo a la recolección de información.

Tabla 4.Formato 2 tipo encuesta

	Encuesta	Observaciones
1	¿Cuál es el tiempo de servicio del hospital? (Horas de funcionamiento al día, número de pacientes, etc.)	
2	¿Hay un diagrama unifilar del sistema eléctrico, y/o del sistema térmico u otro importante de gran consumo de energía?	
3	¿La electricidad usada es medida en cada piso, o en un solo punto, y qué mediciones de dichas instalaciones son importantes?	
4	¿Se utiliza la tarifa adecuada de la energía eléctrica? comparar con la energía del año pasado y con otros hospitales cercanos	
5	¿Hay una historia de modificaciones anteriores? ¿Cuáles?	
6	¿Se establecen indicadores y objetivos de ahorro energético?	
7	¿Se sabe cuánta energía se consume en total y cuánta en las diferentes áreas del hospital?	
8	¿Se monitorean y revisan las facturas de energía eléctrica? con la finalidad de tener un registro continuo de los consumos y costos	
9	¿Se ha bajado o incrementado el consumo de energía en el último año?	
10	¿Se ha chequeado cuál es la tarifa de electricidad más económica y conveniente para el hospital?	
11	¿Existe un programa de ahorro de energía?	
12	¿Se informa a los pacientes y visitantes acerca del programa de ahorro de energía?	
13	¿Se mantienen informados de las últimas tecnologías y avances en manejo de energía?	

14	¿Se verifica el consumo de energía de los aparatos eléctricos antes de comprarlos?	
15	¿Se ha entrenado a los empleados para que operen los equipos eficientemente?	
16	¿Se hace un mantenimiento periódico programado para los equipos?	
17	¿Se apagan los equipos cuando no son utilizados por periodos de tiempo significativos?	
18	¿Se tiene implementado un programa de apagado de ascensores en las horas de bajo requerimiento?	
19	¿Se tienen ajustados los niveles de iluminación de acuerdo con el trabajo a realizar en cada zona?	
20	¿Se ha instalado iluminación de bajo consumo de energía? balastos electrónicos con tubos de bajo consumo	
21	¿Se tienen instalados reflectores especulares para aumentar la cantidad de iluminación transferida?	
22	¿Se enciende la energía sólo cuando la luz natural es insuficiente?	
23	¿Se limpian con frecuencia las lámparas y el sistema de iluminación para mejorar la radiación y la capacidad de iluminación?	
24	¿Se distribuyen los escritorios de acuerdo con la forma en que entra el sol a la oficina para aprovechar al máximo la luz natural?	
25	¿Se tienen instaladas láminas translúcidas para aprovechar la iluminación natural?	
26	¿Se apagan las luces y los computadores en las oficinas desocupadas?	
27	¿Se tienen independizados los circuitos para que se apaguen las luces por filas o grupos?	
28	¿Se apagan los sistemas de enfriamiento en áreas no ocupadas?	
29	¿Se han ajustado los reguladores de temperatura para asegurar el mínimo nivel de energía que brinda confort?	
30	¿Se evitan zonas de calentamiento y enfriamiento simultaneo?	

31	¿Se mantienen las puertas y ventanas cerradas cuando el aire acondicionado está en funcionamiento?	
32	¿Se usan los sistemas de extracción sólo cuando es necesario?	
33	¿Se empleó un aislamiento en el techo y se utilizó un color claro de manera que el aire acondicionado trabaje menos para mantener el sitio fresco?	
34	¿Se han instalado cierres automáticos en las puertas de las zonas altamente transitadas que sean refrigeradas?	

El diagnóstico tiene como alcance:

- Analizar los consumos históricos de recursos energéticos.
- Analizar la calidad de la energía.
- Sistema tarifario.

De estos alcances, en nuestro objeto a evaluar (Clínica bolivariana) se obtuvo información de los contratistas Wart & Stevenson Americas-colombia Ltda, del factor de potencia y los armónicos presentados en la instalación, dichos informes se encuentran en los anexos.

El producto de diagnóstico y la metodología implementada se muestran por cuadros que dan soporte al análisis.

USOS DE LOS ENERGÉTICOS	ENERGÉTICOS N°1	ENERGÉTICOS N°2	ENERGÉTICOS N°3	ENERGÉTICOS N°4	ENERGÉTICOS N°5	ENERGÉTICOS N°6	ENERGÉTICOS N°7
Refrigeración							
Aire Acondicionado							
Aire comprimido							
Calefacción							
Iluminación							
Fuerza motriz							
Actividades de Oficina							
Cocción de alimentos							
Agua caliente							
Producción de vapor							
Inform,atica							
Otros usos							

Ilustración 9. Formatos de consumos energéticos -extraídos de aplicación en Excel



Dónde:

N°	ENERGÉTICOS
1	AGUA
2	ENERGÍA
3	CARBÓN
4	VAPOR
5	ACPM
6	COMBUSTIBLES (PETRÓLEO)
7	HIDROCARBUROS

Se anexa en una hoja de cálculo, un formato con el estudio de consumo de motores y de algunos de los equipos que tienen mayor consumo energético, adicionalmente se tienen formulas con el análisis de la TIR (tasa interna de retorno) y otras que ayudaran a observar el comportamiento costo-beneficio, kW/h.

#### 4.2.4. Estudio financiero

El estudio económico y financiero de un proyecto se refiere a diferentes conceptos, sin embargo, es un proceso que busca la obtención de la mejor alternativa utilizando criterios universales, es decir, la evaluación, la cual implica asignar a un proyecto un determinado valor.

Dicho de otra manera, se trata de comparar los flujos positivos (ingresos) con flujos negativos (costos) que genera el proyecto a través de su vida útil, con el propósito de asignar óptimamente los recursos. De esta forma el criterio de evaluación debe responder a la pregunta ¿cuál es la mejor alternativa y qué tan productiva es la utilización del recurso capital?

En cualquier proyecto es indispensable conocer el flujo de caja, esto es, los gastos e ingresos debido a la implementación de una medida de conservación de energía.

El flujo de caja puede verse de dos formas: `

- i. Determinar los gastos iniciales de inversión y los operativos de consumo de energía, mantenimiento, operativos en el tiempo y mantenimiento de la tecnología que se quiere sustituir.

- ii. Comparación del flujo neto de capital con relación a los beneficios por el ahorro en costo de energía.

Una acción de eficiencia de energía es; si el valor presente de los costos de inversión de energía, es menor que el valor presente de los costos de energía. Se parte de la premisa de que la nueva tecnología es más ahorradora en consumo de energía, el cual será suficiente para compensar las inversiones. (Saucedo, 2007)

Es importante y necesario conocer y manejar conceptos técnicos para asociarlos e implementarlos en la metodología, es por ello que se presentan los siguientes conceptos para la formulación y orientación en métodos que ayudan a formular y elaborar el DEE.

Estos conceptos relacionan el valor del dinero en el tiempo para adquirir bienes o servicios.

**Costo:** es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio. Hay diferentes conceptos de costos que incurren en diferentes tipos como:

- Costo del personal
- Mantenimiento y reparación
- Costos del recurso energético

**Costo de oportunidad:** designa el coste de la inversión de los recursos disponibles en una oportunidad económica, a costa de la mejor inversión alternativa disponible.

**Depreciación:** Distribución sistemática del valor de un activo a lo largo de su vida útil.

**Devaluación:** Depreciación del tipo oficial de cambio de una divisa.

**Divisa:** Moneda de curso legal distinta a la utilizada en el país.

**Egreso:** Salida de recursos financieros aún en el caso de que no constituyan gastos que afecten a pérdidas o ganancias.

**Inflación:** Incremento general que experimenta el nivel de precios que produce una disminución del poder adquisitivo.

**Ingreso:** las cantidades que recibe una empresa por la venta de sus productos o servicios. Entrada de dinero procedente de la comercialización de los bienes y servicios ofrecidos por la sociedad, de manera extraordinaria de operaciones financieras o de otro tipo.

**Interés:** Remuneración que se percibe por el uso temporal de una cantidad de dinero, que se calcula como porcentaje de la cantidad tomada en préstamo o prestada.

**Riesgo:** Probabilidad de que los fondos invertidos no puedan ser recuperados.

**Tasa interna de retorno:** Tipo de descuento que iguala el valor en el presente de los flujos de entrada positivos con el flujo de salida inicial y otros flujos negativos posteriores.

Logrando conocer y entender un poco estos conceptos, se plantea las siguientes formulas con la finalidad de ser más metódicos en el estudio financiero. (Saucedo, 2007)

- Valor presente de los costos de inversión

$$VPTA = \sum \frac{CEAn * PEAn + COAn + CMAAn}{(1 + n)^n}$$

$$VPTN = \sum \frac{CETNn * PETNn + COTNn + CMTNn}{(1 + n)^n} + CITN$$

$$VPNP = \frac{-CFo + \sum AEn}{(1 + r)^t}$$

Donde,

VPTA: Valor presente de los costos de inversión

VPNP: valor presente neto del proyecto

CEAn: consumo de energía actual en el año n

PEAn: precio de energía de la energética actual n el año n  
 COAn: costo de operación actual en el año n  
 CMAn: costo de mantenimiento actual en el año n  
 CITN: costo de inversión de la nueva tecnología  
 CETNn: consumo del energético de la tecnología nueva  
 PETNn: precio del energético de la tecnología nueva  
 COTNn: costo de operación de la tecnología nueva  
 CMTNn: costo de mantenimiento de la tecnología nueva  
 Si  $VPTA \geq VPTN$ , la tecnología nueva es rentable  
 Si  $VPT = VPTN$ , es indiferente  
 Si  $VPTA \leq VPTNA$ , la tecnología nueva no es rentable.

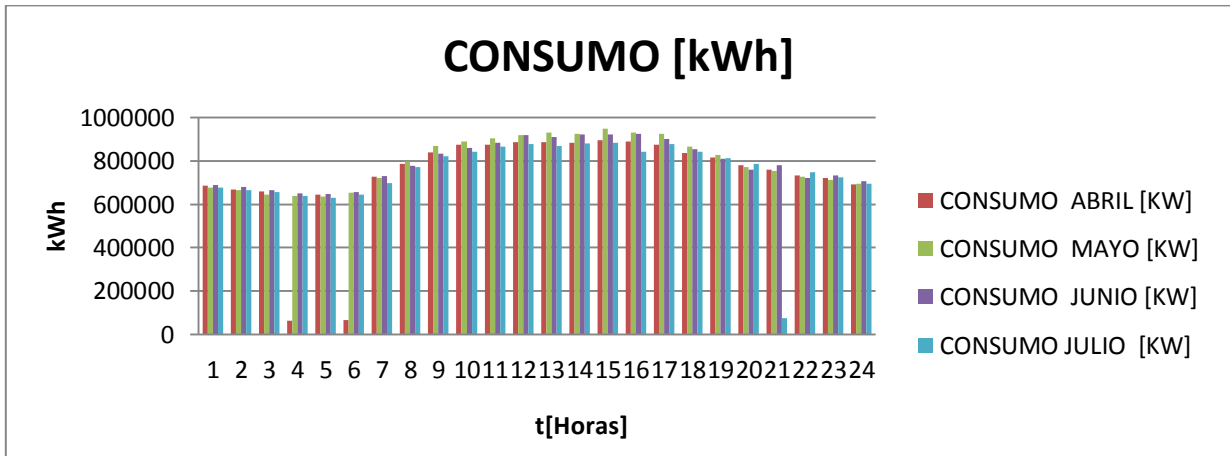


Ilustración 10. Grafica ejemplo consumo kWh, clínica bolivaria 2013

- Método del valor presente

El método de valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Según (Gonzalez), cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado

$$CF_0 = \frac{\sum AEn}{(1 + d)^t}$$

Donde,

CFo: costo neto de capital del proyecto  
AEn: ahorro de operación debido a la energía  
VPNP: valor presente neto del proyecto  
d: tasa interna de retorno

- Método de la relación costo beneficio

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión, puesto que pretende determinar la conveniencia de proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto.

$$B = (\sum AEn) * (1 + r)^t$$

$$RBC = \frac{B}{CFo}$$

$$B = (\sum AEn) * (1 + r)^N$$

Donde,

N: Tiempo

B: Beneficio

RBC: Relación beneficio costo

Con la formulación (Saucedo, 2007), registros y análisis de facturación, se observan los diferentes consumos mensuales por horas examinados representados en la ilustración 11, datos obtenidos de la Clínica Bolivariana, donde claramente se observa el comportamiento del consumo de energía, así reportando un consumo mayor en junio y menor en julio dichos registros son los que se deben tener en cuenta a la hora de realizar uno de los pasos de la metodología del diagnóstico y las horas de mayor consumo a partir de las 8 am hasta las 8 pm en los diferentes meses como se nota en la ilustración 10.

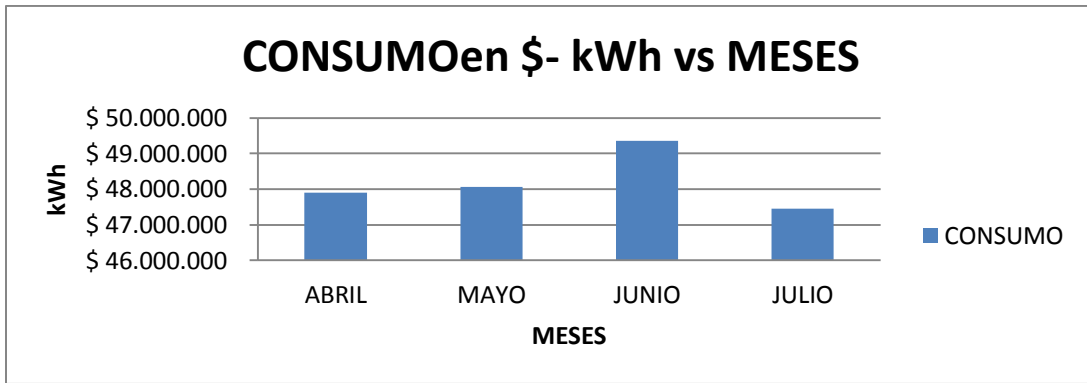


Ilustración 11. Grafica de Ejemplo Consumo kWh obtenido de facturas de energía en clínica Bolivariana

#### 4.3. DIAGNÓSTICO CUMPLIMIENTO REGLAMENTO (DCR).

El DCR, son los reglamentos, normas, listas de verificación de conformidad y no conformidad, que se han extraído de los diferentes referentes jurídicos como los son RETIE, RETILAP, NTC 2050, ISO 50001 y buscan una evaluación más detallada para que el sistema eléctrico cumpla con unos requisitos, para garantizar el buen estado y funcionamiento de este, buscando también promover el uso de herramientas tanto en aplicativos iAuditor como en Excel, donde sus datos y gráficas sirvan para evaluar y analizar toda la regulación y normativa referente a este diagnóstico.

Aunque las instalaciones hospitalarias se clasifican como especiales, la mayor importancia de este tipo de instalación radica en que los pacientes en áreas críticas pueden experimentar electrocución con corrientes del orden de microamperios, que pueden no ser detectadas ni medidas, especialmente cuando se conecta un conductor eléctrico directamente al músculo cardíaco del paciente, por lo que es necesario extremar las medidas de seguridad.

El objetivo primordial de este apartado es la protección de los pacientes y demás personas que laboren o visiten dichos inmuebles, reduciendo al mínimo los riesgos eléctricos que puedan producir electrocución o quemaduras en las personas, e incendios y explosiones en las áreas médicas. (Ministerio de Minas y Energía de la República de Colombia, 2004)

Las siguientes disposiciones se aplicarán tanto a los inmuebles dedicados exclusivamente a la asistencia médica de pacientes como a los inmuebles

dedicados a otros propósitos, pero en cuyo interior funcione al menos un área para el diagnóstico y cuidado de la salud, sea de manera permanente o ambulatoria.

Adicional a eso, las instalaciones hospitalarias, clínicas odontológicas, clínicas veterinarias, centros de salud y en general aquellos lugares en donde se haga inserción de equipos electromédicos en pacientes, deben cumplir los requisitos que se pretenden evidenciar en uno de los formatos expuestos en la metodología del DEE.

Este diagnóstico será utilizado como apoyo en DEE y DSE, frente a la primera evaluación o inspección visual que se realizará en ambos al iniciar su reconocimiento para así tener una idea del sistema al que están diagnosticando.

Descripción de la metodología a seguir:

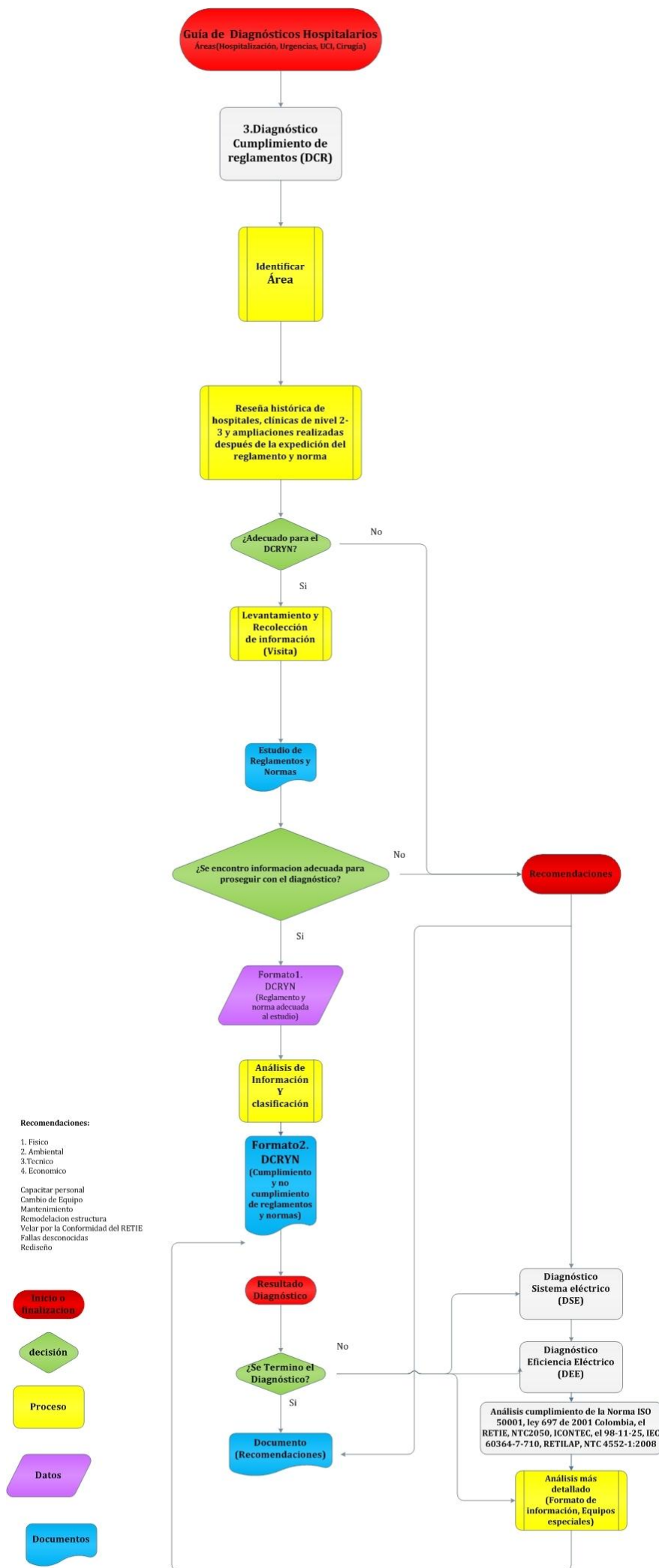


Ilustración 12. Diagnóstico cumplimiento de reglamento DCR



A continuación se desglosan del RETIE artículo 39 versión 2008 y NTC 2050 SECCIÓN 517, en las que se debe hacer más énfasis en el cumplimiento y conformidad ante una instalación eléctrica hospitalaria.

<b>Instalaciones Hospitalarias</b>	Artículo 39	Verificar el uso adecuado de la iluminación, número adecuado de salidas de iluminación y existencia de iluminación de emergencia donde sea requerido.	-----	
	Artículo 39	Verificar que exista piso conductivo en quirófanos, áreas médicas donde se utilicen anestésicos inflamables y cámaras hiperbáricas.	-----	
	Artículo 39	Verificar la existencia y adecuada selección de una fuente alterna de alimentación (planta diesel y UPS en áreas críticas).	Cumple	
	Artículo 39	Verificar que se disponga de un sistema de potencia aislado no puesto a tierra.	-----	
	Artículo 39	Verificar el uso adecuado de canalizaciones para los sistemas normal, de emergencia y aislado no puesto a tierra.	-----	
	Artículo 39	Verificar que las clínicas y hospitales que cuenten con acometida eléctrica de media tensión, dispongan preferiblemente de una transferencia automática en media tensión que se conecte a dos alimentadores.	No Cumle	
	Artículo 39	Verificar que el sistema de potencia aislado incluya un transformador de aislamiento.	-----	
	Artículo 39	Revisar que se haya efectuado una adecuada coordinación de protecciones eléctricas.	-----	
	Artículo 39	Verificar la conexión equipotencial adecuada en las áreas de cuidado de pacientes.	-----	
	Artículo 39	Verificar la ventilación en laboratorios y la extracción de gases en sistemas de esterilización por óxido de etileno.	No Aplica	
	517(30,31,32,35)	Hospitales e instalaciones de cuidado ambulatorio con áreas de cuidados críticos. Verificar sistemas eléctricos esenciales, sistema de emergencia y alambrado apropiados.	-----	
	Artículo 39	Verificar que los camiones de los pacientes sean de material antiestático.	-----	
	Artículo 39	Verificar que la humedad no descienda del 50%.	-----	
	519 (a, b) Art. 39	Verificar los circuitos ramales, las cantidades de tomacorrientes y conexión a tierra de los circuitos de las áreas de cuidados críticos.	-----	
	Artículo 39, 517(18,19,20) 210-8	Verificar la selección, el tipo y el uso adecuado de tomacorrientes, en las diferentes áreas de la instalación hospitalaria.	-----	
Artículo 39, 517 -18(a,b)	Verificar los circuitos ramales, las cantidades de tomacorrientes y conexión a tierra de los circuitos de las áreas de cuidados generales.	-----		

**Ilustración 13. Normativa Instalaciones Hospitalarias, obtenida del RETIE**

#### 4.4. RECOMENDACIONES DEL DIAGNÓSTICO

Para los resultados finales de los diagnósticos DSE y DEE se deberán tener en cuenta los ítems del DCR y todas las medidas, referencias y evidencias fotográficas que harán que la persona a cargo del desarrollo del diagnóstico proceda a buscar y encontrar las soluciones, pero para este trabajo de grado se busca mostrar recomendaciones que conlleven a mejorar la calidad y eficiencia del sistema eléctrico dentro de la instalación hospitalaria.

Es importante resaltar que dichas recomendaciones son generales, que varían según el área, la instalación y la persona que desarrolla el diagnóstico ya sea por los análisis que realice o por la experiencia que tiene para buscar soluciones óptimas frente al sistema eléctrico y eficiente de la instalación hospitalaria.

A continuación se presentan algunas recomendaciones que se podrán tener en cuenta a la hora de evaluar los resultados:

##### *4.4.1. Espacio estructural y físico*

Se detallan todos los problemas o fallas vistas, en la parte estructural dentro de las áreas críticas, proponiendo una solución inmediata.

**Ejemplo:**

**Causa:** Cables expuestos, estructura dañada, huecos, daños de los elementos de conexión (tomas, interruptores, gabinetes, cableado).

**Solución:** Remodelación estructural, cambio de elementos, mantenimiento correctivo y preventivo.

##### *4.4.2. Ambiental*

En estas áreas se ve el constante uso de químicos, gases y las diferentes exposiciones que el sistema eléctrico sufre, debido a su alta y constante atención a los usuarios.

**Ejemplo:**

**Causa:** alteración de Gases SF6, derrame de líquidos en los cables, exposición a temperaturas inadecuadas, elementos eléctricos o electrónicos.

**Solución:** Plantear una ubicación nueva para los elementos expuestos y buscar que ningún elemento quede a la intemperie con líquidos que puedan afectar el sistema o incluso atentar contra la vida; canaletas, ductos, forros, ver fichas técnicas de los elementos.

#### 4.4.3. Técnico

En una instalación hospitalaria, el recurso técnico es de gran importancia para la operación y mantenimiento de todo el sistema eléctrico, sus fallas y el mantenimiento en general.

**Ejemplo:**

**Causa:** Personal no capacitado, falta de planeación, inexistencia de mantenimientos, desconocimiento de los equipos o elementos dentro de las áreas, falta de historial.

**Solución:** Contratación personal calificado, capacitaciones en las diferentes equipos y áreas eléctricas, creación de mantenimientos preventivos y correctivos en fechas consecutivas, creación de historial de los elementos y equipos.

#### 4.4.4. Normativo

Mejorar la calidad, la seguridad y la eficiencia de la atención de la salud es un objetivo que comparten organizaciones para la atención de la salud y naciones de todo el mundo. Los proveedores de atención de la salud de todas partes deben seguir el ritmo de la globalización y responder a la demanda de una atención accesible y de alta calidad.

Las necesidades locales varían y las diferentes culturas presentan desafíos únicos, dentro de tantos organismos se encuentra la *Joint Commission International (JCI)*, que se destaca como modelo de culto para la comunidad

mundial en lo que respecta a la seguridad del paciente y las mejoras en la calidad. (Joint Commission International, 1994)

En Colombia el cumplimiento de las diferentes normas propuestas para las instalaciones eléctricas asignan a la entidad hospitalaria, el velar por el desarrollo y aplicación de estas para el buen funcionamiento y calidad de la electricidad. (RETIE, RETILAP, NTC2050)

#### 4.4.5. Económico

Son los hábitos que se deben fomentar para reducir gastos, aumentar los ahorros e identificar oportunidades y prioridades que se obtengan para que así, el sistema sea más eficiente energéticamente.

#### **Ejemplo:**

**Causa:** Alto consumo y alta demanda de personal en estas áreas, luminarias con temperaturas altas, horas de uso, sistema sobrecargado.

**Solución:** Cambio de luminarias por ahorradoras con más tiempo de uso, analizar el sistema, implementar sensores para el paso de personal y encendido de algunas luminarias de no tan necesaria utilización, nuevos equipos que permitan un control numérico del consumo, de las fallas y sus respectivas gráficas para un mejor análisis, implementación de campañas de mejoras y consumo entre los usuarios y empleados de la instalación hospitalaria.

#### 4.4.6. *Ejemplo de cómo realizar recomendaciones posteriores a los diagnósticos*

- Mantener el equipamiento médico-hospitalario en las mejores condiciones de operación, funcionalidad y seguridad, con el propósito de evitar pérdidas y fallas en la operación de éste.
- Bajo la concepción de una óptima ingeniería, es aconsejable que las reparaciones sean ejecutadas en forma inmediata. Los trabajos deberán ser controlados estrictamente en base a una cuidadosa programación, con el objeto de obtener el máximo aprovechamiento del tiempo de los técnicos y los recursos disponibles.

- El mantenimiento de toda la instalación bien ejecutado garantiza la oportuna prestación de los servicios de atención y tratamiento de los pacientes.
- Realizar inspecciones periódicas de la planta de emergencia, niveles de aceites, agua, baterías, de arranque, si es posible, pruebas con bancos de carga para saber cómo está su eficiencia de soportabilidad de carga de la entidad medica con la finalidad de establecer la efectividad de las acciones de transferencia.
- El mantenimiento debe ser oportuno y eficiente, pero al mismo tiempo mantenerse dentro de los términos de la calidad económica y el mejor aprovechamiento de los recursos.
- En uno de los tantos lugares que pueden haber pérdidas de energía calorífica es en los gabinetes por no cumplir con la reglamentación mencionada en el artículo 23 de 2013, ya que dichas pérdidas se presentan en los conductores, aislamientos o dieléctricos, pantallas o cubiertas metálicas.
- Hacer revisiones a las instalaciones eléctricas, como rutina interna y en caso de ser necesario por expertos en el ahorro energético.
- Implementar un monitoreo de registro del consumo energético.
- Se recomienda apagar la iluminación, utilizar la luz natural y desconectar los aparatos electrónicos cuando no estén en su uso, ya que contribuyen a aumentar la carga en el lugar.
- Se encomienda hacerle un estudio a toda la red, comportamientos de armónicos, factor de potencia, corriente, frecuencia, corriente de cortocircuito , potencia, tipo de servicio, consumo por área, para así tener una primicia de cómo implementar las medidas correctivas para garantizar un ahorro energético en la clínica.
- Los estudios termográficos permitirán incrementar la seguridad y la prevención, el cual evitará las averías antes de que estas se produzcan y con ello, las perdidas energéticas y económicas.
- Es indispensable aprovechar al máximo la infraestructura existente y el personal para fomentar una cultura de eficiencia.
- En el análisis observado en el estado de la iluminación, se sugiere estudiar y ejecutar detallada y minuciosamente el trabajo, inspección del sistema de iluminación de la Clínica Universidad Pontificia Bolivariana con base en el RETIE y EL RETILAP.
- La limpieza de las instalaciones, gabinetes, luminarias, garantizan un buen funcionamiento de todos los elementos, evitando pérdidas de calor y de piezas, riesgos eléctricos.

- Para contribuir, un edificio energéticamente eficiente se debe considerar no solo la eficacia de los equipos instalados, también la eficiencia en los procesos de fabricación e instalación.
- Es necesario que periódicamente se revise las UPS con el fin de evitar riesgos cuando hay ausencia de tensión ya que estas son un respaldo para una acción inmediata de la falla.
- La protección es el factor importante de las clínicas y hospitales, esto se debe basar en una aplicación integral para mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta de las descargas atmosféricas. Artículo 16 de 2013
- El RETIE en el artículo 17 afirma lo siguiente: “...los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas de las instalaciones eléctricas deben estar rotulados con la información allí establecida.”
- Se recomienda levantar los planos unifilares de todo el sistema de la clínica, rotulación y marcación de los gabinetes para así tener una ordenada logística y maniobra en el momento de la ausencia de tensión.

#### 4.4.7. Formato

<b>Resultados</b>
<small>Se procede a entregar acorde a la evaluación técnica y normativa, las recomendaciones finales del Diagnostico.</small>
<b>Evidencia Fotografica</b>
<small>Tratar de evidenciar detalles característicos de la inspeccion visual para poder recomendar con mayor facilidad</small>

**Ilustración 13. Formato de Recomendaciones y evidencias fotográficas**

Se debe alimentar la recomendación con los datos entregados por la instalación hospitalaria, con los históricos de los equipos, análisis y estudios entregados por empresas externas a la instalación que hayan desarrollado diagnósticos o auditorías anteriores; si es la primera vez es recomendable guardar esta información y comenzar a buscar prontamente las soluciones a que haya lugar.

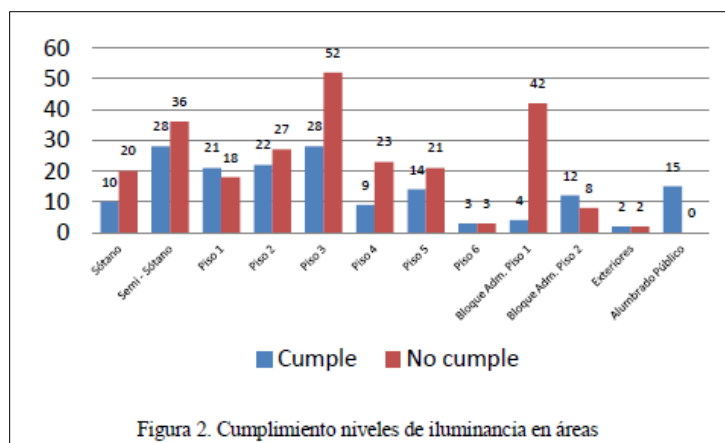
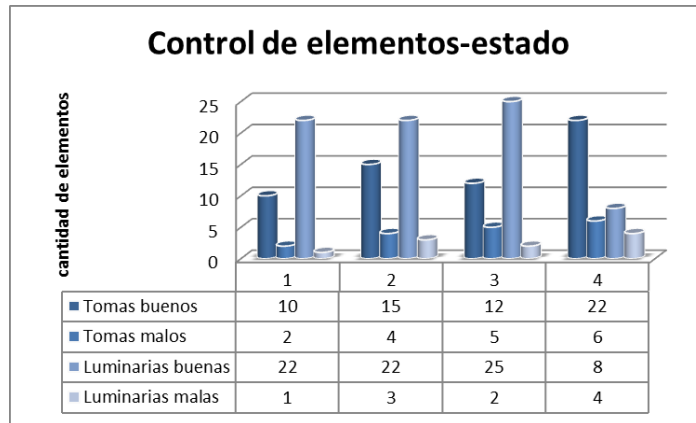


Ilustración 14. Ejemplo de gráficos estadísticos de los datos obtenidos en el DSE, DEE o DCR, tomado de (Aníbal Brito Vidal, 2012)

Con ayuda de la recolección de datos, obtenidos de los DEE, DSE y DCR se deben calcular los diferentes índices por medio de gráficos y compararlos respectivamente con los índices estadísticos o propios índices (en caso de llevar más de un período) de momentos anteriores. Ya sea cuantitativa o cualitativamente, de esta forma vale la pena conservar dichos resultados en una tabla de Excel para establecer de manera fácil las diferencias que se van obteniendo de un período a otro en un mismo índice de consumos, de conformidades y/o no conformidades. Así mismo se deben evidenciar (equipos, tomas buenos y malos, luminarias, consumo por horas/Área, pacientes vs área, vs hora, tensiones, motores, calibres, estructura, colores, señalización, riesgos).



**Ilustración 15 Ejemplo 2 de elementos buenos y malos en una instalación eléctrica hospitalaria (Grafica cualitativa), donde: horizontalmente (1. Hospitalización, 2, Cirugía, 3. UCI y 4. Urgencias)**



## 5. ELEMENTOS Y EQUIPOS BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN HOSPITALARIA

Es imperioso tener conocimientos previos y experiencia en instalaciones especiales, para este caso se dará una breve introducción de algunos de los elementos más comunes y básicos que debe contener un hospital.

### 5.1.1. Subestaciones

Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica mediante la transformación de potencia. La infraestructura de distribución secundaria debe asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad propias del nivel de tensión.

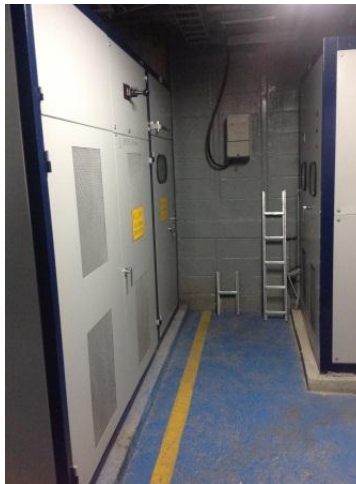


Ilustración 16. Subestación clínica Bolivariana

### 5.1.1. Ups

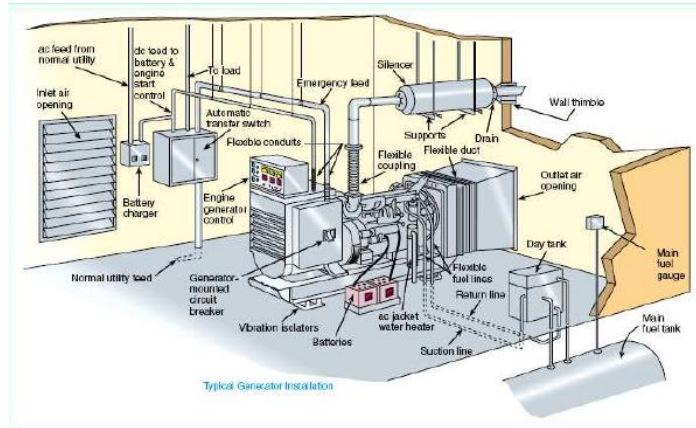
Es un dispositivo estático o sistema que provee energía a cargas críticas unos milisegundos después del corte de la alimentación normal; durante este tiempo normalmente no deben salir de servicio ninguno de los quipos que alimenta. Las UPS son generalmente no especificadas por códigos de requerimientos de hospitales o en el cuidado de la salud, sin embargo los sistemas de UPS están incrementándose en diseños eléctricos para los equipos de unidades de cuidados intensivos, equipos de laboratorio, iluminación o lugares donde sea necesario el servicio y suministro eléctrico.



Ilustración 17 UPS trifásica Galaxy 6000 200/250/300/500 KVA

### 5.1.1. Plantas de emergencia

Las plantas de emergencia son requeridas para todas las instalaciones de asistencia médica en el suministro de energía eléctrica, de forma automática a sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos determinados en caso de falla del suministro normal, con el fin de mantener la iluminación en áreas críticas, para la seguridad de las salidas. Suministrar corriente para detección y alarma contra incendios, sistemas de comunicación, es decir para evitar cualquier riesgo en la seguridad de la vida humana o riesgos para la salud. (Losada-Lenis, 2007)



**Ilustración 18 Esquema planta eléctrica (Losada-Lenis, 2007)**



**Ilustración 19. Planta eléctrica tomada en la clínica bolivariana**

### 5.1.2. Aire acondicionado

El acondicionamiento del aire es el proceso que enfría, limpia y circula el aire, controlando su contenido de humedad. En condiciones ideales se logra todo esto de manera simultánea. (Hernandez)

Todo lo expuesto de aires acondicionados lo sustenta la norma RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificaciones. Creada por Acaire (Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y la Refrigeración).

Las características principales de un sistema de aire acondicionado son las siguientes:

- Temperatura: La temperatura de confort recomendada para el verano se sitúa en 25 °C, con un margen habitual de 1 °C.
- Humedad relativa: Es la relación que existe entre la cantidad de agua que contiene el aire, a una temperatura dada, y la que podría contener si estuviera saturado de humedad.
- Movimiento del aire: El aire de una habitación nunca está completamente quieto.

Por la presencia de personas y por efectos térmicos, no se puede hablar de aire en reposo. Todo ello trae consigo un movimiento del volumen de aire que está dentro del ambiente.

- Limpieza del aire: El ser humano, en la respiración, consume oxígeno del aire y devuelve al ambiente anhídrido carbónico, otros gases diversos, vapor de agua y microorganismos. Por estas razones, se impone la renovación del aire y su limpieza o necesidad de filtrarlo.

#### *5.1.2.1. Componentes del equipo de acondicionamiento*

El sistema está compuesto de condensador, compresor, expansor y evaporador, donde están unidos por una tubería de cobre en la cual donde circula el fluido frigorígeno.

- Compresor: Recibe el fluido como gas por la tubería llamada línea de aspiración, lo comprime, le añade calor y presión, y lo envía por la línea de descarga al condensador en forma de gas caliente recalentado a alta presión.
- Condensador: Pierde primero el calor, se satura hasta que se condensa totalmente; una vez condensado se licua y enfría a través de la línea de líquido hasta el control de flujo (expansor).
- Expansor (elemento de control del flujo): Es un tubo capilar o una válvula de expansión; forzado a través de esta restricción, pasa a una mezcla de líquido y vapor.

- Evaporador: Congelador de la nevera. Otro serpentín, por donde a medida que avanza se evapora y absorbe el calor de las paredes de los tubos y aletas que lo contienen hasta vaporizarse completamente, siendo posteriormente aspirado y recalentado por el compresor.

Otros elementos del sistema de aire acondicionado son:

- Separador de líquido: evita que entren gotas en el compresor.
- Filtro de aire: de él depende la eficacia del sistema.
- Torre de enfriamiento: refrigera el agua.
- Refrigerante: portador de energía con propiedades adecuadas que permiten una transferencia de calor eficiente; entre ellos tenemos principalmente a los freones.

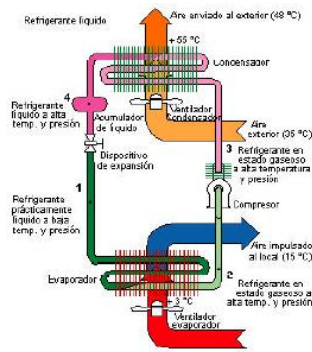


Ilustración 20 Esquema de circuito frigorífico

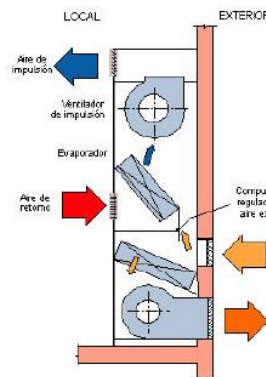


Ilustración 21. Componentes de un equipo acondicionador

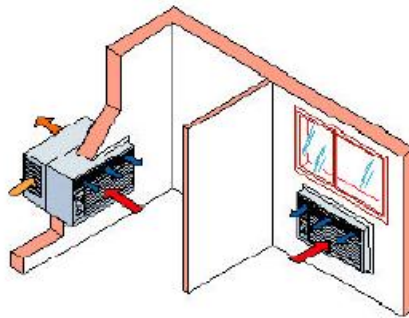
### 5.1.2.2. Tipos de equipos

Existen equipos acondicionadores condensados por aire y condensados por agua, en esta descripción se incluyen únicamente los condensados por aire, asimismo, los equipos pueden ser compactos y partidos.

Los primeros constan de una sola unidad, mientras que los partidos están integrados por dos o más unidades. En cuanto al servicio que prestan, los equipos se denominan unitarios, si se trata de equipos independientes en cada habitación, o individuales, cuando un solo equipo atiende a todo el local.

#### **Acondicionador de ventana**

Es un equipo unitario, compacto y de descarga directa. Normalmente se coloca uno por habitación o, si el local es de gran superficie, se colocan varios según las necesidades.



**Ilustración 22. Acondicionador de ventana**

#### **Equipos partidos (split o multi – split)**

Son equipos unitarios de descarga directa; se diferencian de los compactos en que la unidad formada por el compresor y el condensador va al exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Ambas unidades se conectan mediante las líneas de refrigerante. Con una sola unidad exterior, se puede instalar una unidad interior (sistema split) o varias unidades interiores (sistema multi – split). Las unidades interiores pueden ser de tipo mural, de techo y consolas, y todas ellas disponen de control independiente.

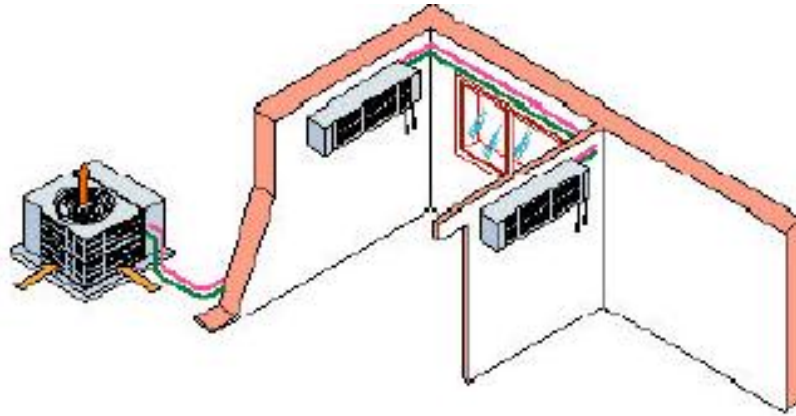


Ilustración 23. Equipos partidos o Split

### Equipo compacto individual

Es un equipo de descarga indirecta, mediante red de conductos y emisión de aire a través de rejillas en pared o difusores en techo. El mecanismo necesita una toma de aire exterior, se puede colocar en un falso techo o en un armario, existiendo modelos horizontales y verticales.

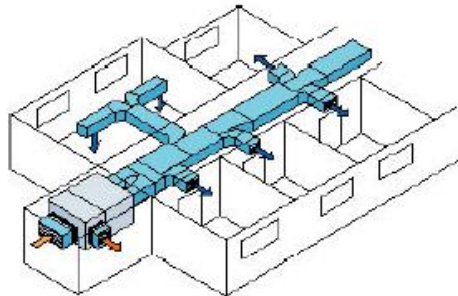


Ilustración 24. Compacto individual

### El Chiller o sistema de agua helada

Consiste en una unidad central o más, que genera agua a temperaturas de aproximadamente 7°C, la cual es distribuida por medio de tuberías a los ambientes necesarios. Estas unidades están compuestas por cuatro elementos principales que son: el evaporador, el condensador, el elemento expansivo o válvula de expansión, y el compresor.

La unidad absorbe el calor generado en los ambientes del edificio por medio del evaporador que es un intercambiador de calor donde circula agua fría por un lado, y refrigerante por el otro.

El agua sale del evaporador a 7 °C aproximadamente y regresa a 12 °C. Este último diferencial de temperatura, se debe a la absorción de la carga térmica de los ambientes.

El gas refrigerante sale del evaporador hacia el compresor que aumenta su presión para llevarlo al condensador, donde el refrigerante se condensa en un intercambiador de calor, que puede utilizar agua o aire como medio de condensación.

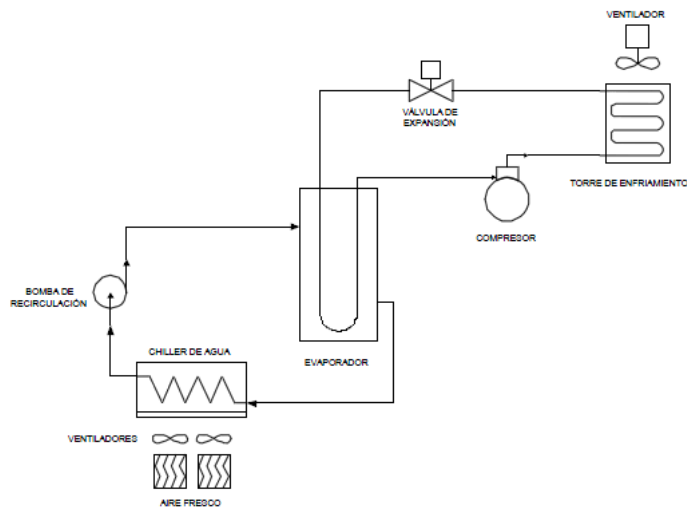


Ilustración 25. Chiller o sistema de agua helada



### 5.1.1. Tablero de Distribución

Un solo panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de uno solo, que incluye elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra corriente y puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; está diseñado para ser instalado en un armario o caja, colocado sobre una pared o tabique y accesible solo por su frente (Energía, 1998).



Ilustración 26 Tablero de distribución, tomado Clínica Bolivariana

En la ilustración 23 se describe por medio de un flujograma como se define claramente, si dentro del hospital se requiere de un tablero de aislamiento.

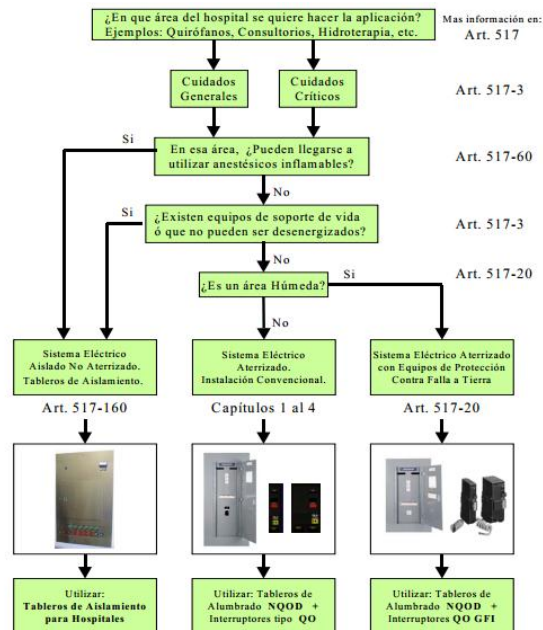


Ilustración 27 Definición tablero hospitalario, tomado de Schneider-Normativa adoptada de Mexico

### 5.1.2. Tomas

Los interruptores con detección de falla a tierra (*GFCI*, por sus siglas en inglés de *Ground Fault Circuit Interrupters*) son dispositivos diseñados para evitar choques eléctricos accidentales o electrocución evitando el paso de la corriente a tierra. También protegen contra incendios ocasionados por fallas eléctricas, sobrecalentamiento de herramientas o electrodomésticos y daños al aislamiento de los cables. Los códigos de la construcción exigen el uso de los GFCI en lugares “húmedos”, tales como cocinas y baños, y Cal/OSHA los exige en los sitios de construcción.



Ilustración 28 Toma GFCI, tomado de (Losada-Lenis, 2007)

Los tomacorrientes clasificados como *grado hospitalario*, se deben señalar con un punto verde localizado en el frente y cumplir con unas pruebas adicionales a las de un tomacorriente normal. Sus contactos son diseñados con una fuerza o presión superior de agarre que permiten sujetar el enchufe para que no se suelte fácilmente y también puedan resistir impactos fuertes.

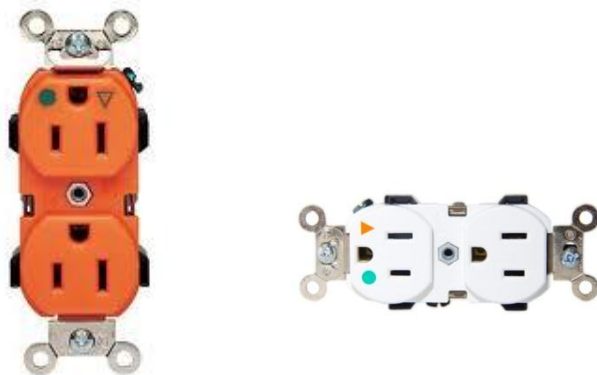


Ilustración 29 Tomacorriente-Grado hospitalario

### 5.1.3. Luminarias

Dentro de la instalación hospitalaria se deberá contar con una buena iluminación donde prevalezca la seguridad del paciente y usuario, según el artículo 17 del RETIE y el RETILAP existen requisitos mínimos que se deben cumplir en una instalación hospitalaria.

- Debe existir suministro ininterrumpido de iluminación de sitios donde la falta de ésta pueda ocasionar riesgos para la vida de la persona, por ejemplo en áreas críticas y rutas de evacuación.
- Suministrar cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y la cantidad de luminarias apropiadas para cada caso en particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar las fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA (Lx)		
	Min.	Med.	Máx.
<b>Hospitales</b>			
<b>Salas</b>	50	100	150
Iluminación general	200	300	500
Examen	150	200	300
Lectura	3	5	10
Circulación nocturna			
<b>Salas de examen</b>	300	500	750
Iluminación general	750	1000	1500
Inspección local			
<b>Terapia intensiva</b>	30	50	100
Cabecera de la cama	200	300	500
Observación	200	300	500
Estación de enfermería			
<b>Salas de operación</b>	500	750	1000
Iluminación general	10000	30000	100000
Iluminación local			
<b>Salas de autopsia</b>	500	750	1000
Iluminación general	5000	10000	15000
Iluminación local			
<b>Consultorios</b>	300	500	750
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local			
<b>Farmacia y laboratorios</b>	300	400	750
Iluminación general	500	750	1000
Iluminación local			

Ilustración 30 Niveles típicos de iluminancia. Ministerio de minas y energía de la República colombiana, RETIE

La iluminación es uno de los factores más importantes en todo ámbito, el cual representa un alto uso y consumo en cualquier institución. En la Clínica

Bolivariana ya tienen un estudio detallado que servirá como guía para personas dedicadas a la ingeniería de iluminación, en el que se encuentran las falencias que presenta el sistema de luminosidad y algunas propuestas para mitigarlas, así como un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de luminarias , que puede ser un modelo comparativo para un posterior desarrollo del DEE y el DSE en cualquier instalación eléctrica hospitalaria, todo esto de acuerdo con lo exigido por el *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP*.

## 6. ASPECTOS PRELIMINARES PARA TENER EN CUENTA EN LA REALIZACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO HOSPITALARIO

A continuación se describen ítems a tener en cuenta antes de realizar una visita, se pueden verificar en una lista de chequeo ya sea por seguridad o requisito de la instalación.

### 6.1. RIESGOS

Para cada visita se identifican los riesgos en las áreas a diagnosticar, buscando así reducir (cero) porcentaje en accidentabilidad. Consecuentemente deberán adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo en un sistema hospitalario, no deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan en lo más mínimo.

**Riesgo Eléctrico:** Se denomina riesgo eléctrico al originado por la energía eléctrica (eléctrico, 2012). Dentro de este tipo de riesgo se pueden considerar los siguientes casos:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

Para mitigar este peligro, optamos como medida de control:

- Botas dieléctricas.
- Distancias de seguridad.
- Cinta dieléctrica.
- Herramientas aisladas.
- No llevar objetos metálicos en los bolsillos o en el cuerpo.
- Usar guantes dieléctricos.
- Elementos de condena donde aplique.

Tabla 5. Elementos de Protección Personal (EPP)

Elementos de Protección personal	Normativa
Calzado	NTC2830
Casco Dieléctrico	NTC 1523/ ANSI Z89
Guantes Dieléctricos	NTC 2219
Gafas	NTC3610/ ANSI Z87
Ropa de protección	ASTM 1506

**Riesgo biomecánico:** Se refiere a la postura que mantenemos mientras trabajamos.

**Riesgo químico:** Son aquellos en cuyo origen está la presencia y manipulación de agentes químicos, los cuales pueden producir alergias, asfixias, etc. Como medida de seguridad informarse de los residuos peligrosos y sus respectivas medidas.

**Riesgos Físicos:** Su origen está en los distintos elementos del entorno de los lugares de trabajo. La humedad, el calor, el frío, el ruido, la iluminación, las presiones, las vibraciones, etc. pueden producir daños a los trabajadores.

Una forma de mitigar dicho riesgo, es utilizar los elementos de protección personal, disponer de los planos de la ubicación técnica para ubicar las fallas rápidamente y conocer con anterioridad a que esfuerzos mecánicos o ergonómicos se someterá y así buscar personal de apoyo para evitar lesiones.

## 6.2. SEGURIDAD

Las instalaciones hospitalarias incluyen una gran variedad de operaciones de energía, que tienen peligros inherentes que requieren un manejo cuidadoso. El paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano puede traer graves consecuencias a la salud, pues puede producir quemaduras graves y aún la muerte por asfixia o paro cardíaco. Acorde al RETIE, Capítulo 3, artículo 19.5 se hace énfasis en las Reglas de Oro; las cuales se especifican de la siguiente manera:

- I. Verificar visualmente que se encuentren abiertas todas las fuentes de alimentación.

- II. Verificar visualmente que estén bloqueados y condenados eléctrica y mecánicamente los mecanismos de operación de los equipos que conformen el corte visible.
- III. Confirmar con el detector de tensión y con el jefe de trabajos la ausencia de tensión en los elementos a intervenir.
- IV. Verificar que se encuentre cerrada la cuchilla de puesta a tierra, colocadas las puestas a tierra portátiles.
- V. Verificar que se encuentre señalizada y delimitada la zona de trabajos.

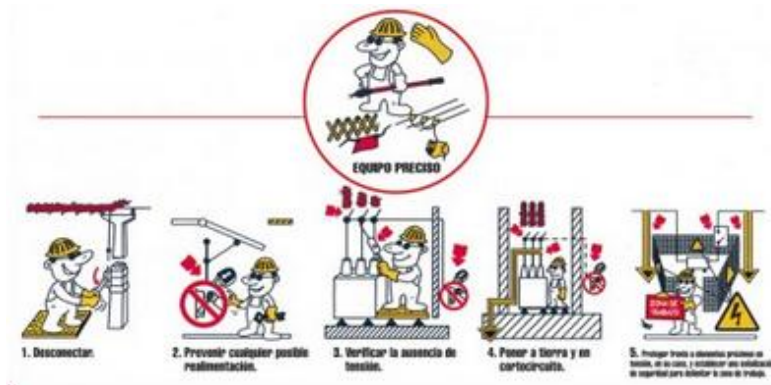


Ilustración 31. 5 Reglas de Oro

Adicionalmente existen áreas dentro de la instalación hospitalaria que exigen vestimenta rigurosa acorde a la ubicación técnica que se desea observar y analizar, para nuestro caso (emergencias y urgencias) hacen uso específico de la prenda “uniforme de mayo”.

Es un atuendo de uso exclusivo para el área de los quirófanos, que consta de camisa, pantalón, gorro, mascarilla y zapatos o en su defecto, polainas. El atuendo quirúrgico debe estar confeccionado con un material libre de pelusas, resistente a la electricidad estática y a las llamas. El personal de la sala de cirugía debe portar el atuendo al comienzo de cada jornada cuando ingrese al área y debe cambiárselo si se ensucia visiblemente. (Alvarez-Lopez, 2011)



Ilustración 32. Atuendo para áreas críticas en I. Hospitalaria

### 6.3. RECURSO HUMANO

Es preciso desarrollar con enfoques técnicos recomendaciones a partir de la guía de DSE y DEE. Se emplearán todos los conocimientos y saberes de la Ingeniería Eléctrica, en sus diferentes áreas y así desenvolverse en el medio y/o sector eléctrico, centrándose en las instalaciones eléctricas hospitalarias de las áreas críticas para generar recomendaciones, no pretendiendo solucionar el problema pero si permitiendo orientar al ingeniero o encargado de área por medio de este diagnóstico, para después implementar un plan de mantenimiento y/o mejoramiento.

En las instalaciones existentes a la entrada en vigencia del RETIE Art. 44.6.6, el propietario o tenedor de la instalación será el responsable de verificar que ésta no presente alto riesgo o peligro inminente, para lo cual deberá apoyarse en personal calificado, y dentro de los requisitos para realizar este diagnóstico es necesario identificar el recurso humano a ingresar y evaluar todos los ítems propuestos en esta guía.

Es importante resaltar que estos diagnósticos en áreas especiales se deben realizar por personas experimentadas, que puedan entender conceptos, equipos y estén totalmente relacionados con las instalaciones hospitalarias.

Se podría exigir para la realización de estos diagnósticos, experiencia certificada por lo menos para el área de ingeniería 3 años de competencia laboral en este campo, así mismo para el área de técnico y/o encargado de mantenimiento, 5 años de competencia laboral en este campo.



### 6.3.1. Técnico

Deberá tener matrícula acorde al área en la que se desempeña según el *Comité Nacional de Técnicos Electricistas (CONTE)*, verificar la clase de matrícula, que para una instalación hospitalaria sería *clase 6 técnico en instalaciones eléctricas especiales*. (electricas, 2013)

### 6.3.2. Profesional- ingeniería

Persona profesional según el Consejo Nacional Profesional de Ingenieros (COPNIA), deberá contar con tarjeta profesional, se encargara del cumplimiento del RETIE, promoviendo los mantenimientos preventivos y correctivos, adicional a lo anterior, verificar que el técnico esté pendiente del sistema eléctrico. Buscará formas de implementar campañas de eficiencia energética, y del buen uso a las instalaciones eléctricas dentro del hospital.

PROFESIÓN	REGULACIÓN LEGAL
Ingenieros electricistas	Ley 51/86 Tarjeta Profesional Consejo Nacional Profesional de Ingenierías
Tecnólogos en Electricidad	Ley 392/97 Tarjeta Profesional Consejo Nacional Profesional de Tecnólogos
Técnicos electricistas	Ley 19/90 - Decreto 991/91 Tarjeta Profesional Consejo Nacional de Técnicos Electricistas Clases de matrículas: El consejo Nacional de Técnicos electricistas, expide matrículas profesionales de acuerdo con lo establecido en el artículo 3º del Decreto Reglamentario 991 de 1991 en las siguientes CLASES: Clase 1:Técnico en Instalaciones eléctricas Interiores Clase 2:Técnico en bobinado eléctrico y accesorios Clase 3:Técnico en mantenimiento eléctrico Clase 4:Técnico en electricidad Industrial Clase 5:Técnico en redes eléctricas Clase 6:Técnico en instalaciones eléctricas especiales

**Ilustración 33 Regulación legal para profesionales en el área eléctrica, tomado de Legislación de profesiones (electricas, 2013)**

## 6.4. EQUIPOS

En este ámbito se debe contar con una buena ubicación extraída de los planos, para conocer la conexión de los equipos, aparatos electromédicos, acometidas y salidas, por consiguiente es necesario adaptarse completamente a los detalles arquitectónicos, eléctricos, estructurales, mecánicos y con las fichas técnicas que se den para cada espacio.

Para la manipulación e instalación de los equipos, se deberán verificar todas las dimensiones y condiciones existentes en el sitio, teniendo en cuenta los tamaños y áreas libres, para asegurarse de que los aparatos y materiales que se propone suministrar puedan ser instalados y operados satisfactoriamente en el espacio escogido. El equipo deberá ser instalado de tal manera que se preserven las alturas, se prevengan riesgos y haya libre circulación.

También se debe tomar la precaución de observar la certificación de los productos o equipos ya sean los equipos propios para realizar medidas, como los existentes dentro de la instalación, esto con el fin de minimizar errores y obtener registros óptimos para su posterior análisis.

Dentro de los formatos, previos a una visita se especifican algunos de los equipos, para chequear su uso o no, dentro de la realización del diagnóstico, procurando así recordar al encargado de traerlo o llevarlo a las diferentes inspecciones.

Para la debida aplicación e instalación de algunos de los equipos, se dará una breve explicación e ilustración de su uso o instalación.

### 6.4.1. *Multímetro*

Es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una. Los hay analógicos y seguidamente se han introducido los digitales.



Ilustración 36. Multímetro Digital



Ilustración 35. Conexión multímetro



Ilustración 34. Toma puesta a tierra

#### 6.4.2. Flexómetro

El flexómetro es un instrumento de medición conocido también como cinta métrica, con la particularidad de que está construido por una delgada cinta metálica flexible, dividida en unidades de medición, y que se enrolla dentro de una carcasa metálica o de plástico. En el exterior de esta carcasa se dispone de un sistema de freno para impedir el enrollado automático de la cinta, y mantener fija alguna medida precisa de esta forma.



Ilustración 37 Flexómetro

### 6.4.3. Luxómetro

Un luxómetro (también llamado luxómetro o light meter) es un instrumento de medición que permite calcular simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es lux. Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representados en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes.



Ilustración 38 Luxómetro

### 6.4.4. Pinzas amperimétricas

Son un instrumento de medida que permite cuantificar la intensidad de corriente que circula a través de conductores activos sin la necesidad de interrumpir el normal funcionamiento del circuito. Mediante la utilización de las pinzas amperimétricas se consigue medir de manera más sencilla y rápida la intensidad de corriente circulante (A). Es posible de conseguir pinzas que incorporan también la posibilidad de medir otra serie de parámetros con la tensión (V), la capacidad o la resistencia.

Debe prestarse atención al rango de medida de la pinza que se esté utilizando.

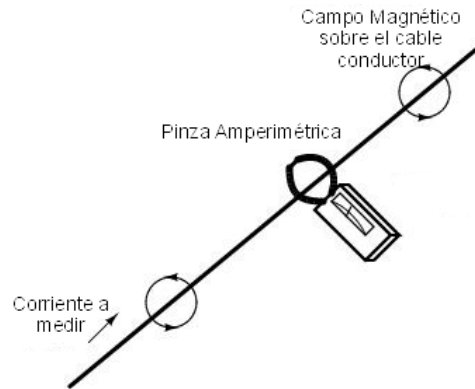


Ilustración 39 Pinza amperimétrica y su conexión

#### 6.4.5. Analizador de Red

Es un equipo que además de medir las tensiones, corrientes y  $\cos(\varphi)$  en valores verdaderos (rms), es capaz de analizar la calidad de las señales eléctricas.

Estos equipos son utilizados para medir y usualmente registrar los parámetros eléctricos más significativos de una instalación. El equipo está compuesto por:

- El equipo registrador/analizador.
- Tres pinzas amperimétricas o sonda de corriente de CA 6.000
- Cuatro pinzas cocodrilo voltimétricas.
- Uno o varios sistemas de extracción de los datos registrados.

Forma de uso:

A continuación se resume la forma habitual de mediciones programadas con estos equipos, no obstante es imprescindible consultar el manual del fabricante:

- a) Antes de encender el equipo, adoptar las medidas de autoprotección que se consideren necesarias (abrir interruptores, emplear guantes dieléctricos y tapete aislante, etc.)

- b) Conectar a las correspondientes entradas del analizador las tres pinzas amperimétricas o sondas de corriente, tener cuidado con la orientación de esta y las cuatro pinzas de cocodrilo para la tensión.
- c) Instalar las sondas de corriente a cada fase en la entrada del equipo o área a medir.
- d) Instalar las pinzas de cocodrilo en el correspondiente conductor desnudo (allí donde existe tensión).
- e) Conectar el analizador, encenderlo, programar relaciones de transformación, comienzo, final e intervalo entre medición.



Ilustración 40. Analizador de Redes

#### 6.4.6. Megóhmetro

El término megóhmetro hace referencia a un instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión. Se conoce también como "Megger", aunque este término corresponde a la marca comercial del primer instrumento portátil medidor de aislamiento introducido en la industria eléctrica de 1889. El nombre de este instrumento, *megóhmetro*, deriva de que la medida del aislamiento de cables, transformadores, aisladores, etcétera, se expresa en megohmios ( $M\Omega$ ). Es por tanto incorrecto el utilizar el término "Megger"



Ilustración 41. Megger

## 6.5. INFORMACION TÉCNICA

Este ítem, es suministrado por cada hospital o clínica, donde se desea realizar los diagnósticos, buscando como fin único el conocimiento por parte del ingeniero, tecnólogo o técnico en la instalación eléctrica. Se deberá contar con lo siguiente:

- Planos arquitectónicos y eléctricos.
- Unifilares.
- Mantenimientos realizados.
- Empresas contratistas encargadas de mantenimientos, asesorías, capacitaciones y/o proveedores de equipos y elementos.
- Historial de medidas de los diferentes equipos.
- Registro de fallas.
- Manual de fallas.
- Campañas de eficiencia energética.
- Manuales técnicos.
- Certificación y conformidad de productos.
- Inspección técnica, la cual se debe verificar mediante visitas periódicas de 5 años para instalaciones clasificadas como especiales. (Ministerio de Minas y Energía de la República de Colombia, 2004)

Son requisitos que optimizan el diagnóstico permitiendo facilidad de análisis, minimizar tiempos, son de utilidad para recomendaciones y en caso de no existencia buscar soluciones para continuar con los procesos y metodología de los diferentes diagnósticos.

## 6.6. FORMATO DE VERIFICACION ANTES DE INICIAR LA PRIMERA VISITA

A continuación se presenta un formato, que sirve como checklist de las medidas de seguridad, los elementos de protección personal, equipos y riesgos anteriormente descritos, que se presentan en una instalación eléctrica.








Recursos		
Para realizar una buena inspeccion es nescesario contar con los recursos adecuados, identificando antes los riesgos, los equipos, y el lugar al que se desea diagnosticar.		
<b>1. Personal</b>	<b>2. Elementos de proteccion personal</b>	<b>3. Equipos y Herramientas</b>
Tecnico <input type="checkbox"/>	Guantes de Nitrilo <input type="checkbox"/>	Multimetro <input type="checkbox"/>
Tecnologo <input type="checkbox"/>	Mascarilla <input type="checkbox"/>	Destornillador <input type="checkbox"/>
Ingeniero <input type="checkbox"/>	Gafas de proteccion <input type="checkbox"/>	Camara <input type="checkbox"/>
	Casco de seguridad <input type="checkbox"/>	Megger <input type="checkbox"/>
<b>4. Informacion Tecnica</b>	<b>5. Elementos de Seguridad</b>	<b>6. Repuestos</b>
Planos de conexion <input type="checkbox"/>	Elementos de Condenas <input type="checkbox"/>	
Manuales <input type="checkbox"/>	Cinta de demarcacion <input type="checkbox"/>	
	Radios <input type="checkbox"/>	
	Llaves <input type="checkbox"/>	
     		
<p><b>Riesgos</b></p> <p>Es vital conocer y seguir las medidas de seguridad para evitar algun accidente.</p>		
Tipo	Factor	Medida de control
A. Riesgo Electrico	Electrocucion, Contacto directo, Contacto indirecto	Botas dielectricas Utilizar Cinta de Demarcacion Distancias de seguridad Utilizar las herramientas aisladas de acuerdo al nivel de tension No llevar objetos metalicos en los bolsillos o en el cuerpo Elementos de condena donde aplique Usar guantes Dielectricos
B. Manipulacion equipos y herramientas	Caida de objetos, Medidas incorrectas	Utilizar portaherramientas para las diferentes alturas. Verificar la escala y/o unidad de la medicion. Disponer de las fichas de datos, manuales y planos.
C. Ambiental	Contaminacion, Derrames, escapes, fugas de gases y/o quimicos	Informarse de los riesgos, residuos peligrosos y sus respectivas medidas a adoptar.
<p><b>Medias de Seguridad.</b></p> <p>Aplicar las 5 reglas de ORO</p>		
1. Verificar que las fuentes de alimentacin se encuentren abiertas. 2. Verificar visualmente que los mecanismos de operacion se encuentren bloqueados y condenados. 3. Confirmar ausencia de tension.(En caso de ser necesario) 4. Verificar que se encuentre señalizada y delimitada la zona de trabajos		

Ilustración 42. Formato Medidas Pre-Visita Diagnostico



## 7. Herramienta para implementar el desarrollo de los diagnósticos

Para optimizar el tiempo, recursos y procesos en un diagnóstico, se desarrollan unos formatos por medio de una herramienta virtual, que se podrá encontrar en celulares y tabletas independiente el sistema operativo *Androide o Apple*, es por esta razón que se introduce al usuario o persona a diagnosticar, al conocimiento y desarrollo del aplicativo.

### 7.1. I-Auditor

Es la aplicación que está revolucionando la auditoría desde la App store, totalmente personalizable para cada industria; el proceso de auditoría está a su alcance. I-Auditor también puede utilizar con GPS para localizar lugares de trabajo, rápida puesta en marcha, las firmas requeridas se toman en el momento, y toda la auditoría puede ser exportada como un archivo PDF y enviado por correo electrónico en un informe o formato interesante. Tome fotografías al realizar sus auditorías y I-Auditor les facilitara un formato final. (iPhone/iPad/Android, 2013)

Para conocer más acerca de este aplicativo y sus respectivos formatos, se ha desarrollado un pequeño manual describiendo su descarga, búsqueda y uso basado en los diagnósticos desarrollados para instalaciones eléctricas hospitalarias.



The screenshot shows the 'Auditing' application interface. At the top, there are 'Done' and 'Discard' buttons. Below the title bar, the word 'Information' is displayed. The main content area features the logo for 'COLOMBIA ECTRICA .COM', which includes a stylized map of Colombia and a lightning bolt. Below the logo, there is a form with several input fields: 'Documento N°' (containing '000002'), 'Area a diagnosticar', 'Cliente/ sitio', 'Fecha del diagnóstico' (with a date picker set to '28/08/13' and '21:35'), and 'Realizado por:' (containing 'Alejandro Leon y Manuela Gómez'). At the bottom, there is an 'Encargado' field with a 'Select' button next to it.

Ilustración 43 Aplicativo iAuditor

## 8. CONCLUSIONES

Aunque este proyecto se realizó para un reglamento y una normativa en particular, se debe respetar y entender el procedimiento de la metodología que se desarrolló para el diagnóstico en cualquier instalación hospitalaria, es necesario actualizar o plantear bien lo que se desea evaluar y/o diagnosticar bajo los mismo parámetros o procesos ya analizados y ejecutados dentro de esta metodología, garantizando de esta manera la confiabilidad de la instalación hospitalaria.

Los reglamentos y las normas técnicas están haciendo un gran esfuerzo para lograr minimizar los riesgos, optimizar y volver más eficaz el sistema eléctrico que se presenta en instalaciones especiales como lo son las hospitalarias, Sin embargo esto debe ir en conjunto con las mismas instalaciones o instituciones, las cuales deben velar por el cumplimiento constante y correcto de estas normativas, promoviendo el mantenimiento, estudio, análisis, auditorias y diagnósticos.

La implementación de las tecnologías, información y comunicación TIC's proporciona recursos para el conocimiento, aprendizaje, economía y optimización del tiempo; la invención de aplicativos y plantillas como el iAuditor facilitaron el desarrollo de la metodología propuesta para los diagnósticos en las instalaciones eléctricas hospitalarias, convirtiéndose en herramienta virtual de trabajo en situ, permitiendo realizar el DEE, DCR y DSE con mayor facilidad, recordando los pasos a seguir, las herramientas a llevar, los riesgos o seguridad por cumplir y el diagnostico como tal.

Además de la metodología mostrada para el desarrollo de un diagnostico en instalaciones eléctricas hospitalarias, se dio a conocer la importancia que tiene familiarizar a la(s) persona(s) a diagnosticar, como se deberá preparar ante una visita, es decir el uso adecuado de elementos de protección personal, verificar los riesgos a los que se está expuesto y el correcto uso de los equipos y o elementos dentro de una instalación especial como esta, pues se evidencio dentro de las visitas que la mayoría de las veces no había preparación inicial y con el riesgo de algún accidente.

Acorde a los resultados de los diagnósticos, se debe proseguir con un análisis para el mejoramiento de confiabilidad y funcionalidad del sistema, es decir los diagnósticos se hacen para obtener el estado real del sistema eléctrico o del cumplimiento de reglamento o que tan eficiente es el sistema eléctrico con estos resultados debemos actuar inmediatamente para mejorar el estado de este.

Acorde al estado, los análisis, y estudios realizados en los diagnósticos se podrá valorar económicamente en calidad y cantidad las mejoras, mantenimientos, procedimientos y recomendaciones halladas y proseguir a implementar los resultados obtenidos.

Al plantear la realización de los diagnósticos a instalaciones hospitalarias de nivel 2 y 3 por su infraestructura y en especial por tener áreas críticas dentro de la instalación, se observó cómo obligatorio dentro de los requisitos del RETIE art 28.3.2 sección a. se deberá prestar más atención a este tipo de instituciones por su funcionalidad y su sistema eléctrico que deben ser continuo e ininterrumpido.

El ahorro energético que se puede conseguir con la metodología planteada ayudará al gestor a incrementar la rentabilidad de la clínica, y a su vez, conseguir una mejora en los efectos medioambientales producidos por la actividad.

El resultado de un estudio de los consumos y demandas energéticas indicará las variables sobre las que hay que actuar prioritariamente, a fin de conseguir la mayor efectividad con el menor esfuerzo económico. y ayudará en la detección de oportunidades de ahorro.

Se verifico que existen clínicas y hospitales donde su construcción es antigua y no tienen el deber de cumplir con algunos reglamentos o normativas, Sin embargo La existentes antes de RETIE deben hacer diagnósticos y controlar todo lo que tenga alto riesgo o peligro inminente para lo que esta herramienta podrá servir mucho en instalaciones hospitalarias.

Se hace énfasis en la importancia de la inspección de los equipos que conforman el sistema eléctrico en Hospitales, siguiendo los preceptos definidos por la Regulación y Norma colombiana. El adecuado funcionamiento y operación de los equipos optimiza el uso de los recursos energéticos.

La metodología presentada ayuda a crear la cultura de la revisión de las instalaciones al contar con herramientas de TIC que motivan y facilitan a los funcionarios responsables de realizar estos diagnósticos.

Se aplicó la metodología en la clínica de UPB lo que nos permitió identificar las principales fortalezas del aplicativo y profundizar en nuestros conocimientos en las instalaciones eléctricas hospitalarias, al igual que en metodologías para la evaluación económica de URE.

## 9. BIBLIOGRAFÍAS

- Instalacion hospitalaria- Metodologia. (2013). Obtenido de <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.si3ea.gov.co%2Fsi3ea%2Fdocumentos%2Fdocumentacion%2FHospitales%2FINFORME%2520FINAL%2520PARA%2520PUBLICAR.doc&ei=YYIUpSqKbKssQTssYDQCw&usg=AFQjCNEKYdtBdU>
- Acosta, J. A. (2007). ESTUDIO DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL HOSPITAL SAN RAFAEL DE LETICIA MEDIANTE APLICACION RETIE. Bogota: Universidad de la Salle.
- ALCELLS, J. A. (2012). Eficiencia en el uso de la energía eléctrica. España, Dpto. Universidad politécnica de Catalunya.: Comunicación e imagen CIRCUTOR. S.A.
- Alvarez-Lopez, F. (2011). Cirugia pediatrica-vestuario. Recuperado el 17 de septiembre de 2013, de [http://www.sccp.org.co/plantilas/Libro%20SCCP/Lexias/antibioticos\\_infeccion/ambiente%20quirurgico/vestuario.htm](http://www.sccp.org.co/plantilas/Libro%20SCCP/Lexias/antibioticos_infeccion/ambiente%20quirurgico/vestuario.htm)
- Aníbal Brito Vidal, A. F. (2012). INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA CLÍNICA UNIVERSITARIA BOLIVARIANA CON BASE EN EL RETIE Y EL RETILAP. Medellin: Tesis UPB.
- Electrico, R. (2012). Norma Oshas 18001. Recuperado el 03 de Junio de 2013, de <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2012/04/riesgo-electrico.html>
- Energia, M. d. (1998). Norma Tecnica Colombiana NTC2050. Corporacion centro de investigacion y desarrollo tecnologico del sectro electrico colombiano.
- Gonzalez, O. (s.f.). Matemática financiera teoría y aplicaciones .
- Hernandez, G. (s.f.). Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración. Editorial Limusa.
- Hospital. (2008-2013). Definicion De. Obtenido de <http://definicion.de/hospital/#ixzz2DMIUnhvA>
- iPhone/iPad/Android. (2013). iAuditor. Obtenido de <http://www.safetyculture.com.au/iAuditor/>
- Jiménez, J. G. (2011). Guía para el diseño de instalaciones eléctricas hospitalarias. Medellin: tesis Ingeniería Eléctrica UPB.
- Joint Commission International. (1994). Sociedad Internacional para la Calidad en Atención de la Salud. Obtenido de (JCI): <http://es.jointcommissioninternational.org/enes/about-jci/>
- Losada-Lenis, C. (2007). Manual de procedimiento aplicado a la infraestructura electrica para unidades medicas. Santiago de Cali: Universidad Autonoma de Occidente.
- Ministerio de Minas y Energía de la República de Colombia. (2004). Reglamento tecnico de instalaciones electricas RETIE. Bogota, Colombia.
- PIEDRAHITA FLÓREZ, C. A. (s.f.). Guía para desarrollar proyectos de ahorro de energía en centros hospitalarios UPME. Recuperado el Junio de 2013

salud, S. s. (06 de Abril de 2011). Secretaria seccional de salud y proteccion social . Recuperado el 12 de agosto de 2013, de Gobernacion de Antioquia: [www.dssa.gov.co/.../622-instituciones-pertenecientes-a-la-red-de-tecnovi...](http://www.dssa.gov.co/.../622-instituciones-pertenecientes-a-la-red-de-tecnovi...)

Saucedo, D. O. (2007). guía didáctica para el desarrollo de auditorías energéticas. Secretaría de salud. (2013). Secretaria de Salud. Obtenido de Salud Capital: <http://www.saludcapital.gov.co/paginas/directoriohospitales.aspx>

social, M. d. (2006). NSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD. Obtenido de <http://www.achc.org.co/documentos/libertadEscogencia/RankingIPSMinproteccion.pdf>

Varon, R. e. (2013). USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA (MARCO NORMATIVO COLOMBIANO).

villalobos, D. J. (01 de Enero de 2011). El Hospital. Recuperado el Agosto de 2013, de Estandares para la certificacion de hospitales: <http://www.elhospital.com/eh/formas/91827/Estandares.pdf>

Wikipedia/Cirugia. (2013). Cirugia. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Cirug%C3%ADa>

wikipedia/Emergencias. (2013). Departamento de emergencias. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Departamento\\_de\\_Emergencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Emergencia)

# **ANEXOS**

## **Anexo A**

### ***Carta solicitud ingreso Hospital***

Medellín, XX de XXXXXX de 2013

La ciudad,

Cordial saludo

Los estudiantes José Alejandro León Montoya y Manuela Gómez Echeverri estudiantes de Ingeniería Eléctrica de novena semestre de la Universidad Pontificia Bolivariana, solicitamos se nos permita realizar la propuesta de trabajo de grado en el hospital que usted bien representa, este se verá reflejado como proyecto de Ingeniería e impacto social ante la clínica y la UPB, con el fin de estudiar los siguientes ítems relacionados a nuestra profesión:

- Evaluación Técnico-Económica de algunos de los parámetros Eléctricos.
- Riesgos y cumplimientos de las normas (RETIE, NTC 2050, RETILAP).
- Inspección detallada de toda la instalación eléctrica.
- Calidad y optimización de energía.
- Factor de potencia.

Con los cuales se permitirá hacer un estudio y análisis adecuado de la red eléctrica del hospital donde nos brindará un resultado académico para nosotros y un resultado de gran utilidad a futuro para ustedes.

En caso de nuestra solicitud ser positiva, gestionar su aceptación de los permisos requeridos para hacer el estudio y todo lo que a este se refiera y en las diferentes instalaciones del hospital, así mismo nos comprometemos a cumplir las normativas de seguridad y privacidad que ustedes bien exijan.

Agradecemos su colaboración y esperamos una pronta respuesta.

---

José Alejandro León Montoya

---

Manuela Gómez Echeverri

**Anexo B**

**Encuesta**



**Universidad  
Pontificia  
Bolivariana**

**Encuesta al personal encargado del sistema Eléctrica  
dentro de una Instalación Hospitalaria**

**Nota:** La persona a la que se le dirige esta encuesta está conforme para que esta información sea un apoyo formativo y académico para el trabajo de grado  
"Guía de Diagnósticos en instalaciones Eléctricas hospitalarias en áreas críticas conforme a la regulación colombiana"

**Nombre y Apellidos** \_\_\_\_\_

**Cedula** \_\_\_\_\_ **Ocupación** \_\_\_\_\_

**Teléfono** \_\_\_\_\_ **E-Mail** \_\_\_\_\_

1. Cuenta con la información técnica adecuada (Manuales, diagramas, planos, guías de mantenimiento)?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. ¿Qué incluiría en un Diagnóstico del sistema eléctrico y en un Diagnóstico de Eficiencia energética?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Cuenta con los Documentos de Medición adecuados para cada equipo y/o elemento dentro de la instalación eléctrica hospitalaria?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Existe dentro del mantenimiento preventivo y/o correctivos en la instalación eléctrica hospitalaria, Historial Técnico?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



5. Cada cuanto se hace un Mantenimiento preventivo y un mantenimiento correctivo en el Sistema electrico de la Instalacion Hospitalaria?

---

---

6. Que tipo de fallas localiza en el sistema electrico y que soluciones a planteado para dichas fallas?

---

---

7. Se a usado unidad de respaldo en alguna instancia? Porque?

---

---

8. El Equipo o personal encargado del sistema electrico se encuentra capacitado en el mantenimiento preventivo y/o correctivo en la Instalacion hospitalaria? Cada cuanto se capacitan?

---

---

9. Cuando fue la ultima auditoria/inspeccion del Sistema electrico en la instalacion hospitalaria?

---

---

10. Cuales fueron las estadisticas de consumo energetico, mas recientes?

---

---

**Encuesta realizada por estudiantes de Ing.  
Electrica en la Universidad Pontificia  
Bolivariana:**

Manuela gomez Echeverri  
Jose Alejandro Leon Montoya



## Anexo E

### Aplicativo y manual iAuditor

Acorde al sistema operativo *Android* o *Apple* que usted tenga, deberá buscar en sus respectivas tiendas de descargas la aplicación *iAuditor*, para ambos casos es gratuita.

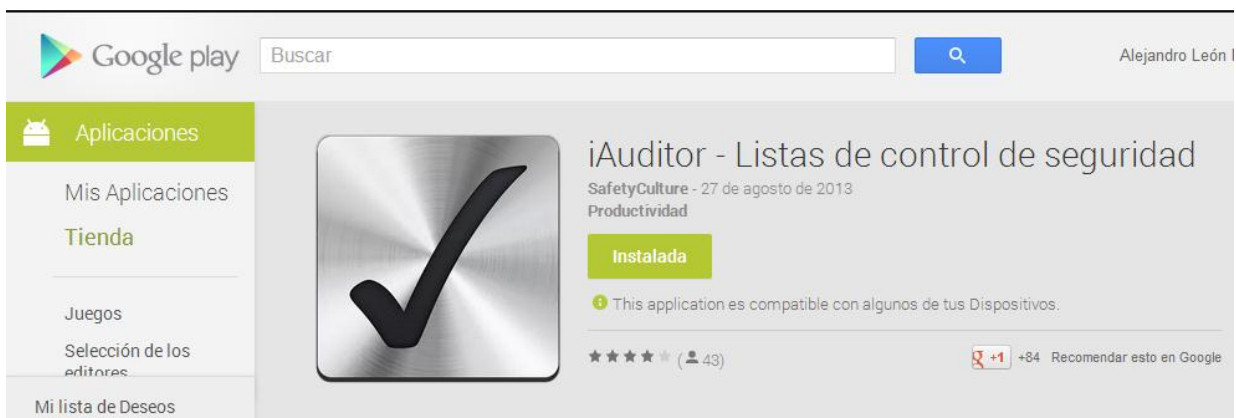


Ilustración 44 iAuditor para sistema operativo Android

App Store > Negocios > SafetyCulture Pty Ltd



App gratuita

Esta App está diseñada para el iPhone y el iPad

### iAuditor - Safety Audit and Checklist

#### Descripción

Workplace safety audits, pre-start checks and inspections are faster and easier with the iAuditor app from SafetyCulture.

...

...Más

[Sitio web de SafetyCulture Pty Ltd](#) > [Soporte técnico para iAuditor - Safety Audit and Checklist](#) >

#### Novedades de la versión 2.2.3

Accidentally deleting audits and templates is a problem of the past! We now have a trash can that will store your deleted template and audits. From there you can choose to restore them, or delete them forever.

...

Ilustración 45 iAuditor para sistema operativo Apple

Descargada la aplicación se deberá configurar el usuario, donde se podrá ingresar logo, empresa, y e-mail.

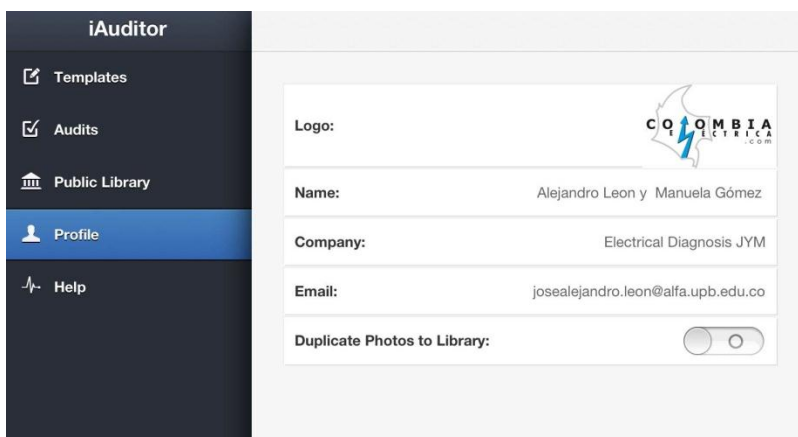


Ilustración 46 Perfil iAuditor

Al lado izquierdo se encuentran varias opciones, Ingresar en *public Library* para realizar la búsqueda del diagnóstico deseado.

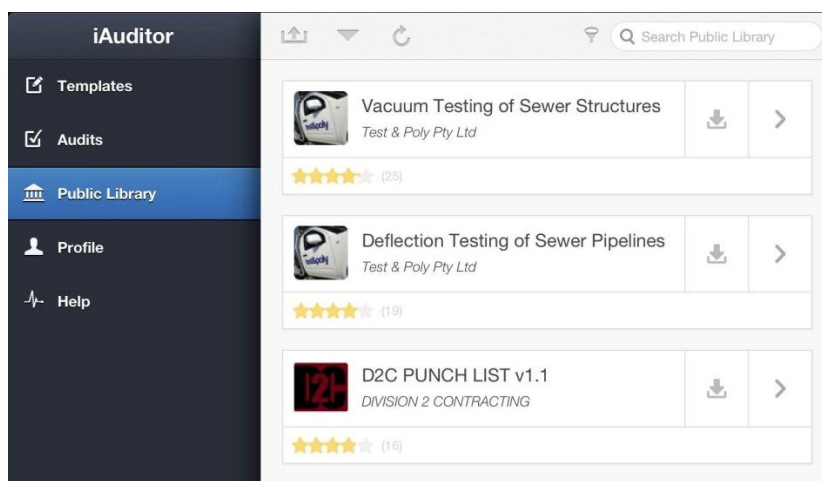
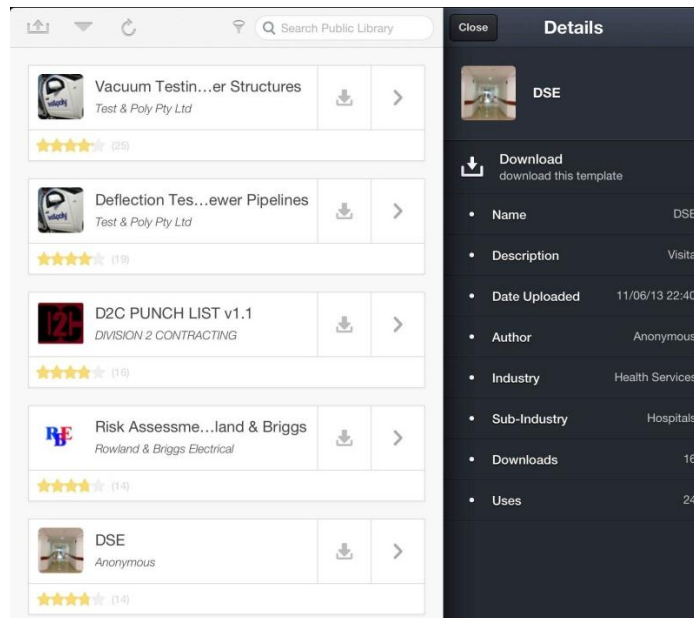


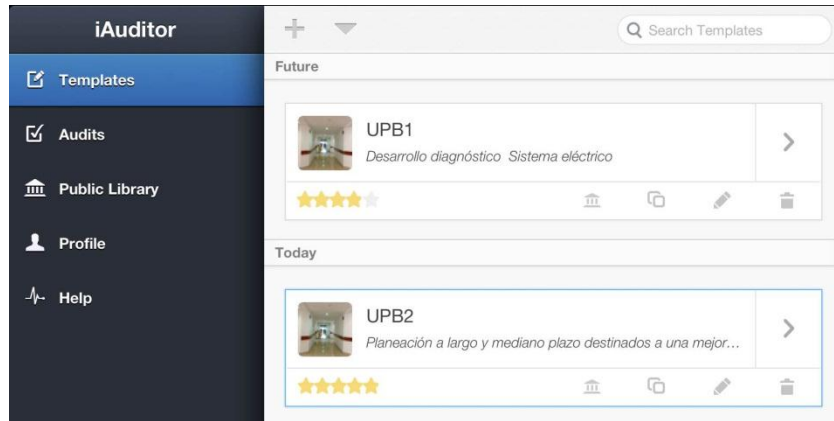
Ilustración 47 Public Library

La librería contiene auditorías, diagnósticos y formatos de diferentes opciones y distintos informes, En la opción buscar se ingresa el nombre del formato creado para los diagnósticos en las instalaciones hospitalarias *DCR-DSE-DEE*.



**Ilustración 48 Información del formato a descargar**

Al descargar los formatos de diagnósticos hospitalarios, debemos buscarlo en el menu *Templates*, allí es donde se ingresara siempre que se desee hacer una visita al hospital.



**Ilustración 49** Templates, formatos o descargas

Ahora se dará comienzo a realizar el diagnóstico mencionado anteriormente en la guía.

**Ilustración 50** Formato DSE

Se debe ingresar todos los datos para que la información al finalizar sea completa y sirva para posteriores personas, análisis y/o estudios.

Ilustración 51 Ingreso de información empresa o auditor

Formato *Pre-Visita*. Acá se dará un chequeo a los elementos de protección, las herramientas y equipos y los riesgos que puede haber dentro del hospital o clínica.

Elemento	Yes	No	N/A
Casco			
Botas de seguridad			
Guantes de látex			
Guantes de seguridad			

Ilustración 54 Lista chequeo de Riesgos

Riesgo	Yes	No	N/A
Eléctrico			
Biomecánico			
Químico			
Físico			

Ilustración 52 Formato Equipos para una visita

Equipo	Yes	No	N/A
Plano eléctrico			
Cámara			
Destornilladores eléctricos (pala, estrella)			
Piza empírica			
Flexómetro			
Multímetro			
Megger			
Luzómetro			
Tablet para tomar información			

Ilustración 53 Lista chequeo elementos de protección personal E.P.P

Para continuar entre las secciones y los formatos, se deberá llegar hasta el final de la página y dar click en *Next*.



**Ilustración 55 Actividades a realizar**

Formato del sistema eléctrico de la instalación hospitalaria de acuerdo al RETIE, NTC 2050.



**Ilustración 56 Formato normativas RETIE**



Los formatos tienen tres opciones para ingresar, *YES* (Si cumple), *NO* (No conforme) *N/A* (no aplica).

The screenshot shows an auditing interface titled "Auditing" with a "Done" button on the left and a "Discard" button on the right. Below the title bar, the text "DCR" is on the left and "Score 0/31" is on the right. The main area contains a table with 14 rows, each representing a checklist item. Each row has three buttons: "Yes", "No", and "N/A".

Item	Yes	No	N/A
Accesibilidad a todos los puntos de control y protección	Yes	No	N/A
Continuidad de los conductores de tierra y conexiones equipotenciales	Yes	No	N/A
Distancias de seguridad	Yes	No	N/A
Existencias de planos, esquemas y diagramas	Yes	No	N/A
Identificación de canalizaciones	Yes	No	N/A
Identificación de circuitos	Yes	No	N/A
Identificación de conductores, fase, neutro , tierra	Yes	No	N/A
Memorias de cálculo	Yes	No	N/A
Niveles de iluminación	Yes	No	N/A
Resistencia puesta a tierra(valor)	Yes	No	N/A
Revisión certificaciones de producto	Yes	No	N/A
Sistema de emergencia	Yes	No	N/A
Sistema de protección contra rayos	Yes	No	N/A
Valores de campos electromagnéticos	Yes	No	N/A

**Ilustración 57 Formato normativas NTC2050**

En la ilustración 15 se podrá ver un ejemplo de la información solicitada e ingresada por la persona quien hace el diagnóstico.

**Normativas para uso en instalaciones eléctricas hospitalarias**



Verificar el uso adecuado de iluminación, número adecuado de salidas de iluminación y existencia de de iluminación de emergencia donde sea requerido	Yes	No	N/A
			Media
Verificar que exista piso conductivo en quirófanos, áreas médicas donde se utilicen anestésicos inflamables y cámaras hiperbáricas	Yes	No	N/A
Verificar la existencia y adecuada selección de una fuente alterna de alimentación(planta diésel y UPS en áreas críticas)	Yes	No	N/A
Verificar que se disponga de un sistema de potencia aislado no puesto a tierra	Yes	No	N/A
Verificar que se disponga de un sistema de potencia aislado no puesto a tierra	Yes	No	N/A
Verificar el uso adecuado de canalizaciones para los sistemas normal, de emergencia y aislado no puesto a tierra	Yes	No	N/A

Ilustración 58 Ejemplo de formato NTC2050

Ingreso a las áreas críticas (Urgencias, hospitalización, cuidados intensivos)

Auditing			
Done			Discard
Visita inicial	Score 0/26		
<b>Cirugía obstétrica</b> es a que lugar que se ocupa del estudio y atención de los órganos reproductores femeninos, atención de partos y patologías relacionadas a dichos órganos.			
La capacidad de personas durante 12 horas es de 50 personas El área de este sitio es de 40870cm <sup>2</sup>			
Se observo las diferentes instalaciones halladas en dicha área	Yes	No	N/A
<b>Recuperación.</b> Capacidad de personas durante 12 horas es de 25 Área del sitio: 117cm <sup>2</sup>			
Se especificó las estructuras físicas ( ventanas, interruptores, cables expuestos, canaletas, alarmas, clarabóllas )	Yes	No	N/A
Se especificó las características básicas de las luminarias ( marcas, tipo, tensión, distancias de instalación, identificación )	Yes	No	N/A
<b>Quirófanos</b>			

Ilustración 59 Formato de áreas críticas

En este formato se especifican características de las luminarias, equipos, tipos, materiales, área, capacidad de personas, número de tomas, calidad de conexiones, tipo de cables e interruptores.

<b>Quirófanos</b> Capacidad de personas durante 12 horas es de 15 Área 25 m <sup>2</sup>			
Se especificó las características básicas de las luminarias ( marcas, tipo, tensión, distancias de instalación, identificación )	Yes	No	N/A
Se especificó las características básicas de los tomas corrientes ( marcas, tipo, tensión, distancias de instalación, identificación )	Yes	No	N/A
Se especificó las características básicas de los equipos ( marcas, tipo, tensión)	Yes	No	N/A
Se realizo muestreo de los equipos básicos de las instalaciones los cuales son: Tomás corrientes, equipos, luminarias.	Yes	No	N/A
Se especificó las características básicas de los tomas corrientes ( marcas, tipo, tensión, distancias de instalación, identificación )	Yes	No	N/A
Media			
Se especificó las características básicas de los equipos ( marcas, tipo, tensión)	Yes	No	N/A
Se realizo muestreo de los equipos básicos de las instalaciones los cuales son: Tomás corrientes, equipos, luminarias.	Yes	No	N/A
Se especificó las estructuras físicas ( ventanas, interruptores, cables expuestos, canaletas, alarmas, clarabóllas )	Yes	No	N/A

Ilustración 60 ejemplo formato áreas críticas

Para evidenciar las conformidades o no conformidades se puede ingresar en el ítem media donde aparecen dos opciones para tomar foto directamente o para descargarla desde la librería.



Ilustración 61 como se evidencia una no conformidad

Se selecciona la imagen deseada para su edición, buscando la foto más precisa que muestre los detalles en mejor calidad.



Ilustración 62 Selección de imagen

Al obtener la imagen se podrá realizar modificaciones que me muestren con mayor exactitud los detalles de conformidad o no conformidad

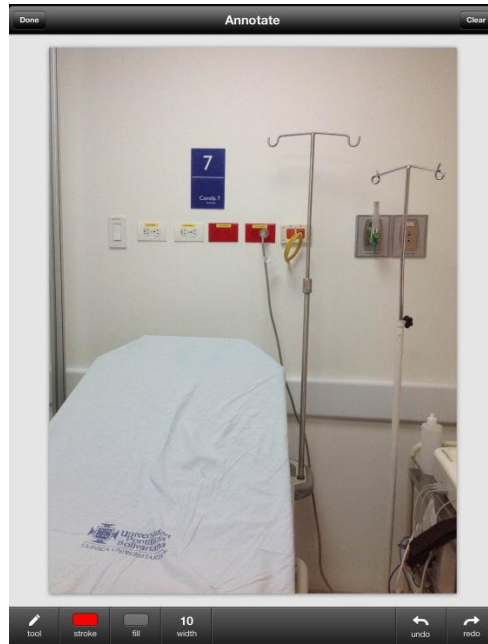


Ilustración 63 Imagen a seleccionar

Utilizando las herramientas de la aplicación se pueden obtener, rectángulos, círculos, flechas en diferentes colores que permitan señalar las conformidades o no conformidades.



Ilustración 64 Herramientas de edición

Después se podrá guardar la imagen en el ítem seleccionado como conformidad y no conformidad.



Ilustración 65 Grabar imagen

En el menú *Audits* encontrado en el lado izquierdo podrá observar todos los diagnósticos realizados ya sea por áreas o diferentes instalaciones (clínicas, hospitales).

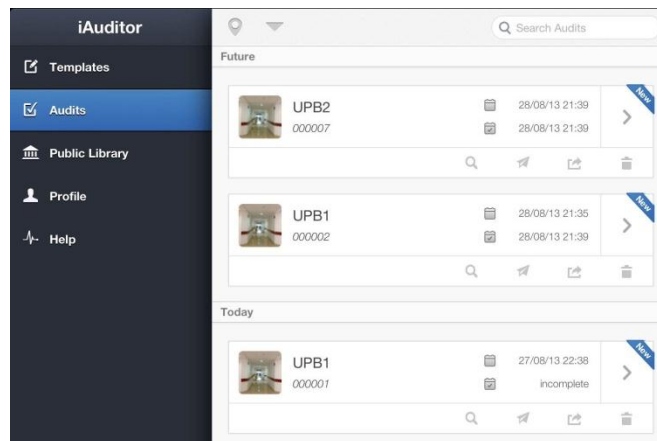
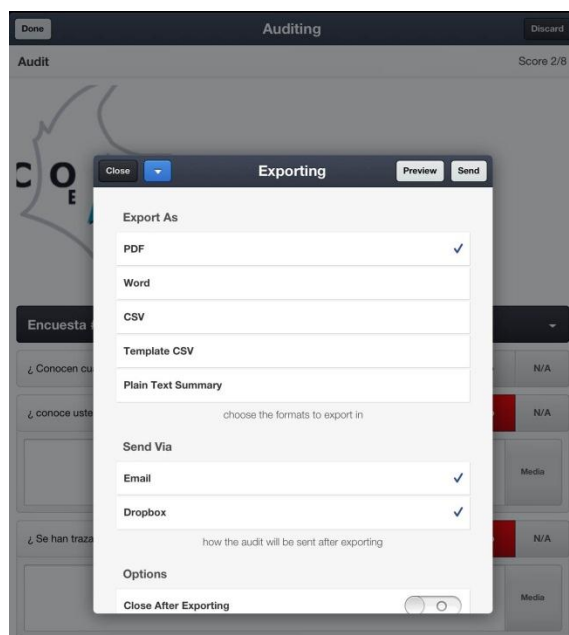


Ilustración 66 Menú Audits

Finalmente para grabar el diagnóstico, basta con darle click en *Export* ubicado en la parte inferior derecha, allí se desplegara un menú que permite exportarlo como PDF, Word, Excel o enviarlo vía email.



**Ilustración 67 Fin del diagnóstico y exportar en diferentes formato**

## Anexo F

### Participaciones con el proyecto

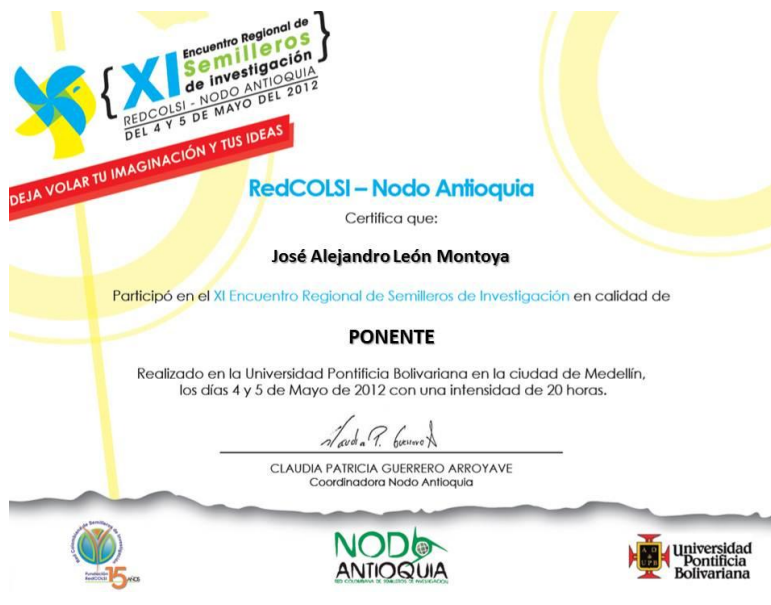


Ilustración 68. Certificado Red Semilleros de investigación Antioquia



## Anexo g

### Publicaciones del proyecto en revistas.



**Guía de diagnósticos en instalaciones eléctricas hospitalarias en áreas críticas conforme a la regulación colombiana**

**MANUELA GÓMEZ ECHEVERRI**  
Estudiante décimo semestre de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Pontificia Bolivariana  
Representante principal ante la Facultad de Ingeniería Eléctrica en el 2010  
Integrante del Grupo de Investigación Distribución y Transmisión  
Actualmente, se encuentra desarrollando el trabajo de grado *Guía de diagnósticos en instalaciones eléctricas hospitalarias en áreas críticas conforme a la regulación colombiana*, el cual ha participado como proyecto de investigación en Nodo Redcotel (Red Colombiana de Semilleros de Investigación). [manuela.gomezec@alfa.upb.edu.co](mailto:manuela.gomezec@alfa.upb.edu.co)

**JOSÉ ALEJANDRO LEÓN**  
Estudiante décimo semestre de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Pontificia Bolivariana  
Integrante del Grupo de Investigación Distribución y Transmisión  
Actualmente, se encuentra desarrollando el trabajo de grado *Guía de diagnósticos en instalaciones eléctricas hospitalarias en áreas críticas conforme a la regulación colombiana*  
Trabaja en ISA, como estudiante en práctica en el Centro de Transmisión de Energía Noroccidente. [jleon@isa.com.co](mailto:jleon@isa.com.co)

e 2010 Universidad Pontificia Bolivariana



El tema del presente trabajo es la realización de una guía de diagnósticos en instalaciones eléctricas hospitalarias y una herramienta virtual para que el ingeniero, técnico, tecnólogo o personal encargado de mantenimiento tenga la posibilidad de estar informado de todo el diagnóstico, mantenimiento y cumplimiento de los reglamentos en las áreas críticas conforme a la regulación colombiana.

**Palabras clave:** diagnóstico, regulación, hospitalaria.

*The theme of this work is the realization of a diagnostics guide electric hospital facilities and a virtual tool for the engineer, technician, technologist or maintenance personnel have the opportunity to be informed of any diagnosis, maintenance and compliance regulations in critical areas under Colombian regulations.*

**Key words:** diagnosis, regulation, hospital.

## Introducción

A medida que varían los tiempos, los hospitales se ven forzados a cambios por diferentes motivos, entre ellos se destaca el aumento de usuarios que acceden a los servicios de salud, porque evolucionan tanto los perfiles de mortalidad como las pautas de consumo, la oferta, la innovación tecnológica, la competencia, la nueva instrumentación médica, las modificaciones en normativas y los eventos y contingencias naturales. Estos cambios buscan obligatoriamente la implementación de la Ingeniería moderna, que ha contribuido en el desarrollo de proyectos de infraestructura, en la implementación de nuevas tecnologías en eficiencia energética, en nuevos materiales para las construcciones y en procesos industriales más estrictos que dan cumplimiento a las normas. Es de resaltar que muchos de los hospitales y clínicas del área metropolitana de la ciudad de Medellín son muy antiguos y no cumplen a cabalidad con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), exceptuando algunos de estos que implementaron ampliaciones en sus inmuebles después del 1º de mayo del 2005 (fecha de trámite del RETIE).

Tales necesidades llevan a la ejecución del conocimiento de la Ingeniería eléctrica, mostrando varios estudios en la universidad relacionados con las

instalaciones eléctricas hospitalarias, los cuales se ven reflejados en diagnósticos.

## 1. Diagnóstico de las instalaciones hospitalarias

Se busca una guía metodológica de diagnóstico y una herramienta virtual aplicativa, haciendo uso de las TIC para el estudio de las instalaciones eléctricas hospitalarias en las áreas críticas de las instituciones de niveles 2 y 3, que son los establecimientos prestadores de servicios de salud pública y privada. Esta investigación pretende estudiar estrategias logísticas que permitan disminuir la presencia de fallas eléctricas que implican la desconexión total del sistema, afectando de manera directa la vida de las personas que se encuentran en la institución. De tal modo no se cumple con el objetivo principal de esta, que es velar por la vida humana y brindar atención integral pronta y segura. En muchos casos, la falta de equipos apropiados, el no cumplimiento de los reglamentos técnicos de instalaciones eléctricas y demás deficiencias que se pueden presentar se deben al desconocimiento por la carencia de estudios preventivos.

La utilización adecuada de una herramienta informática podría prevenir gran cantidad de



contingencias, cumpliendo con los estándares de calidad requeridos. Este estudio logra comprender la importancia del análisis de la eficiencia energética y la aplicación de los reglamentos de obligatorio cumplimiento, según la regulación colombiana.

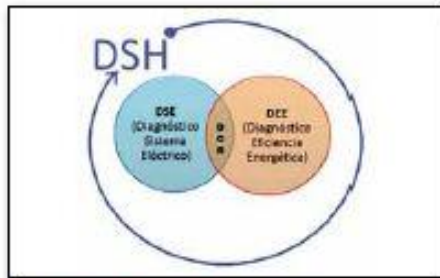


Figura 1. Diagnósticos sistemas hospitalarios.

Así, estos diagnósticos, mediante análisis e informes que orienten en las necesidades de las áreas críticas (hospitalización, cuidados intensivos, cirugía y urgencias) de la instalación hospitalaria, se implementarán como diagnóstico del sistema eléctrico (DSE) y diagnóstico de eficiencia energética (DEE), los cuales integran el diagnóstico de cumplimiento de reglamentos (DCE) en hospitales y clínicas de nivel 2 y 3 en Colombia.

A continuación, se muestran, en forma de diagrama, los pasos que se deben seguir al momento de realizar el diagnóstico que se desea, dónde se prevé una inspección inicial, formatos, recomendaciones y evidencias para llevar a cabo un excelente proceso.

### 1.1. Diseño de diagnósticos

Centrándose en las instalaciones eléctricas hospitalarias de las áreas críticas, se generan algunas recomendaciones, no pretendiendo solucionar el problema, pero sí permitiendo orientar al ingeniero o encargado de área, para después implementar un plan de mantenimiento o mejoramiento.

Estas se evidenciarán en forma de guía y se darán algunos lineamientos, parámetros y comparaciones,

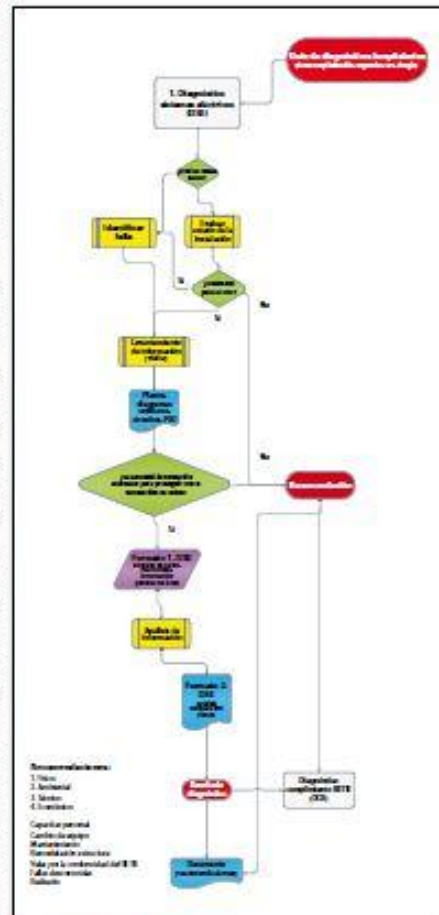


Figura 2. Diagrama DSE.

a quien se desempeñe como inspector o ejecutor de mantenimiento, con el fin de garantizar un diagnóstico apropiado al lugar por evaluar.

Cada diagnóstico se divide en dos formatos: el primero buscará hacer una inspección visual, donde se verificará una lista de chequeo basada en normatividad y algunas evidencias fotográficas. Esto se hace



con la intención de recopilar información, observar el estado de las estructuras, conexiones, equipos y elementos por diagnosticar.

Para el segundo formato, se preverán tablas comparativas de algunas medidas eléctricas, distancias de seguridad, tipo de conexiones, temperaturas, niveles de aceite, calibres, iluminación, factor de potencia y presiones en ciertos elementos o equipos eléctricos, cálculo de costos, consumo, acorde con el área específica de evaluación y diagnóstico indicado. Ello se hará con la intención de comparar valores y rangos aceptables de acuerdo con los valores teóricos y específicos para cada elemento.

Para que estos formatos puedan ejecutarse en el área de trabajo, se dará la opción de hacerlo por medio de una herramienta virtual que irá pidiendo información y llenando todo lo referente al diagnóstico, y así se podrán presentar unas recomendaciones finales en un formato más accesible y fácil de manipular por las personas implicadas en el diagnóstico.

### 1.2. Formatos del diagnóstico

Para la realización de dichos formatos, se deben cumplir algunos requisitos o medidas de control, ya que la persona que va a diagnosticar se encontrará en una instalación eléctrica hospitalaria, la cual contiene varios factores que pueden poner en peligro su vida o afectar alguna configuración eléctrica del sistema.

Por esta razón, se implementan unas recomendaciones iniciales, donde se dan a conocer riesgos, factores que los ocasionan y algunas medidas de control dentro de la instalación hospitalaria. Además, se deberá suministrar la información de la persona encargada y el hospital por diagnosticar.

Será obligatorio revisar y cumplir los requisitos anteriormente mencionados antes de realizar un diagnóstico para cualquiera que sea su eventualidad y locación.

Riesgo		Estado	Para
Alto	Para	Alto	Para
Medio	Para	Medio	Para
Bajo	Para	Bajo	Para

**Diagnóstico cumplimiento RETE**

Ubicación técnica  
Organización, nombre técnico, hospitalario

Información

Nombre y apellido\*  
Documento  
Hospital: San Juan de Dios, Bogotá  
Nombre organizativo de diagnóstico  
Dirección diagnóstico

Objetivo

• Informar del estado actual de las instalaciones eléctricas hospitalarias, del cumplimiento o no cumplimiento de los reglamentos y normatividades. La finalidad es establecer un procedimiento para la inspección visual y dar un diagnóstico de la condición eléctrica y del estado acorde con el cumplimiento de los reglamentos y normatividades.

Figura 3. Formato 1 (información y ubicación técnica).

Riesgo		
Tipo	Riesgo	Medidas de control
A. Manipulación de equipos y herramientas	Electrocución, quemaduras, caídas, lesiones, etc.	Usar herramientas aisladas de maniobra en el nivel de tensión. Evitar las condiciones de humedad y/o viento. Elementos de conexión donde aplicar las medidas de seguridad.
B. Instalación	Caídas de objetos, medidas incorrectas	Usar los procedimientos para las diferentes alturas. Verificar la medida y/o unidad de la medición. Disponer de las listas de datos, medidas y planos.
C. Instalación	Comunicaciones, derrames, escape, fuga de gases y/o líquidos	Informarse de los riesgos, medidas de control y las respectivas medidas por adoptar.

Medidas de seguridad  
Adaptadas a las normas

1. Verificar que las fuentes de alimentación se encuentren abiertas.
2. Confirmar visualmente que los mecanismos de operación se encuentren bloqueados y con candado.
3. Asegurar de la ausencia de tensión (en caso de ser necesario).
4. Comprobar que está realmente delimitada la zona de trabajo.
5. Verificar que se encuentre señalizada y delimitada la zona de trabajo.

Figura 4. Formato 1 (riesgos y medidas de seguridad).

### 1.3. Diagnóstico de sistema eléctrico (DSE)

El diagnóstico del sistema eléctrico o DSE busca una evaluación del estado, señalización, conformidad y aplicación de los elementos dentro de las





Encuesta	Sí	No
¿Conocen cuánta energía se consume en total?		
¿Conocen cuánta energía se consume en hospitalización?		
¿Conocen cuánta energía se consume en cirugías?		
¿Conocen cuánta energía se consume en urgencias?		
¿Conocen cuánta energía se consume en cuidados intensivos?		
En los últimos tres meses, ¿ha aumentado o ha disminuido el consumo de energía?		
¿Se han trazado objetivos para reducir el consumo de energía?		
¿Se usan fuentes de energía alternativas (gas, solar, renovables)?		
¿Se tiene conocimiento de consumo de energía de los equipos electromédicos antes de comprarlos?		
¿Se tiene conocimiento de consumo de energía de los equipos electromédicos?		
En los últimos tres meses, ¿se han presentado daños repetitivos en equipos?		
¿Se hace un mantenimiento programado mensual de los equipos?		
¿Se tienen ajustados los tiempos de operación de los equipos que trabajan con energía?		
¿Se ha tenido una auditoría en los últimos tres años?		
¿Se han reemplazado los equipos por alternativas que sean más eficientes energéticamente?		
¿Se limpian con frecuencia las lámparas y el sistema de iluminación para mejorar la radiación y la capacidad de iluminación?		

Figura 6. Formato DEE (encuesta).

eficiencia energética en el uso de los recursos, para no recurrir a medidas drásticas en situaciones de crisis de abastecimiento, buscando un compromiso de la organización o instalación hospitalaria, con la mejora continua en la gestión de la energía.

### 1.5. Diagnóstico de cumplimiento de reglamentos (DCR)

El DCR son los reglamentos, normas, listas de verificación de conformidad y no conformidad que se han ido extrayendo de los diferentes referentes jurídicos, como el RETIE, Retilap, NTC 2050, ISO 50001, y que buscan una evaluación más detallada para que el sistema eléctrico cumpla con unos requisitos y garantice su buen estado y funcionamiento.

Este diagnóstico será utilizado como apoyo en el DEE y DSE, frente a la primera evaluación o inspección visual que se efectuará en ambos al iniciar su reconocimiento, para así tener una idea del sistema al que están diagnosticando.

Ítem	Normativa	Fecha	Inspección visual	Observaciones
I.E. - Uso final RETIE	Ítem 1	Identificación de todos los dispositivos de control y protección	.....	
	Ítem 3	Continuidad de los conductores de tierra y conexiones empalmadas	No cumple	
	Ítem 9	Dimensiones de seguridad	.....	
	Ítem 9	Etiquetas de placas, equipos y diagramas	.....	
	Ítem 10	Identificación de instalaciones	.....	
	Ítem 11	Identificación de circuitos	.....	
	Ítem 12	Identificación de conductores fase, neutro y tierra	.....	
	Ítem 14	Medidas de calidad	.....	
	Ítem 15	Medidas de aislamiento	.....	
	Ítem 20	Resistencia punto a tierra (valor)	.....	
	Ítem 21	Resistencia de verificaciones de protección	.....	
	Ítem 24	Sistema de aterramiento	.....	
	Ítem 26	Sistema de protección contra rayos	No	
Ítem 27	Medidas de campo electromagnético	.....		

Tabla 1

### 1.6. Resultados en los diagnósticos

Para los resultados finales de los diagnósticos DSE y DEE, se deberán tener en cuenta los ítems del DCR y todas las medidas, referencias y evidencias fotográficas que harán que la persona que va a diagnosticar



Instalaciones hospitalarias		
Artículo 39	Verificar el uso adecuado de la iluminación, número apropiado de salidas de iluminación y existencia de iluminación de emergencia donde sea requerido.	_____
Artículo 39	Confirmar que exista piso conductor en quirófanos, áreas médicas donde se utilicen anestésicos inflamables y cámaras hiperbáricas.	_____
Artículo 39	Asegurarse de la existencia y adecuada selección de una fuente alterna de alimentación (planta diesel y UPS en áreas críticas).	Cumple
Artículo 39	Comprobar que se disponga de un sistema de potencia aislado no puesto a tierra.	_____
Artículo 39	Revisar el uso adecuado de canalizaciones para los sistemas normal, de emergencia y aislado no puestos a tierra.	_____
Artículo 39	Verificar que las clínicas y hospitales que cuenten con acometida eléctrica de media tensión dispongan preferiblemente de una transferencia automática en media tensión que se conecte a dos alimentadores.	No cumple
Artículo 39	Confirmar que el sistema de potencia aislado incluya un transformador de aislamiento.	_____
Artículo 39	Asegurarse de que se haya efectuado una adecuada coordinación de protecciones eléctricas.	_____
Artículo 39	Comprobar la conexión equipotencial adecuada en las áreas de cuidado de pacientes.	_____
Artículo 39	Revisar la ventilación en laboratorios y la extracción de gases en sistemas de esterilización por óxido de etileno.	No aplica
517 (30, 31, 32, 36)	Hospitales e Instalaciones de cuidado ambulatorio con áreas de cuidados críticos. Verificar sistemas eléctricos esenciales, sistema de emergencia y alumbrado apropiados.	_____
Artículo 39	Confirmar que los camiones de los pacientes sean de material antiestático.	_____
Artículo 39	Asegurarse de que la humedad no descienda del 50%.	_____
519 (a, b) Art. 39	Comprobar los circuitos ramales, las cantidades de tomacorrientes y conexión a tierra de los circuitos de las áreas de cuidados críticos.	_____
Artículo 39, 517 (18, 19, 20) 210-8	Revisar la selección, el tipo y el uso adecuado de tomacorrientes en las diferentes áreas de la Instalación hospitalaria.	_____
Artículo 39, 517-18 (a, b)	Verificar los circuitos ramales, las cantidades de tomacorrientes y conexión a tierra de los circuitos de las áreas de cuidados generales.	_____

Figura 5. Formato DSE (regulación).

instalaciones seleccionadas para este formato. Así mismo, la integración del diagnóstico de cumplimiento de reglamentos (DCR), resaltando los que se van a trabajar, como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETE) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (Retilap).

Las ubicaciones técnicas que serán evaluadas en este diagnóstico serán cirugía, urgencias, hospitalización y cuidados intensivos.

#### 1.4. Diagnóstico eficiencia energética (DEE)

Consiste en obtener un proceso sistemático mediante el cual se logra un conocimiento del consumo de energía de las áreas críticas (hospitalización, cirugía, cuidados intensivos, urgencias) de los hospitales o clínicas, para detectar factores que afectan

el consumo de energía, que permiten evaluar, identificar y ordenar distintas recomendaciones y oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad.

Con base en la fundamentación del uso eficiente de la energía, evitar el consumo de esta que no aporta mejor confort y que no contribuye a una mayor producción ni a un mejor servicio lleva a plantear una metodología e implementación de las TIC en la guía.

Este diagnóstico (DEE) busca analizar el consumo, los costos, los elementos y el cumplimiento de reglamentos y de la norma ISO 50001 Sistema de gestión de la energía, resultados en el DCR.

Es primordial implementar planes o sistemas de gestión de largo plazo, destinados a una mejora en la



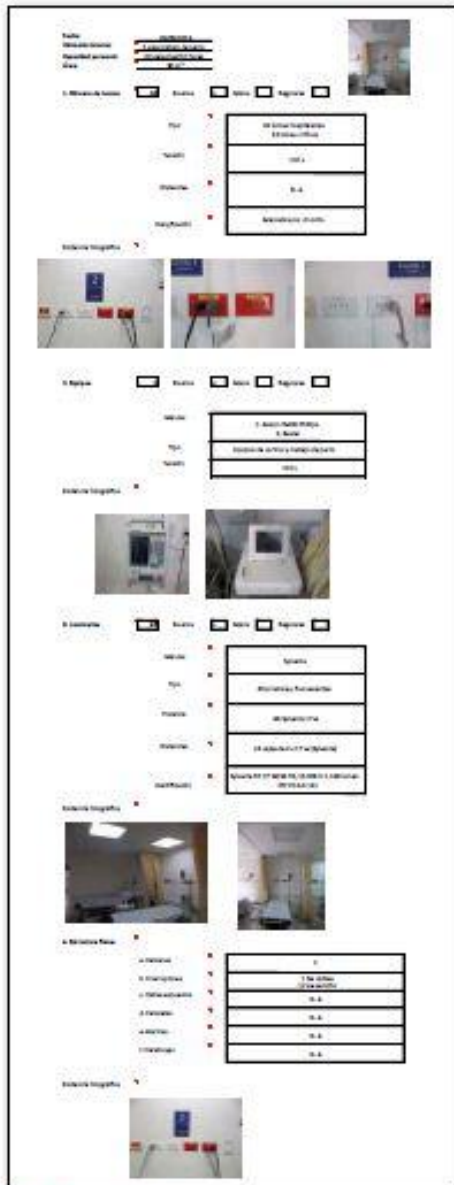


Figura 7. Formato visita\*.

proceda a buscar y encontrar no las soluciones, pero sí unas recomendaciones que lleven a mejorar la calidad eficiente y el sistema eléctrico dentro de la instalación hospitalaria.

## 2. Introducción a las herramientas virtuales

Se propone una herramienta virtual aplicativa haciendo uso de las TIC para el estudio de las instalaciones eléctricas hospitalarias.

Es por esto por lo que diagnosticar por medio de una herramienta metodológica y virtual que permita realizar el análisis donde se almacenen los resultados con evidencias fotográficas y levantamiento de información, y que, a su vez, logre obtener rangos o datos comparativos, facilitará crear unas recomendaciones generales a las instalaciones eléctricas hospitalarias, en las áreas ya mencionadas.

Hoy en día, hay variedad de aplicaciones para las diversas actividades y tareas que ayudan a mejorar la calidad de la comunicación e información. En el medio, los sistemas operativos que más acogida, venta y variedad de aplicaciones y software presentan son los sistemas Android y Apple. Tomando como referencia estos dos sistemas y con el conocimiento de que son los que mayor adquisición tienen por parte de los usuarios, se accede a manipular dos aplicaciones para cada uno de ellos, buscando que lleguen al mismo objetivo: 'diagnosticar sistemas hospitalarios', y que estas herramientas sean de fácil utilidad, acceso, practicidad y, a su vez, guía para personas calificadas en el sistema eléctrico.

### 2.1. Safety Inspector

Es una nueva aplicación para Android pensada para realizar inspecciones de seguridad y compartir la información de forma rápida y organizada, aprovechando al máximo las posibilidades tecnológicas de un móvil inteligente o una tableta.

El programa sirve para mejorar los tiempos y la calidad de las inspecciones, valiéndose de las





Figura 8. Aplicación Safety Inspector<sup>1</sup>.

características técnicas de un teléfono móvil, desde la cámara de fotos hasta el micrófono.

Safety Inspector cuenta con diferentes plantillas ya preparadas, donde podremos ir marcando los distintos aspectos por analizar. De esa forma, las plantillas personalizadas aceleran el proceso de marcado de errores, puntos positivos y comentarios sobre nuestra visita.

## 2.2. i-Auditor

Es la aplicación que está revolucionando la auditoría desde la App Store, es totalmente personalizable para cada industria y aplicación, poniendo el proceso de auditoría a su alcance. i-Auditor también puede utilizar el GPS para localizar lugares de trabajo con una puesta en marcha rápida, las firmas requeridas se toman en el momento y toda la auditoría puede ser exportada como un archivo PDF y enviada por correo electrónico en un informe en un formato atractivo. Se pueden tomar fotografías al llevar a cabo las auditorías e i-Auditor facilitará un formato final. ✍



Figura 9. Aplicación i-Auditor<sup>2</sup>.

## Bibliografía

1. <<http://www.i-auditor.com/download/App/iTunes>>.
2. <<http://www.androidsis.com?safty-inspector-auditorias-desde-el-movil/>>.
3. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (REITE). Resolución 180195, del 12 de febrero del 2009.
4. Icontec (2005). Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.
5. (2011). National Electrical Code (NEC).
6. La norma ISO 50001, publicada el 15 de junio del 2011.
7. Garricé Jiménez, J. (2011). Guía para el diseño de instalaciones eléctricas hospitalarias. Tesis de Ingeniería Eléctrica, UPEL.
8. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (Ratlap). Resolución 180265, del 19 de febrero de 2010. Entró en vigencia el 1º de abril del 2010.
9. Clínica Universidad Pontificia Bolivariana (2013).





## Anexo i

Visita realizada a la clínica Bolivariana y evaluación del DCR

