

**2º Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y
Confiabilidad. Montevideo - Uruguay.**

**EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENERGIA AUXILIAR Y LA
CALIDAD DE LA ENERGIA. CASO: “Dr. RAFAEL MEDINA
JIMENEZ”, ESTADO VARGAS –VENEZUELA**

Ingº. Yrina Ramirez Mogollón

Abril 2006

LOS SISTEMAS DE ENERGIA AUXILIAR Y LA CALIDAD DE LA ENERGIA EN EL SECTOR HOSPITALARIO. CASO: HOSPITAL “Dr. RAFAEL MEDINA JIMENEZ”, ESTADO VARGAS –VENEZUELA
2º Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad. Montevideo - Uruguay.

Ramírez, Yrina
Universidad Simón Bolívar
E-mail: yramirez@usb.ve

La Gestión de Mantenimiento Sistemático no es una característica del Sector de Salud Pública en Venezuela, lo cual se evidencia por el grado de deterioro de la infraestructura y sistemas de los Centros Médico-Asistenciales. La data constructiva promedio de los principales Centros de Salud se estima en 30 años, elemento que se conjuga con los agentes agresivos medio-ambientales y una precaria planificación del mantenimiento. El Hospital “Dr. Rafael Medina Jiménez”, considerado uno de los principales Centros de Salud del Estado Vargas, se ha seleccionado como institución piloto para la formulación de una Propuesta de Gestión de Mantenimiento para los Sistemas de Energía Auxiliar, desarrollada sobre la base de un diseño diagnóstico aplicable a las Instalaciones Hospitalarias, estudiado a través del estudio de casos. La medición, evaluación e inspección, como acciones conducentes a determinar las condiciones actuales del estudio planteado, se enmarcan en el rigor metodológico y en consecuencia, han de responder a un determinado diseño mediante el cual se delimite la investigación; a los fines se abordaron las características propias del caso estudiado, el área técnica operativa y de gestión del mantenimiento en contraste con las consideraciones que rigen en materia normativa. Los resultados obtenidos reflejan la ausencia de lineamientos y políticas técnicamente articulados que den respuesta, tanto de mantenimiento correctivo como de mantenimiento preventivo, que apuntalen la disponibilidad, preservación y máximo rendimiento de los equipos y sistemas. Además, se precisan: las condiciones de funcionamiento del Sistema de Energía Auxiliar, la calidad de la energía suministrada por el sistema auxiliar y su impacto en el funcionamiento de los equipos y sistemas asociados, la ausencia de los organismos encargados de velar por el cumplimiento de la normativa, la poca relevancia que tiene la Unidad de Gestión de Mantenimiento en la estructura organizativa del Hospital y, por ende, el bajo nivel de organización y planificación de esta.

Descriptores: *gestión de mantenimiento, indicadores de mantenimiento, instalaciones hospitalarias, sistemas de energía auxiliar, calidad de la energía*

INTRODUCCION

Diseñar una Propuesta de un Plan de Gestión de Mantenimiento para los Sistemas de Energía Auxiliar, aplicable a las Instalaciones Hospitalarias, estudiado a través del caso: Hospital “Dr. Rafael Medina Jiménez”, Estado Vargas, pasa por identificar las características propias del caso estudiado, evaluar las condiciones de funcionamiento de su sistema de generación de energía eléctrica auxiliar y determinar los indicadores de actuación de mantenimiento.

Entendiendo lo limitado del aporte a la solución de la crisis del sector salud, es objetivo de esta propuesta proveer insumos de planificación, medición y control del mantenimiento, con particular atención al Sistema en estudio, como herramientas para preservar los activos fijos tangibles que representa para el patrimonio nacional y acometer el estudio del impacto de la calidad de energía en equipos diagnósticos de alta tecnología.

Desde la perspectiva planteada, la continuidad de servicio eléctrico en una instalación hospitalaria puede ser considerada vital. En consecuencia, se hace necesario un sistema eléctrico de emergencia, de energía auxiliar o de respaldo que garantice la continuidad de servicio eléctrico frente a una contingencia que indisponga el sistema. La tendencia de mayor aceptación es la Generación por Combustión Interna, sin embargo, el desarrollo tecnológico ha hecho posible disponer de estaciones convertidoras de energía DC-AC de potencias considerables para suplir la demanda de carga esencial de una estructura hospitalaria.

La formulación de alternativas y modelos de mantenimiento aplicables al sector hospitalario en Venezuela, requiere de un importante esfuerzo dado la longevidad de los equipos, los criterios de mantenimiento aplicado y la inversión presupuestaria para tal fin. La realidad político-económica de Venezuela impone reorientar la inversión en planes que garanticen el atendimiento sistemático y planificado de los equipos ante la vieja práctica de reinvertir en la adquisición de nuevos equipos.

DESARROLLO

Así, como el uso de energía eléctrica requiere la observancia de estrictas normas de seguridad, su interrupción inesperada crea condiciones inseguras que, en el caso del sector hospitalario podría poner en riesgo vidas humanas. En este sentido, el Código Eléctrico Nacional (COVENIN 200) prevé el suministro continuo de energía en las instalaciones hospitalarias, bajo el criterio del intervalo de tiempo que podría soportar un paciente en estado crítico sin sus equipos de soporte ó un cirujano en intervención sin iluminación en el quirófano. Está previsto, de acuerdo a la normativa en referencia, que este tiempo no podrá ser mayor a diez segundos.

A fin de garantizar la continuidad de servicio de energía eléctrica, las instalaciones hospitalarias deben contar con equipos de generación eléctrica alternativa, de respaldo ó de emergencia. En el sector hospitalario, la fuente de generación por excelencia la constituyen las Plantas Diesel cuyo principio se basa en la conversión de energía mecánica en energía eléctrica a partir de un motor de combustión interna. Cabe señalar que, a pesar de su amplia aplicación, debe considerarse la emisión de gases tóxicos producto del tipo de combustible utilizado; para su instalación y puesta en servicio debe ser observada un conjunto de normativas establecidas tendientes a minimizar su impacto. Sin embargo, el desarrollo de la tecnología permite disponer de bancos de baterías con convertidores DC-AC con una autonomía considerable.

El Hospital “Dr. Rafael Medina Jiménez”, dispone como fuente de energía alternativa de una Planta Diesel; equipo que frente a la pérdida de suministro de energía eléctrica de la red normal suplida por la Electricidad de Caracas C.A. (EdeC) deberá asumir en el menor tiempo posible la carga conectada y definida como esencial de acuerdo a las consideraciones del Ministerio de Infraestructura y a las propias consideraciones del Código Eléctrico Nacional COVENIN 200.

La existencia de fuentes de energía alternativa o autogeneración son consideraciones expresas del Código Eléctrico Nacional COVENIN 200 y disposiciones del Ministerio de Infraestructura, el primer instrumento contiene en la sección 517 consideraciones específicas a las Instalaciones Para Asistencia Médica y en su sección 700 las regulaciones inherentes a los Sistemas de Emergencia, secciones donde incluso se regulan los intervalos de mantenimiento y pruebas de certificación. Establecidas estas consideraciones, cuya observancia es de carácter obligatorio, se evidencia la necesidad de abordar en su justa dimensión la problemática del Mantenimiento a las Instalaciones Hospitalarias.

En tal sentido, Jiménez (1997) reporta dentro de los resultados de su investigación que el parque electromecánico de las instalaciones Médico-Asistenciales se encuentra en una fase de desgaste excesivo, dada su longevidad y gran uso. Este elemento cobra mayor vigencia en el presente si se asocia, además, los planes de inversión económica del Estado Venezolano y la ausencia de políticas de Mantenimiento claramente definidas para el sector.

De igual manera el desarrollo tecnológico de equipos médicos cada vez más sofisticados demanda ciertos niveles de calidad de la energía; cuyo impacto se puede traducir en problemas de operación del equipo y daños a los componentes.

Desde otro enfoque señala Malagón-Londoño (2000) que, el tema de Gerencia de Mantenimiento no es un invento reciente, este existe desde que la gente se empezó a agrupar para realizar una serie de actividades con el fin de obtener un producto. Se puede definir como “Gerencia es hacer que las cosas se hagan”. De igual modo, plantea que un proyecto de mantenimiento se diferencia de otros, por el objetivo, el cual regularmente se define como el resultado de ejecutar una serie de acciones técnicas y gerenciales con el propósito de garantizar la operación en forma confiable y segura de cualquier equipo, elemento o recurso físico necesario para la prestación de servicio de salud.

El sistema de energía auxiliar puede ser clasificado dentro de los equipos electromecánicos de soporte al funcionamiento integral hospitalario cuya peculiaridad queda establecida en el Código Eléctrico Nacional COVENIN 200, artículo 500-4, que clasifica los Centros Hospitalario dentro de los Edificios Especiales a los cuales se aplica una normativa particular en cuanto al sistema eléctrico. Este instrumento establece de manera específica en su capítulo quinto las regulaciones que garantizan la operación segura de las instalaciones hospitalarias de acuerdo a las características propias de cada establecimiento; de igual modo en el capítulo siete contempla lo inherente a sistemas de emergencia en particular.

Los criterios de evaluación de operatividad del sistema en estudio, están basados en conceptos nacional e internacionalmente aceptados; de cuya aplicación se derivan modelos de Mantenimiento Hospitalario. No obstante, se consideró pertinente precisar que, a pesar de que las consideraciones del Código Eléctrico Nacional delimitan de manera inequívoca las características técnicas de las Instalaciones Hospitalarias y de los Sistemas de Emergencia; no contempla los criterios de clasificación que diferencien un Hospital “grande” de un Hospital “pequeño”, así denominadas por la referida normativa, a pesar de la existencia de una clasificación publicada en la Gaceta Oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela N° 32650, promulgada el 21 de enero de 1983 que en su Capítulo IV, tipifica los Hospitales de acuerdo a un conjunto de características.

De acuerdo con la categorización correspondiente al protocolo de clasificación decretado según Gaceta Oficial 32.650, publicada el 21 de enero de 1983 el caso de estudio, Hospital “Dr. Rafael Medina Jiménez”, adscrito a la Gobernación del Estado Vargas, tiene una categoría tipo II, con una capacidad instalada de 147 camas; esta categoría se refiere a un hospital de mediana envergadura que presta el 75% de los servicios ofrecidos un hospital tipo IV, con una capacidad entre 100 y 350 camas.

Los requerimientos técnicos y el nivel de complejidad del Sistema de Energía Auxiliar, dependen de las dimensiones del Centro Hospitalario, sus características y servicios prestados entre otros. El

Gráfico 1, representa la configuración para un Hospital Grande: La actividad de mantenimiento, indistintamente de la misión de empresa donde se ejecute, debe estar orientada a minimizar el tiempo de indisponibilidad del equipo, las fallas imprevistas y el tiempo de intervención para restituir la operatividad; así como prolongar su vida útil de acuerdo con las metas y objetivos de la unidad responsable de la Gestión del Mantenimiento de la empresa. En el caso de las instalaciones hospitalarias, el mantenimiento debe contribuir a elevar la calidad de los servicios brindados a la comunidad.

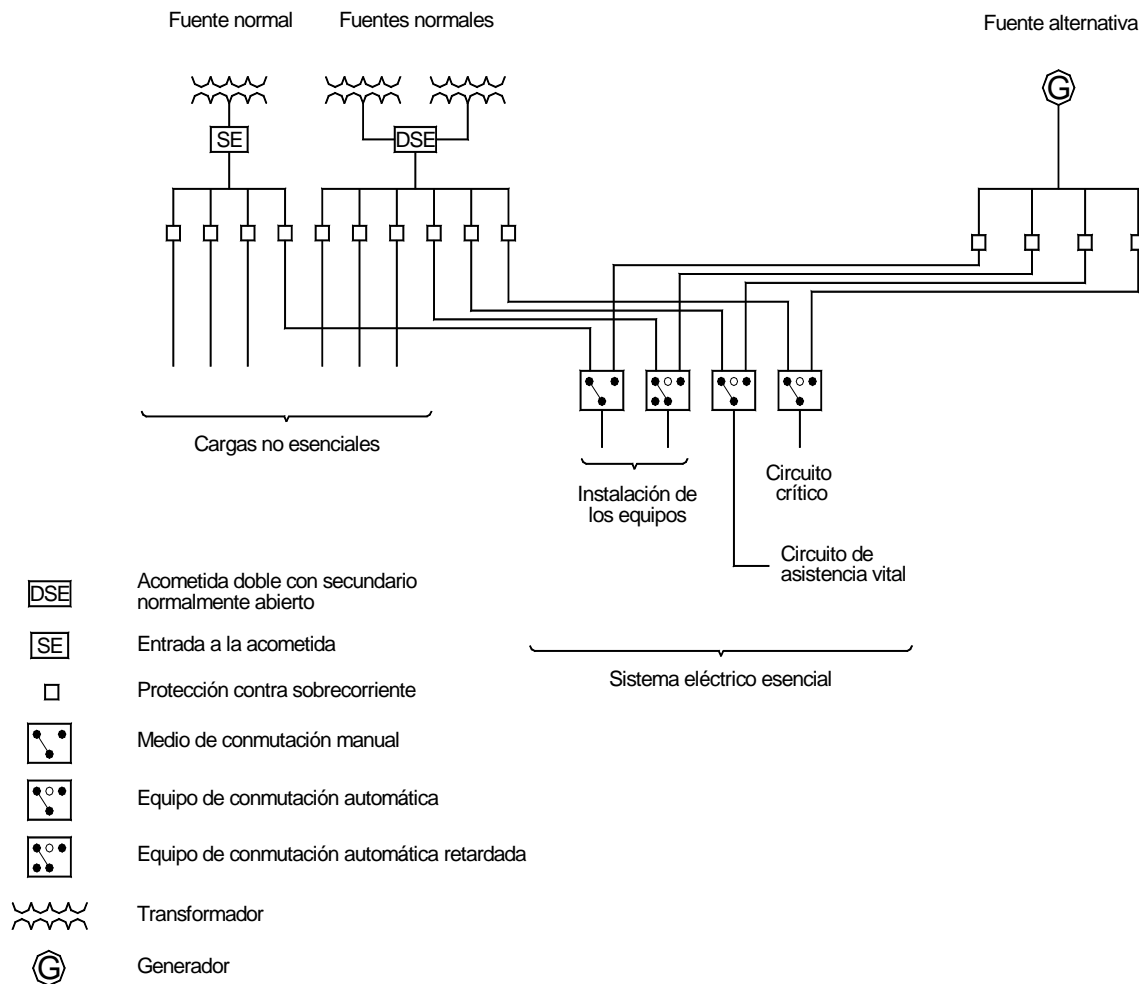


Gráfico 1. Sistema Eléctrico para un Hospital Grande. Tomado del Código Eléctrico Nacional COVENIN 200 (1999, p. 509).

Una disposición más elemental contiene el Código Eléctrico Nacional COVENIN 200(1999. p. 510) donde delimita a un Sistema Eléctrico para un Hospital pequeño con un solo interruptor de transferencia y una capacidad de potencia de 150KVA propia de un hospital de funciones limitadas que, a juicio de la investigadora en cualquier caso, debería ser el requerimiento mínimo de los Centros de Asistencia Médica sujetas a las disposiciones normativas del Sector Eléctrico; en razón de los criterios de seguridad y continuidad de servicio; entre otros.

Este contexto conceptual y normativo, establece los criterios que justifican la importancia de la disponibilidad del Sistema de Energía Auxiliar en las Instalaciones Hospitalarias. Aunado a ello la propia concepción del mantenimiento, con particular aplicación en el Sector Salud, que pareciera no distinguir lo urgente de lo importante son, en contraste, elementos que permiten inferir que solo se les confiere relevancia cuando queda de manifiesto frente a situaciones imprevistas.

La existencia de una fuente alternativa de energía en los hospitales del sector público, es un requerimiento que alcanza desde las más complejas infraestructuras hasta los centros de atención primaria. Lo que esta investigación plantea es su efectiva disponibilidad cuando sea requerida, con esta premisa se formula, mediante un estudio descriptivo, una solución tentativa que correlaciona un conjunto de factores que pudiesen incidir en las condiciones de disponibilidad ó no del sistema de autogeneración revelando, además, las variables de incidencia en el funcionamiento y operatividad del referido sistema; para derivar en una propuesta de solución viable cuya factibilidad debe ser analizada técnica y económicamente como contribución a la respuesta global que, desde el punto de vista del mantenimiento, demanda el parque hospitalario en Venezuela.

Para el Registro de la Inspección en el rigor técnico del área se ha diseñado un instrumento basado, literalmente, en los requerimientos de la normativa nacional vigente. Este instrumento se ha estructurado en dos partes, con las siguientes premisas:

a.- La observancia de la normativa vigente para el Sector Salud, contenida en la Sección 517 del Código Eléctrico Nacional CEN-COVENIN 200:1999.

b.- La observancia de la normativa vigente para los Sistemas de Emergencia, contenida en la Sección 700 del Código Eléctrico Nacional CEN-COVENIN 200:1999.

De manera complementaria, se ha diseñado un Instrumento denominado “Instrumento para el Estudio de Casos de los sistemas de Energía Auxiliar de los Centros Hospitalarios de Atención Pública”, derivado de la operacionalización de variables, que pretende determinar las características físicas, gerenciales y operativas del Centro de Salud en Estudio.

Por otro lado, en el sistema de potencia eléctrica de un hospital en Venezuela los dispositivos que se conectan están diseñados para operar a 60Hz, con una tensión y corriente sinusoidal. Son variadas las razones por las cuales es posible que se manifieste un flujo eléctrico a una frecuencia distinta parcialmente sobre el sistema de potencia o en una instalación específica; en cuyo caso la forma de onda resultante se compone de un número de ondas sinusoidales de diferentes frecuencias, donde se incluye una onda de frecuencia fundamental. La calidad de energía está asociada con este comportamiento, de donde se conceptualiza el término componente armónico, para hacer referencia a cualquiera de las componentes sinusoidales de la distorsión, siendo múltiplos de la fundamental. La amplitud de los armónicos es uno de los dos parámetros que los caracteriza y se expresa en porcentaje de la fundamental, mientras el orden se refiere al valor de la frecuencia propiamente en referencia a la fundamental:

- Amplitud: valor de la tensión o intensidad del armónico
- Orden: valor de la frecuencia referido a la fundamental (60 Hz). A modo de ejemplo, un armónico de quinto orden incrementa 5 veces el valor de la frecuencia fundamental, es decir $5 * 60 \text{ Hz} = 300 \text{ Hz}$.

El orden o rango del armónico, es la razón entre la frecuencia de un armónico f_n y la frecuencia del fundamental (60 Hz).

$$n = \frac{f_n}{f_1} \text{ (Donde } f_1 \text{ es la fundamental y tiene rango 1).}$$

Como todo fenómeno periódico puede ser representado por una serie de Fourier:

$$y(t) = Y_0 + \sum_{n=1}^{n=\infty} Y_n \sqrt{2} \sin (n\omega t - \delta_n)$$

siendo:

Y_0 = Es la componente de corriente directa, la cual es generalmente cero en sistemas eléctricos de distribución [1].

Y_n = Valor rms de la componente (n^{th}) armónica.

δ_n = Angulo de fase de la componente (n^{th}) armónica cuando $t=0$.

La componente de armónicos es generalmente expresada en términos de su valor rms dado que el efecto Joule depende de este valor de la onda distorsionada. En una onda sinusoidal el valor eficaz es el valor pico dividido por $\sqrt{2}$, en el caso de una onda distorsionada, en estado estable, la energía disipada por el efecto Joule es la suma de energías disipadas por cada componente armónica:

$$RI^2 t = RI_1^2 t + RI_2^2 t + \dots + RI_n^2 t$$

Donde:

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2$$

o también: $I = \sqrt{\sum_{n=1}^{n=\infty} I_n^2}$ (asumiendo a R como una constante)

Mediante este cálculo se puede inferir como uno de los principales efectos de los armónicos el aumento de la intensidad eficaz como consecuencia de las componentes armónicas asociadas a la distorsión de la onda. Las perturbaciones armónicas existentes en la red se cuantifican en función del porcentaje de armónicos y su distorsión total; el porcentaje de armónicos es la expresión de su magnitud respecto a la fundamental y la distorsión total armónica (THD), cuantifica el efecto térmico de todos los armónicos la cual se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n=\infty} Y_n^2}}{Y_1}$$

Siendo:

Y_n : Magnitud del armónico n.

Y_1 : Magnitud de la onda de frecuencia fundamental.

El origen principal de los armónicos son las cargas no lineales, entendiéndose por estas aquellas cuya impedancia no es constante. En este caso a pesar de ser alimentadas con una tensión sinusoidal absorben una intensidad no sinusoidal que, en general, implica un desfase de la corriente respecto a la tensión en un ángulo ϕ . Es relevante señalar que las cargas no lineales se comportan como fuentes de intensidad que inyectan armónicos en la red.

Los avances tecnológicos en el área de la medicina diagnóstica se han basado en el desarrollo de dispositivos no lineales para la construcción de equipos médicos, las cargas armónicas no lineales más comunes son las que se encuentran en los receptores alimentados por electrónica de potencia tales como: variadores de velocidad, rectificadores, convertidores, reactancias saturables, entre otros. Existen cargas no lineales en las que la corriente que demandan no es proporcional a la tensión y, en consecuencia, al aplicar una onda sinusoidal de una determinada frecuencia, la corriente resultante no es de una frecuencia única; tal es el comportamiento de Transformadores, reguladores, diodos y dispositivos semiconductores elementos se encuentran en la mayoría de los equipos diagnósticos.

Por otro lado, equipos de uso cotidiano tales como hornos de microondas, computadoras, sistemas con control robótico, televisores, entre otros equipos, contribuyen con la generación de cantidades variables de armónicos. La suma de sus aportes individuales puede traducirse en perturbaciones importantes del sistema de potencia. Abundando en detalles, se considera que los sistemas de iluminación mediante lámparas fluorescentes son generadores de armónicos de corriente con impacto de una tasa del 25 % del tercer armónico observada en ciertos casos, según la publicación n° 152 de Cahiers techniques, harmonic in industrial networks. Por consiguiente, es necesario atender como mínimo la revisión del cálculo de la sección del conductor y la protección del neutro, puesto que conduce la suma de las corrientes de tercera armónica de las fases.

Para la detección de presencia de armónicos en la red es necesario utilizar instrumentos de medición de valor verdadero eficaz, dado que los instrumentos de valor promedio sólo proporcionan medidas correctas en el caso de que las ondas sinusoidales.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El Sistema de Generación de Energía Eléctrica Auxiliar del Hospital “Dr. Rafael Medina Jiménez”, está constituido por una Unidad de Autogeneración de Combustión Interna, marca General Motors, ocho cilindros en “V” y una capacidad de 250 KVA, operando a 1500 rpm. Utiliza como combustible para su accionamiento gas-oil, cuya inyección a los pistones de la máquina es directa. Para la disipación de calor absorbido por la estructura fija, dispone de dos radiadores con recirculación de agua y ventilación forzada acoplada al eje; mientras en las partes móviles el aceite cumple la doble función de lubricar y disipar el calor generado por la fricción mecánica. En este se identifican el generador, el motor de combustión interna y el acoplamiento entre ambos.

El motor diesel utilizado en la planta de emergencia del Hospital “Dr. Rafael Medina Jiménez”, es manufacturado por General Motors, modelo GM00-12203; mientras el Generador eléctrico en manufacturado por Delco AC, modelo Y1-971. El acoplamiento entre el motor de combustión interna y el generador se realiza mediante el engranaje de transferencia de potencia de relación 1:1; transmitiendo la velocidad del motor al generador.

Para la excitación del generador se utiliza una unidad estática automática, manufacturada por Componentes Electrónicos Industriales C.A. Para controlar la frecuencia y velocidad de la máquina, se utiliza un dispositivo denominado gobernador de velocidad mecánico; el cual dosifica la inyección de combustible a los pistones del motor diesel a objeto de mantener un régimen de velocidad constante. Sin embargo, al momento de la inspección, este dispositivo no se encontraba instalado lo cual inhabilita la disponibilidad de la planta de emergencia.

La puesta en marcha del motor diesel, se realiza mediante dos unidades de arranque por motor eléctrico colocadas axialmente, encargadas de accionar una corona dentada acoplada al volante, de corriente continua tipo serie, alimentados en 24 voltios a través de un relé (automático) accionado por una señal de 24 Voltios provenientes de las baterías. En la evaluación se detectó una unidad de arranque averiada y las baterías de 24 Vcc descargadas. Estas últimas son un indicador tangible del grado de deterioro del Sistema, lo cual le mantienen fuera de servicio.

El sistema de Energía de Emergencia involucra la alimentación normal y alternativa de la carga preferencial, configurado en un sistema radial simple el cual dispone de alimentación en Alta Tensión (A.T.), desde la subestación de la Electricidad de Caracas mediante un solo transformador que reduce la tensión al voltaje de utilización en Baja Tensión (12,47/0,220 KV) y la Planta de Generación Diesel conectados en una barra común con interruptor de transferencia automática. La configuración, está dispuesta para alimentar un tablero general de donde salen los circuitos que alimentan a los sub-tableros o centros de cargas, ubicados en los diferentes pisos del hospital.

En la evaluación del tablero de transferencia automática, se determinó que el dispositivo dispuesto para tal fin no cumple su función básica; lo cual implica que en el escenario favorable de que la planta diesel estuviese operativa, la maniobra de transferencia de carga de la red al generador eléctrico tendría que ser realizada manualmente.

De acuerdo con lo establecido por el Código Eléctrico Nacional (1999) en la sección 517-3, un Sistema de Emergencia queda definido como:

Un sistema de alimentadores y circuitos ramales el cual cumple con los requisitos de la Sección 700 y esta destinado a suministrar potencia en forma alternativa a un número limitado de funciones prescritas vitales para la seguridad y protección de la vida del paciente, con restauración automática de energía eléctrica, en menos de diez segundos de la interrupción de potencia (p.494).

Por otro lado el Código Eléctrico Nacional, prescribe la distribución de cargas y su clasificación. En el caso estudiado, ésta responde más a un criterio lógico que a las consideraciones referidas.

Esta evaluación precisa la indisponibilidad del Sistema para el cumplimiento de su función básica. El Instrumento elaborado contiene un conjunto de elementos de naturaleza estrictamente técnicas, donde se establecen y regulan:

- a.- Las características que deben reunir las Instalaciones Para Asistencia Médica, en las distintas modalidades existentes, contenidas en la Sección 517 de la normativa citada.
- b.- Las disposiciones sobre Sistemas de Emergencia, relativas a la seguridad eléctrica, su instalación, operación y mantenimiento; de acuerdo con la Sección 700.

El criterio de aplicación del Instrumento se basó, en términos absolutos, en la observancia o no de tales disposiciones, y fue estructurado en treinta y uno (31) ítemes. Los resultados obtenidos en cuanto a las disposiciones de las Instalaciones para Asistencia Médica, especificadas en la Sección 517 del Código Eléctrico Nacional (Ob. Cit.), se reflejan a través de catorce (14) ítemes representativos del 100% de los parámetros evaluados, distribuidos en función de la observancia de la normativa en un 42,85%; ítemes referidos en su mayoría a criterios conceptuales. Mientras las consideraciones de naturaleza operativa quedan contenidas predominantemente en el 57,14%, porcentaje representativo del incumplimiento de la norma. Los resultados se presentan en el Gráfico 3.

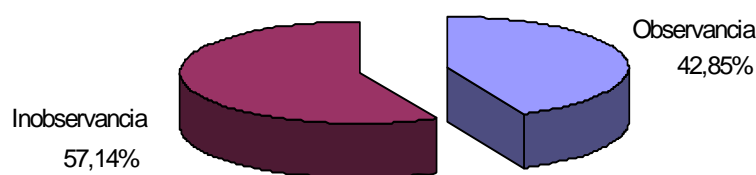


Gráfico 3. Distribución Porcentual–Sección 517. Elaborado con los datos obtenidos de la aplicación del Instrumento de la Sección 517 del Código Eléctrico Nacional.

Para la instrumentación de la norma de acuerdo a las resultas obtenidas y su correlación con la evaluación preliminar del Sistema, se requiere de la reorganización de los circuitos distribuidos y sus respectivas protecciones; adecuándolos en la medida de lo posible a los criterios establecidos.

A los fines de la aplicación de los criterios normativos, en una eventual redistribución, se presenta el Gráfico 5 elaborado de acuerdo a la Sección 517 donde se reflejan, de manera jerarquizada, las consideraciones fundamentales establecidas en el Código Eléctrico Nacional.

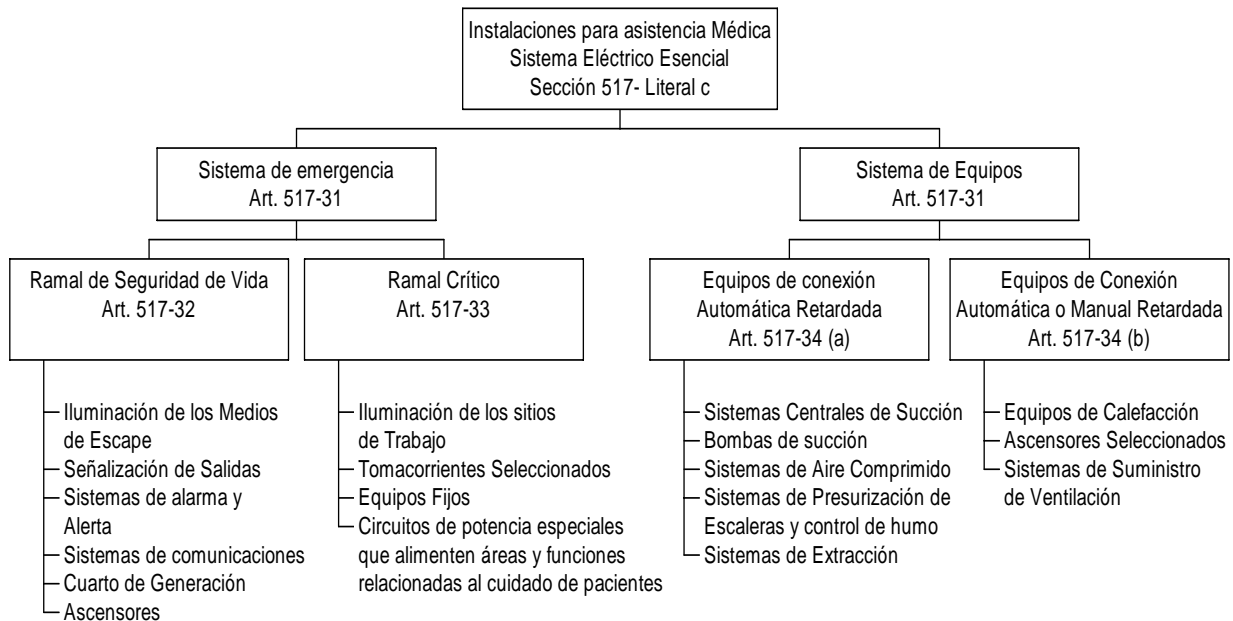


Gráfico 4. Prescripciones establecidas en Código Eléctrico Nacional. Sección 517

En cuanto a Los Sistemas de Emergencia, especificados en la Sección 700 de la Norma precitada, evaluados a través de diecisiete (17) ítems representativos del 100% de los elementos contenidos en el instrumento; se tiene la siguiente distribución 33,2% responden al criterio de observancia, referidos en su mayoría a elementos conceptuales de aprobación y de existencia de equipos, mientras las consideraciones de funcionamiento quedan contenidas en el 60,08%, porcentaje representativo de la inobservancia, un 5,89% corresponde a ítems que no aplican al caso en estudio. Distribución representada en el gráfico 5.

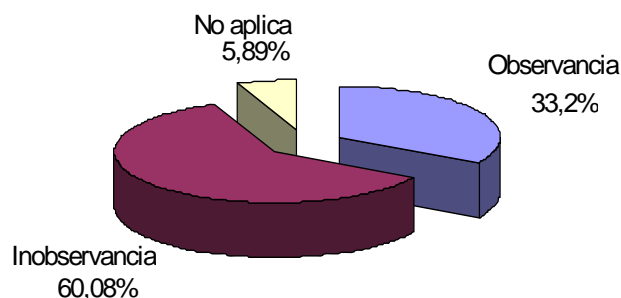


Gráfico 5. Distribución Porcentual – Sección 700 Código Eléctrico Nacional. Elaborado con los datos obtenidos de la aplicación del Instrumento, Sección 700 del Código Eléctrico Nacional.

La instrumentación de la norma de acuerdo a los resultados obtenidos y su cotejo con la evaluación preliminar del Sistema, revelan la necesidad de la aplicación de un plan de recuperación de la Planta Diesel, dirigido en una primera fase a restablecer su condición operativa de funcionamiento básico, que garantice los requisitos generales establecidos en el Art. 700-2 Literal C.

Los criterios normativos en una eventual aplicación del plan de recuperación se presentan en el Gráfico 6, elaborado de acuerdo con lo establecido en la sección 700. En éste se plantean las consideraciones fundamentales inherentes a la aprobación de los equipos y a disposiciones generales establecidas en el Código Eléctrico Nacional (Ob. Cit.)

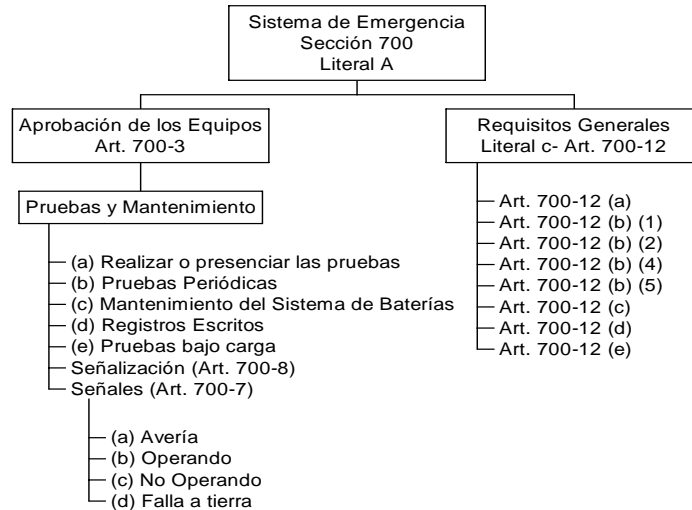


Gráfico 6. Prescripciones establecidas en Código Eléctrico Nacional. Sección 700

La estructura de la norma precisa los criterios de prueba y mantenimiento del equipo, requisitos para su aprobación. De igual modo establece los requisitos generales, que entre otros, prescribe la existencia de protección contra incendio, particularmente, para este tipo de equipos.

CONCLUSIONES

Al evaluar las condiciones de funcionamiento del Sistema de Generación de Energía Eléctrica Auxiliar se determinó la existencia de los subsistemas necesarios. No obstante, la operatividad porcentual de éstos los califica como fuera de servicio; de donde se infiere como causa común al desperfecto simultáneo de subsistemas independientes, tal es el caso de la transferencia automática y la planta diesel, la ausencia de políticas de mantenimiento. Registrando una incidencia de fallas promedio en los últimos dos 2 años de diez (10) fallas de la acometida de energía eléctrica, frente a lo cual la planta diesel y la transferencia automática debieron operar para garantizar la continuidad de servicio de energía eléctrica.

La ausencia de una unidad centralizadora del mantenimiento en el Organigrama Gerencial del Hospital y el indicador de una limitada asignación presupuestaria para actividades de mantenimiento correctivo, se conjugan con la vieja data del Sistema de Energía Auxiliar, cuya utilización originaria estuvo dimensionada para una carga determinada con un crecimiento limitado. La anarquía arquitectónica, por ende de los sistemas asociados, pone de manifiesto la ausencia del debido rigor de inspección en la ejecución de los proyectos. Conclusión que se plantea de acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos de la Evaluación preliminar del Sistema de Energía Auxiliar, observancia de la Normativa contenida en el Código Eléctrico Nacional, del Instrumento de Evaluación de Casos elaborado para la presente investigación.

Los resultados de esta investigación, revelan el grado de deterioro del Sistema de Energía Auxiliar del Hospital “Dr. Rafael Medina Jiménez”; como una muestra que pudiera ser representativa valorada desde su relevancia, siendo uno de los dos más importantes centros de salud en el Estado Vargas.

Los instrumentos aplicados contribuyeron de manera particular en:

- La evaluación mediante el proceso de inspección “in situ” del grado de operatividad del Sistema en estudio.
- El grado de sujeción a la normativa con rango de obligatorio cumplimiento del Código Eléctrico Nacional COVENIN:200, como instrumento legal que rige la materia.

- *La determinación de características propias del caso estudiado relativas a: su operatividad como Centro de Atención Médica, condiciones de funcionamiento e indicadores de mantenimiento del Sistema estudiado y la relevancia de la Unidad de Mantenimiento en la estructura gerencial del Hospital.*

Elementos que en conjunto y asociados a la tendencia de las organizaciones modernas, orientada a asumir y establecer criterios o parámetros de calidad, regulados mediante la norma internacional ISO-9000 cuya última versión se conoce en Venezuela como COVENIN-ISO 9001:2000 titulada “Sistemas de Gestión de La Calidad, Requisitos (2^{da} Revisión)”; se constituyen en la referencia que debe contextualizar cualquier propuesta de Gestión de Mantenimiento Hospitalario.

En cuanto a las normativas aplicadas, es pertinente señalar la inconsistencia del Código Eléctrico Nacional COVENIN 200:1999 con la Gaceta oficial N° 32650, este último documento contiene la clasificación de los Hospitales de acuerdo a los servicios que presta. Pudiendo servir de referencia para delimitar los conceptos empleados en el Código Eléctrico Nacional en lo referente a Hospitales “grandes” y “pequeños”.

Por otro lado, las consideraciones inherentes a la calidad de energía revelan la necesidad de abordar el tema en la particularidad en las instalaciones eléctricas hospitalarias. Este estudio adelanta una metodología que se encuentra en la fase de diseño, enfocada sobre las regulaciones que en materia de Calidad de Energía establece las Leyes Venezolanas de acuerdo a la Ley Orgánica del Servicio Eléctrico y su Reglamento, publicados en la gaceta oficial bajo los números N° 5568 y N° 5510 respectivamente, y con base a las resultas de las investigaciones realizadas al respecto.

Finalmente las resultas y metodología utilizada en el desarrollo de este estudio, sirven de base para la construcción de un sistema de evaluación del Sistema de Energía Auxiliar; en los Hospitales Públicos a escala nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Borroto, Y. y De La Paz, E. (Junio,2000). *Alternativas de Mantenimiento Para Activos Fijos Hospitalarios.* Revista N° 5 [Documento en línea]. Disponible: <http://www.Mantenimientomundial.com> [Consulta: 2003, Marzo 12]
- Cahiers techniques, n°152, harmonic in industrial networks. MERLIN GERIN. GROUPE SCHNEIDER
- Castella, J. (2000, Julio). *La Gerencia en la Administración del Mantenimiento Hospitalario.* Ponencia presentada en el 12° Congreso Latino Americano de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria, España.
- Dangenhart, J. (2000). *Calidad de la Energía, Manual de Ingeniería Eléctrica: Volumen IV* (pp. 23-1, 23-27). México: Mc Graw Hill.
- González, A. Y Echaverría, P. (Marzo,2002). *Metodología para la Selección de Sistemas de Mantenimiento.* Revista N° 8 [Documento en línea]. Disponible: <http://www.Mantenimientomundial.com> [Consulta: 2003, Marzo 12]
- Hernández, E. (2002). *Nota Técnica N° 017, Centro de Estudio de Innovación y Mantenimiento.* La Habana, Cuba.
- Informe Anual de la Organización Mundial de la Salud OMS (2000)*
- Jiménez de León, E. (1992). *Visión Estratégica de Mantenimiento en el Sector Médico Asistencial.* Perfiles, 24 (1), 47-80.
- Lara, L. y Mijares, R. (2002). *Artículo Publicado por el Diario El Pulso On Line, Colombia.* Consultado el 11 de Noviembre de 2002.
- Malagón-Londoño, G.; Galán, R. Y Pontón, G. (2000). *Administración Hospitalaria.* Colombia: Médico Internacional LDTA.
- Norma sobre Clasificación de Establecimientos de Atención Médica del Sub-sector Público (Decreto 1795).* (1983, Enero 19). *Gaceta Oficial de la República de Venezuela*, 32.650, Enero 21, 1983.
- Norma Venezolana COVENIN 2500-93 Principios Básicos y Deméritos.* Febrero 24, 1982.
- Norma Venezolana COVENIN CEN-200 Código Eléctrico Nacional. (6^a Revisión), Comité de Electricidad CODELECTRA, Enero 28, 1998.*
- Norma Venezolana COVENIN-ISO 9000:2000 Sistemas de gestión de La Calidad. Fundamentos y Vocabulario (2^{da} Revisión), Consejo Superior N° 2001-02 FONDONORMA Febrero 28, 2001.*

Norma Venezolana COVENIN-ISO 9001:2000 Sistemas de Gestión de La Calidad. Requisitos (2^{da} Revisión), Consejo Superior N° 2001-02 FONDONORMA Febrero 28, 2001.

Biografía del Autor

Ing° Yrina Ramírez Mogollón

Técnico Superior Electricista en 1989 e Ingeniero en Mantenimiento de Obras en 2003, Universidad Simón Bolívar y Alejandro de Humboldt, respectivamente. Profesora de la Universidad Simón Bolívar, donde desarrolla su experiencia como Investigadora Principal del Grupo de Ingeniería de Organización: Planificación, Medición y Control de Mantenimiento. yramirez@usb.ve