



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA DE ARQUITECTURA CARLOS RAÚL VILLANUEVA
Trabajo de Ascenso para la Categoría de Asistente en el Escalafón Universitario
Autora: Prof. Yolanda Liscano, Julio 2015.

**CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES
MULTIFAMILIARES**

*“A lo largo de espacio hay energía. ... es una mera cuestión
de tiempo hasta que los hombres tengan éxito
en sus mecanismos vinculados al
aprovechamiento de esa energía”.*
Nikola Tesla.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, nuestro Señor Todopoderoso, porque en él todo se puede lograr; a mi esposo y a mi hija, quienes con su amor, comprensión, apoyo y paciencia contribuyeron con el logro de una meta más en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios Nuestro Señor Todopoderoso. A mi esposo y a mi hija, por haberme acompañado durante este proceso tan importante en mi vida. Agradezco a mi Madre, tan bella. Agradezco a la Profesora Eugenia Villalobos, por ser mí guía en este proceso de aprendizaje; a las Arquitectas Reina de Partidas y Yajaira Ramírez, por su apoyo, colaboración y paciencia.

Muchas gracias a todos.

CONTENIDO

| | |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN. | viii |
| Capítulo 1. | 1 |
| EL PROBLEMA. | 1 |
| 1.1. Descripción del Problema. | 1 |
| 1.2. Objetivos. | 3 |
| 1.2.1. Objetivo General. | 3 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos. | 3 |
| 1.3. Alcance. | 4 |
| 1.4. Justificación. | 4 |
| 1.5. Factibilidad. | 5 |
| Capítulo 2. | 7 |
| MARCO TEÓRICO. | 7 |
| 2.1. Antecedentes. | 7 |
| 2.2. Bases Teóricas. | 10 |
| 2.2.1. Eficiencia Energética. | 11 |
| 2.2.2. Ahorro Energético. | 12 |
| 2.2.3. Efecto Invernadero. | 15 |
| 2.2.4. Desarrollo Sustentable. | 17 |
| 2.2.5. Impacto Ambiental. | 18 |
| 2.2.6. Viviendas Multifamiliares. | 19 |
| 2.2.7. Consumo Eléctrico de una Edificación. | 21 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.2.8. | Las Instalaciones Eléctricas. | 22 |
| 2.2.9. | Instalaciones Eléctricas Energéticamente Eficientes. | 23 |
| 2.2.10. | Factor de Potencia (Cos Φ). | 26 |
| 2.2.11. | Racionamiento Eléctrico. | 28 |
| 2.2.12. | Iluminación. | 29 |
| 2.2.13. | Alumbrado. | 30 |
| 2.2.14. | Lámpara. | 31 |
| 2.2.15. | Luminarias. | 37 |
| 2.2.16. | Medidor de Electricidad. | 38 |
| 2.2.17. | Tablero Eléctrico. | 39 |
| 2.2.18. | Sistemas de Alimentación. | 40 |
| 2.2.19. | Dispositivos de Control y Regulación. | 41 |
| 2.2.20. | Tomacorrientes. | 45 |
| 2.2.21. | Electrodomésticos. | 48 |
| 2.2.22. | Calentador Agua. | 51 |
| 2.2.23. | Variador de Frecuencia. | 53 |
| 2.2.24. | Aire Acondicionado. | 54 |
| 2.2.25. | Ascensores. | 58 |
| 2.2.26. | Ventilación Forzada. | 59 |
| 2.2.27. | Presurización. | 60 |
| 2.2.28. | Puesta a tierra. | 61 |
| 2.3. | Bases Legales. | 64 |

| | |
|---|-----|
| Capítulo 3. | 73 |
| LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES. | 73 |
| Capítulo 4. | 90 |
| MARCO METODOLÓGICO. | 90 |
| 4.1. Naturaleza de la Investigación. | 90 |
| 4.2. Diseño de la Investigación. | 91 |
| 4.3. Procedimiento de la Investigación. | 91 |
| 4.4. Unidades de Datos. | 95 |
| 4.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos. | 95 |
| 4.6. Análisis de Datos. | 95 |
| Capítulo 5. | 97 |
| FORMULACIÓN DE CRITERIOS. | 97 |
| 5.1. Alumbrado. | 99 |
| 5.2. Tomacorrientes. | 104 |
| 5.2.1. Tomacorrientes de uso general. | 104 |
| 5.2.2. Tomacorrientes en la cocina de las unidades de vivienda. | 106 |
| 5.2.3. Tomacorrientes para equipos de refrigeración y aire acondicionado en las unidades de vivienda. | 107 |
| 5.2.4. Tomacorrientes para calentadores en unidades de vivienda. | 108 |
| 5.2.5. Tomacorrientes para lavadoras y lava vajillas en las unidades de viviendas. | 109 |
| 5.2.6. Tomacorrientes para secadora de ropa en unidades de vivienda. | 109 |
| 5.2.7. Tomacorrientes para cocina y horno. | 109 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.3. | Salidas para equipos especiales. | 109 |
| 5.3.1. | Salida para el sistema de bombeo de aguas blancas en la edificación. | 110 |
| 5.3.2. | Salida para las bombas de riego. | 111 |
| 5.3.3. | Salida para los ascensores. | 112 |
| 5.3.4. | Salida para Motores, Bombas y Ventilación Forzada. | 113 |
| 5.3.5. | Salidas para los equipos de seguridad. | 113 |
| 5.4. | Cableado y las canalizaciones eléctricas. | 114 |
| 5.5. | Áreas destinadas a los medidores de electricidad, tableros principales y ducto de electricidad. | 115 |
| 5.6. | Tableros eléctricos. | 115 |
| 5.7. | Cajas de derivación, medición y conexiones. | 116 |
| | CONCLUSIONES. | 118 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. | 119 |
| | LISTADO DE FIGURAS. | 126 |
| | LISTADO DE TABLAS. | 129 |

INTRODUCCIÓN.

Este trabajo analiza en detalle los aspectos concernientes al uso eficiente de la energía eléctrica en las edificaciones residenciales multifamiliares, su importancia y la necesidad de hacer de esto parte integral de la vida de los ciudadanos en todo el mundo, para contribuir con el cuidado y conservación del planeta.

Se pretende en este trabajo desarrollar criterios de diseño que conlleven al uso eficiente de la electricidad, con su consecuente ahorro, en núcleos de edificaciones residenciales multifamiliares. La idea es que las edificaciones residenciales multifamiliares deben ser diseñadas con características y tecnologías que las hagan eficientes energéticamente y que una vez construidas y ocupadas, les permita a sus habitantes poner en práctica técnicas de ahorro energético.

Para el Ing. Valderrama (2014) en Venezuela, no se puede analizar el problema desde el punto de vista económico debido a que el costo de la energía en Venezuela es ínfimo y cualquier análisis económico para una mejora energética resulta inviable, es decir, no se amortizaría en un tiempo razonable. Pero como el problema no es económico sino de supervivencia, los programas de eficiencia y ahorro de energía se deben implementar cada vez con mayor intensidad. Para efectos de este trabajo no se considerará el problema desde el punto de vista económico, sin embargo desde el punto de vista de la inversión que debe hacer el Estado Venezolano para poder suplir el crecimiento de la demanda, es evidente la necesidad del ahorro energético. Cabe resaltar que Venezuela tiene el mayor índice de Consumo de Energía Eléctrica per Cápita en América Latina. Gaceta Oficial 39694 (2011).

De acuerdo con El Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (2014), el Sistema Eléctrico Nacional (monopolio del Estado) tiene una capacidad instalada superior a 25 mil MW; en vista de que las fuentes de energía hidroeléctrica están todas

prácticamente desarrolladas, el Gobierno debe recurrir al desarrollo de nuevas plantas termoeléctricas utilizando combustibles fósiles, para poder suplir los aumentos en la demanda. Según el Ing. Valderrama (ob. cit), el crecimiento anual en promedio de la demanda, en Venezuela, es del 5% de la capacidad instalada; a precios internacionales de US\$ 1,3 millones por MW, se tiene que el Gobierno debe invertir alrededor de US\$ 1.625 millones anualmente, sólo en construcción de nuevas plantas termoeléctricas, sin considerar las ampliaciones en los sistemas de transmisión y distribución que este crecimiento implica. Si se pudiera lograr un ahorro energético sostenido de alrededor del 5%, esto retardaría esas inversiones, liberando recursos que podrían ser empleados en programas sociales necesarios para el crecimiento del país.

Este trabajo se desarrolla en capítulos, en el Capítulo 1 se expone el problema y la necesidad imperiosa de hacer uso eficiente de las energías en general y de la energía eléctrica en particular. También, se postulan los Objetivos, General y Específicos, se establece el Alcance del trabajo, su Justificación y la Factibilidad de su implementación.

En el Capítulo 2, se desarrolla el marco teórico-conceptual del uso eficiente de la energía eléctrica: se mencionan los antecedentes, definiciones y bases tecnológicas y técnicas de ahorro de energía eléctrica. También, se analiza el marco legal internacional y dentro de la legislación venezolana con respecto al uso eficiente de la energía eléctrica y al ahorro energético.

El Capítulo 3 se dedicó a la descripción de las instalaciones eléctricas en edificaciones residenciales multifamiliares en general. En este Capítulo se hace un recorrido por toda la instalación eléctrica desde el punto de conexión con la empresa que presta el servicio eléctrico en la zona, hasta los equipos que serán conectados.

El marco metodológico está desarrollado en el Capítulo 4. En este se diseña la planificación para la obtención de la información a partir de la elaboración de un esquema

de trabajo, apoyado en el proceso de investigación diseñado por Hernández, Fernández y Baptista (2006).

Los criterios de diseño para edificaciones residenciales multifamiliares, se desarrollaron en el Capítulo 5 y están basados en la aplicación de las técnicas de eficiencia energética como parte del diseño conceptual de las unidades de vivienda y de la incorporación de medios tecnológicos que obliguen y/o faciliten a los futuros habitantes de las edificaciones residenciales multifamiliares a hacer uso eficiente de las instalaciones que consumen energía.

Al cierre del trabajo, se presentan las conclusiones, producto de la investigación y consulta de la bibliografía seleccionada como soporte de los contenidos del mismo.

Capítulo 1.

EL PROBLEMA.

1.1. Descripción del Problema.

El uso de la energía eléctrica se ha extendido universalmente por las siguientes razones:

- a) Es un auxiliar indispensable en el desarrollo de las actividades del hombre.
- b) Se transforma fácilmente en otras energías como la lumínica, la mecánica, la térmica, entre otras.
- c) Puede ser transportada a grandes distancias con pérdidas controladas en forma segura y económica, lo que permite utilizarla en sitios muy distantes de los centros de generación.
- d) Representa una energía motriz económica en los centros industriales.
- e) Es la forma de energía más utilizada en todo el mundo, por su disponibilidad, seguridad y economía.

Con el pasar del tiempo el hombre ha buscado mejorar su condición de vida, aumentar el confort en todas y cada una de sus actividades, disminuir el tiempo requerido para las actividades que impliquen trabajo, de tal manera de aumentar la productividad y/o el tiempo para el disfrute y la recreación. Esto se ha logrado gracias al desarrollo tecnológico que brindan máquinas y aparatos que facilitan las diferentes actividades y disminuyen enormemente, el tiempo requerido para la realización de las mismas. Un porcentaje muy alto de estos equipos, que facilitan las actividades humanas, funcionan con electricidad. Para que estos funcionen perfectamente, las edificaciones deben contar con las instalaciones eléctricas necesarias, las cuales deben brindar seguridad, confiabilidad, flexibilidad, deben ser de fácil operación y mantenimiento, deben tener un costo inicial y

de funcionamiento razonable y deben llevar a valores mínimos su contribución a la contaminación ambiental y al efecto invernadero.

Las instalaciones eléctricas son las que le dan “vida” a toda edificación, bien sea de tipo comercial, de oficina, industrial, residencial, institucional, gubernamental, de recreación, vialidad entre otras. Una edificación con un diseño arquitectónico que satisfaga las necesidades de espacio, de funcionabilidad, de estética; con una estructura capaz de soportarla y soportar cualquier movimiento catastrófico; con instalaciones sanitarias, mecánicas y de seguridad de última generación; pero que no cuente con las instalaciones eléctricas para que los equipos instalados funcionen, es una edificación sin vida.

Para la Corporación Eléctrica Nacional, SA (Corpoelec) (s.f.), la empresa nacional de electricidad, el 62% de la energía eléctrica que se consume en Venezuela proviene de plantas de generación hidroeléctricas, el 35% de plantas termoeléctricas y, aproximadamente, un 3% es generada por grupos electrógenos distribuidos por todo el territorio nacional. En los últimos años, estos porcentajes han ido variando con la tendencia sostenida a aumentar la generación termoeléctrica al llegar a su máxima capacidad las fuentes de generación hidroeléctrica, a las prolongadas sequías que disminuyen la disponibilidad de generación hidroeléctrica y a la falta de mantenimiento preventivo y correctivo oportuno. La generación termoeléctrica, que utiliza combustibles fósiles, tiene un impacto muy negativo en el medio ambiente debido a su emisión de gases contaminantes, que contribuyen con el efecto invernadero y el agotamiento de los recursos no renovables.

Desafortunadamente Corpoelec tiene que recurrir cada vez más a la generación térmica debido, además de lo ya mencionado, al aumento de la demanda energética estimulada por las bajísimas tarifas (comparadas con otros países) que estimulan el consumo y su despilfarro, al incremento en la utilización de equipos eléctricos y

electrónicos, y a la falta de cultura hacia el ahorro de energía por parte de empresas tanto públicas como privadas y del público en general.

Para disminuir los efectos negativos inherentes a la generación termoeléctrica y en el uso de la energía eléctrica, se deben diseñar instalaciones energéticamente eficientes, que disminuyan significativamente el consumo eléctrico sin afectar su funcionamiento ni el confort de sus usuarios.

Ante esta situación surge la interrogante:

¿Cuáles son los criterios para el diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones Residenciales Multifamiliares, que deben ser considerados por estudiantes y profesionales?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Formular criterios para el diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- a) Identificar los equipos que usen electricidad para su funcionamiento, localizados en las unidades de viviendas y en las áreas comunes que conforman las edificaciones residenciales multifamiliares.
- b) Determinar los criterios de diseño para las instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares.

1.3. Alcance.

El presente trabajo tiene como finalidad establecer los Criterios para el Diseño de Instalaciones Eléctricas Energéticamente Eficientes en Edificaciones Residenciales Multifamiliares persiguiendo la mínima contribución de dichas instalaciones a la contaminación ambiental y al efecto invernadero.

El problema no se tratará desde el punto de vista económico porque el bajísimo costo de la energía eléctrica en Venezuela hace inviable cualquier mejora que se quiera implementar. Esta es una distorsión que se deberá corregir en el futuro.

1.4. Justificación.

La destrucción indiscriminada de bosques, la emisión de anhídrido carbónico (CO₂) a la atmósfera producto de la quema de combustibles fósiles (carbón, gasolina, diesel, gas) y la emisión de vapor de agua producto de las plantas nucleares entre otras, están contribuyendo con el efecto invernadero lo que trae como consecuencia el aumento de la temperatura, cambios climáticos, agotamiento de los recursos no renovables, lo que a su vez origina una crisis energética, a nivel mundial, afectando la permanencia de los seres vivos. Es por esta razón que se debe prevenir el incremento del efecto invernadero y así garantizar la vida en la tierra, con condiciones ambientales confortables y seguras. Todos los pobladores del planeta deben trabajar en pro de aumentar el rendimiento de la energía, disminuir la tala indiscriminada, sustituir la energía no renovable por la renovable, lo que disminuye grandemente la liberación de CO₂ a la atmósfera y por ende la disminución de los efectos antes mencionados.

En Venezuela, la situación es más compleja aun, debido a las prolongadas sequias, a la falta de mantenimiento de los equipos existentes en el sistema interconectado nacional, al aumento de la demanda energética, a las bajas tarifas que estimulan el consumo y el

despilfarro, al incremento en el uso de equipos eléctricos, a la falta de cultura hacia el ahorro de energía, factores que han ocasionado la escasez de energía eléctrica, el racionamiento de energía y la suspensión de energía no programada que afecta a toda la población, sin excepción de simpatía política, capacidad financiera, posición social o actividad económica. Por esta razón, surge la imperiosa necesidad de diseñar las instalaciones eléctricas energéticamente eficientes, de ahorrar energía disminuyendo así los racionamientos que se están llevando a cabo en todas las ciudades del país, porque perturban la funcionabilidad y confort en las edificaciones residenciales, el desempeño laboral de las empresas privadas, públicas, industriales, comerciales, educacionales entre otros. Considerando que la electricidad no puede ser almacenada, y que al fallar ocasiona la falta de agua por bombeo, la paralización de los comercios, industrias, sistema telefónico, sistemas de computadoras, puntos de venta, la circulación vehicular colapsa, las personas sienten temor, y muchas otras consecuencias negativas para nuestro desempeño, se justifica la elaboración de este trabajo de investigación, con la finalidad de instruir a los estudiantes y profesionales de la Arquitectura, la Ingeniería y las profesiones afines, sobre los criterios que se deben seguir para el diseño de las instalaciones eléctricas energéticamente eficientes, en edificaciones residenciales multifamiliares específicamente, en pro de una mejor calidad de vida.

1.5. Factibilidad.

Para el desarrollo de esta investigación se cuenta con los recursos necesarios, considerando entre ellos, al investigador, tutor académico, tutor metodológico, la información, el conocimiento, las ideas, bibliografía, experiencia y habilidades necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto, así como todos aquellos materiales y equipos como el computador, software, material de escritorio, dispositivos,

material de oficina, entre otros. En relación a la inversión económica para llevar a cabo las actividades o procesos de este estudio y su presentación, ésta será asumida por el investigador.

Capítulo 2.

MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes.

El ahorro de energía y el mejoramiento ambiental son dos temas que han cobrado gran importancia en los últimos tiempos, pero lo más importante es que están íntimamente ligados, y el mejoramiento de uno de ellos repercutirá necesariamente en el otro.

Dada la situación energética nacional y mundial, se detecta la enorme, urgente e impostergable necesidad de desarrollar planes efectivos para el ahorro de energía en todos los sectores sociales. En este sentido, encontramos antecedentes tanto en el ámbito Nacional e Internacional relacionados con el tema de este trabajo de investigación, los cuales darán sustento al mismo.

Al respecto en el ámbito Internacional Giménez (2011) expresa en la introducción lo siguiente:

A raíz de la primera crisis energética mundial que tuvo lugar en el año 1973, debida esencialmente al encarecimiento del precio del petróleo, se toman las primeras medidas encaminadas a reducir los consumos energéticos de los edificios, mediante el uso de las normativas existentes y regulación energética de las técnicas constructivas.

Como respuesta a esta situación y como medio para dar una solución a todos estos problemas, se abren desde una perspectiva internacional grandes protocolos destinados tanto a la reducción de emisiones de CO₂, como con la sostenibilidad del planeta. (p. 03)

La autora plantea como objetivo general de su investigación: *“objetivo general y principal de la presente investigación es demostrar experimentalmente que se pueden conseguir mejoras en la eficiencia energética de edificios mediante el uso de vidrios dinámicos, en especial en los vidrios con cámara de agua en circulación”.* (p. 109)

Durante el proceso de investigación de este trabajo, la autora llega a una serie de conclusiones en diferentes aspectos, entre ellas se puede mencionar las más resaltantes de las conclusiones generales:

- *Se ha alcanzado el objetivo principal de la tesis, es decir, que se ha demostrado experimentalmente que se pueden conseguir mejoras en la eficiencia energética de los edificios mediante el uso de un vidrio dinámico del tipo con cámara de agua en circulación.*
- *La mejora energética se sitúa esencialmente en el campo de la captación solar, permitiendo un control de la misma y un aprovechamiento complementario del calor excedente en ciclo de invierno.*
- *La utilización del vidrio con cámara de agua circulante amplía la libertad de diseño del arquitecto permitiendo la utilización de grandes superficies acristaladas sin comprometer por ello la eficiencia energética. (p. 343)*

El trabajo de Giménez afirma que en cualquier edificación, dependiendo de la superficie acristalada que se tenga, la selección adecuada del vidrio y del sistema de ventana que se usará puede influir significativamente en la disminución de la carga térmica, lo que se traduce en eficiencia energética puesto que al disminuir la carga térmica los requerimientos de aire acondicionado disminuyen y por ende disminuye la energía eléctrica que estos consumen.

Jadraque (2011) en la investigación titulada “*Uso de la energía solar fotovoltaica como fuente para el suministro de energía eléctrica en el sector residencial*”, expone en la introducción lo siguiente:

Los edificios residenciales en España son responsables del 10% del consumo total de energía (...)

Los hábitos de los consumidores hacen que se demande un grado de confort térmico cada vez mayor, que provoca un aumento del consumo relacionado con la climatización del edificio. (p. 09)

En esta investigación, el autor llega a las siguientes conclusiones:

La importancia que tiene en el consumo de energía eléctrica la edificación residencial, justifica el desarrollo de modelos que permiten obtener la estructura por uso (climatización, electrodomésticos, iluminación, agua caliente sanitaria, (...)) de dicho consumo.

El desarrollo de modelos energéticos puede desempeñar una función primordial a la hora de evaluar el efecto de políticas destinadas a la conservación de la energía y el impacto que ocasionaría cambios en la eficiencia energética de los aparatos de consumo eléctrico.

Por último, conociendo el consumo energético de una vivienda, estos modelos permitirían evaluar el efecto provocado, en dicho consumo, por modificaciones en el aislamiento térmico. (p. 174)

El desarrollo del modelo al que hace referencia la autora en las conclusiones, permitirá abordar el diseño de las instalaciones eléctricas de tal manera de enfocarse en los aparatos presentes en las edificaciones residenciales que presentan un mayor consumo energético y que al ser revisado y modificado con criterio de eficiencia permitirá obtener reducciones significativas en el consumo eléctrico, sin detrimento del confort.

En el ámbito Nacional, Siem y Sosa (2011) en los antecedentes del trabajo presentado en la Trienal de investigación titulado “*Auditoría energética de una edificación universitaria patrimonial. Caso de estudio: Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela* hacen referencia al peso económico del alto consumo energético no por el consumo en sí, sino por las consecuencias:

(...) el consumo de energía significa la liberación hacia la atmosfera de importantes cantidades de gases de combustión (CO₂, CO, SO₂”, NOX, HC) con efectos colaterales sobre la salud y el calentamiento global como consecuencia del efecto invernadero de estos gases.

Dentro de la línea de investigación del Área de Habitabilidad de las Edificaciones del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC-FAU-UCV, el estudio del confort y de la eficiencia energética de las edificaciones ocupa un lugar muy importante dentro de sus objetivos.

De acuerdo a organismos internacionales de política energética, la adopción de medidas de uso racional permite ahorrar hasta 30% de la factura anual, contribuyendo al mismo tiempo con la reducción de producción de gases de invernadero. (p. 2)

Como ya se comentó, el costo de la energía eléctrica en Venezuela es muy bajo, y como comentan los autores el mayor costo del consumo indiscriminado de energía es producido por los gases que se lanzan a la atmosfera cuando se produce electricidad en centrales termoeléctricas que utilizan combustibles fósiles. De esta manera se puede observar cómo ha cambiado el clima en las distintas regiones del país, ya las montañas no son tan frías, en algunas zonas se producen lluvias torrenciales, el inicio de las lluvias que

se daban en Venezuela ya no se pueden predecir afectando los cultivos y las cosechas entre otras cosas.

Esta auditoría dio como resultado tres recomendaciones clasificadas en función del tiempo y de los costos asociados.

Nivel 1: Implica acciones inmediatas vinculadas a cambios en los hábitos de los usuarios y/o reorganización de los recursos tal como horarios de encendido y apagado de los equipos y luminarias. No requiere inversión económica. (p. 16)

Nivel 2: Involucra costos o inversiones bajas o intermedias; está vinculado a acciones de remodelaciones sencillas, de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado o reemplazo de equipos menores (bombillos y/o luminarias ahorradoras de energía) e instalación de controladores de encendido y apagado de equipos. (p. 18)

Nivel 3: Involucra costos o inversiones importantes; está vinculado a modificaciones relevantes en los componentes arquitectónicos e instalaciones, reemplazo de equipos por otros con mayor eficiencia, uso de nuevas tecnologías de control y monitoreo de las instalaciones. (p. 19)

La primera recomendación se relaciona con el ahorro de energía, práctica que no requiere inversión económica y que al ser implementada disminuye el consumo eléctrico; las siguientes recomendaciones están orientadas a la realización de cambios en la instalación, en diferente medida, con la intención de convertirla en una instalación energéticamente eficiente.

2.2. Bases Teóricas.

El presente trabajo trata sobre los criterios para el diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares. La eficiencia energética es un tema discutido, mundialmente, en los últimos años por su importancia a nivel ambiental. Por esta razón se revisarán algunos términos relacionados con el tema, entre ellos se tienen: eficiencia energética, instalación eléctrica, instalaciones eléctricas energéticamente eficientes, impacto ambiental, vivienda multifamiliar, consumo eléctrico,

efecto invernadero, ahorro energético, racionamiento eléctrico, electrodomésticos, iluminación, entre otros.

2.2.1. Eficiencia Energética.

La energía eficientemente utilizada es sinónimo de racionalidad, de conciencia, de valor. Cualquiera que sea el tipo de energía que se quiera utilizar, debe hacerse teniendo presente las consecuencias positivas o negativas, que esto acarrea. En los últimos años se ha hablado de la eficiencia energética y se han dado a conocer las consecuencias del mal uso de la misma. Si se quiere vivir en un mundo con calidad de vida y heredarlo a los hijos se debe hacer uso eficiente de la energía.

En este sentido Villalobos, N., en Siem, G., Hobaica, M. E., Nediani, G., Sosa, M.E., Villalobos, E. y Abreu, M.A. (IDEC-FAU-UCV) (2002) se refiere a la eficiencia energética como:

Sacarle el máximo provecho a nuestros equipos eléctricos usándolos de la forma más adecuada, combinando criterios técnicos con la racionalidad individual, es hacer un eficiente uso de la electricidad, lo cual conduce a otorgar un valor intrínseco a esta fuente energética, además de reconocer un recurso poco estimado en nuestro ambiente: la conservación, y uso eficiente de la energía, de la electricidad. (p. s/n)

En esta misma guía, definen la eficiencia energética como *“Obtener el mayor rendimiento con el menor consumo de energía. Por ejemplo, bombillos que producen el mismo nivel de iluminación con menor consumo de electricidad”* (p. 109).

El Centro de Promociones de Tecnología Sostenible (2005), define la eficiencia energética como *“(…) habilidad de lograr objetivos productivos empleando la menor cantidad de energía posible”* (p. 9).

Rey y Velasco (2006) señalan lo siguiente:

La sociedad actual necesita, para mantener su nivel de vida y de confort, un alto consumo energético. Por tanto, el reto consiste en buscar el desarrollo sostenible, manteniendo el nivel

de actividad, de transformación y de progreso, pero ajustando las necesidades a los recursos existentes y evitando el derroche energético. (p. XV)

De igual manera indican que la eficiencia energética se puede aumentar en el sector residencial mejorando: los electrodomésticos, la envolvente del edificio, el rendimiento de la calefacción y los aires acondicionados, y la iluminación.

Por otra parte Cáceres (s.f.) en su presentación Eficiencia Energética y Aplicaciones de la Energía Solar indica que:

Eficiencia Energética es el conjunto de acciones que permiten el ahorro de energía en todos sus tipos: eléctrica, térmica, etc.

Es la habilidad de lograr objetivos empleando la menor cantidad de energía posible. Es la capacidad de alcanzar los mayores beneficios en el uso final de la energía con el menor impacto sobre el medio ambiente. (p. s/n)

La Asociación de fabricantes de Material Eléctrico (AFME) (2010) indica que:

Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), la eficiencia energética es el conjunto de programas y estrategias para reducir la energía que emplean determinados dispositivos y sistemas, sin que se vea afectada la calidad de los servicios suministrados. (p.15)

La Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía publicada en la Gaceta Oficial N° 39.823 (2011) define la Eficiencia Energética como: “...la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos”. (p. 5)

2.2.2. Ahorro Energético.

El ahorro energético consiste en usar los equipos que requiera energía eléctrica para su funcionamiento con eficiencia, obteniendo los mismos resultados y satisfacción. Con la práctica del ahorro energético se logra disminuir los costos asociados al consumo eléctrico, los requerimientos de energía y por ende la emanación a la atmosfera de gases de efecto invernadero.

En el presente trabajo de investigación, los equipos o aparatos involucrados en el ahorro energético son los presentes en una edificación residencial multifamiliar y serían la iluminación, los equipos de acondicionamiento de aire, calentadores de agua, los electrodomésticos, los motores (ascensores, extractores, inyectores), las bombas y los equipos de vigilancia y seguridad.

Cammarata (2011) define el ahorro de energía de la siguiente manera: *“El ahorro energético, también denominado ahorro de energía o eficiencia energética, consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir el uso de energía, aunque sin que por ello se vea resentido el resultado final”*.

Por otra parte Sebastián (2008) en el Plan de Ahorro de Energía, planteó 31 medidas, en 4 ámbitos responsables del consumo de energía en España: sector transporte con un consumo del 40% de la energía, sector industrial con un consumo del 30%, sector residencial con el 17%, el sector terciario con el 9 % y por último el sector agrícola con el 4%.

Las 31 medidas las clasifica, a su vez, en cuatro (4) líneas de acción: actuación transversal, movilidad, edificios y ahorro eléctrico.

De ellas, para efectos de esta investigación se considera relevante la información relacionada con el ahorro eléctrico. Al respecto expone que una de las medidas de ahorro de energía a mediano y largo plazo que contribuiría con la disminución del consumo eléctrico en el caso de edificios residenciales, estaría representada por la sustitución de los bombillos incandescentes, que son altamente ineficientes por bombillos de alta eficiencia.

En Venezuela, el gobierno ya puso en práctica la sustitución de los bombillos incandescentes, solo faltaría retirarlos del mercado para acatar la disposición gubernamental de la eliminación total de bombillos con potencia mayor o igual a 25 w para el segundo semestre de 2016, como lo establece la Resolución publicada en la Gaceta

Oficial N° 40.370 (2014, p. 409.927) . Estas consideraciones soportan la elaboración de propuestas que deben ser tomadas en cuenta por los diseñadores para garantizar el uso de bombillos altamente eficientes en las edificaciones residenciales multifamiliares, lo que disminuirá considerablemente el consumo eléctrico atribuible a la iluminación.

Coll, Eguren, González, Kuster, Mussari, Kwater, Derra, Kokollo, Fernández y Roccazzella (s.f.) al igual que Sebastián (ob. cit), se refieren a la disminución significativa del consumo eléctrico en residencias, con solo sustituir los bombillos incandescentes por bombillos de bajo consumo “*Sin cambios en la eficacia, el consumo de energía para la iluminación en el año 2010 sería de 8.850 GWh con la introducción de lámparas de bajo consumo, el potencial técnico de ahorro sería del orden de 3.540 GWh*”. También acota la diferencia tan grande que existe en los costos de ambos bombillos. En el caso venezolano, el bombillo de bajo consumo eléctrico cuesta 8 veces más que el incandescente, lo que representa un obstáculo para que los usuarios los adquieran por sus propios medios. Asimismo, Coll et al. (ob. cit), se refiere a las nuevas generaciones de equipos de refrigeración, cuyo consumo ha disminuido, en KWh, lo cual representa un elemento a considerar en el momento de formular criterios para el diseño de las instalaciones energéticamente eficientes. Esto es cierto para todos los equipos con motores, ya que actualmente se están fabricando motores mucho más eficientes y los equipos que los tienen, poseen una etiqueta especial que los identifica como tales.

Valenzuela (2010) establece que siendo eficientes y moderados en el uso de los materiales de construcción, en el consumo de energía y en los espacios construidos se logrará una Arquitectura Sostenible. Afirma que el consumo eléctrico en el sector vivienda y de servicio está contemplado entre el 40 y 50 % en los países de la Comunidad Económica Europea dependiendo de la industrialización de los mismos. Valenzuela se refiere a que la complejidad técnica de los edificios para viviendas es la causa de la poca

discusión sobre la regulación y certificación energética. Asimismo indica que según el Departamento de Energía de los Estados Unidos, la categoría de Eficiencia Energética conlleva el monitoreo de la utilización de la energía, diseñar y construir edificaciones eficientes, el uso de electrodomésticos con bajo consumo de energía, la utilización de energía renovable y una serie de estrategias innovadoras.

De acuerdo con lo expuesto por los autores antes mencionados se puede inferir que el ahorro energético viene dado por la práctica en el uso de las instalaciones eléctricas y de los equipos que utilizan electricidad para funcionar.

2.2.3. Efecto Invernadero.

Sosa y Siem (2012) exponen que el efecto invernadero:

Se origina porque la energía que llega del sol, al proceder de un cuerpo de muy elevada temperatura, está formada por ondas de frecuencias altas que traspasan la atmósfera con gran facilidad. La energía remitida hacia el exterior, desde la Tierra, al proceder de un cuerpo mucho más frío, está en forma de ondas de frecuencias más bajas, y es absorbida por los gases, resultando en una elevación de la temperatura del aire. Se aplica esta expresión para las edificaciones con techos o paredes de materiales translúcidos que no tienen un adecuado sistema de expulsión del calor. (p. 130)

Corpoelec (s.f.) se refiere a los gases de efecto invernadero (GEI) según lo siguiente:

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el promedio mundial del calentamiento de los últimos 50 años se debe muy probablemente, en su mayor parte, a los aumentos de GEI generados por las actividades humanas, principalmente debido a las emisiones en el suministro de energía, los procesos industriales, el transporte y los edificios residenciales y comerciales y es probable que, en promedio para cada continente (excepto la Antártida), esté teniendo lugar un calentamiento notable inducido por los seres humanos.

Se estima que el aumento de la temperatura promedio del planeta tierra ha tenido efectos negativos en la agricultura, en la proliferación de incendios forestales, la diseminación de plagas y enfermedades infecciosas perjudiciales para las plantas, para el ser humano y para otros animales, así como la proliferación de polen alergénico, entre otros problemas de diversa índole.

Asimismo, muy probablemente el incremento de las emisiones y concentraciones de los GEI, generaría una proliferación de fenómenos meteorológicos extremos, como por ejemplo, mayor riesgo de inundaciones y el incremento de tormentas, huracanes y ciclones en regiones antes libres de estos fenómenos.

Además de los efectos sobre el calentamiento global de los GEI, en particular del CO₂, otros gases y partículas liberadas por efectos de la combustión de los combustibles fósiles empleados para la generación de energía en sus diversas formas afectan al ambiente y desde luego a toda la vida en la tierra. (p. 8)

El efecto invernadero es de suma importancia para la vida en el planeta tierra, pues mantiene la temperatura en niveles adecuados. Si no estuviera presente, la temperatura descendería tanto que sería imposible la vida tal como la conocemos. Sin embargo en la actualidad los niveles de gases que producen el efecto invernadero han aumentado tanto que están dando origen a alteraciones del clima, produciendo periodos de sequía más largos en unas zonas y en otras ha provocado inundaciones. Este incremento del efecto invernadero es producto de las emisiones descontroladas de gases a la atmósfera, provenientes de la combustión de materiales fósiles como el carbón, petróleo, gas (quema indiscriminada, plantas termoeléctricas, vehículos), a las moléculas de vapor de agua (calderas, plantas nucleares) y a las moléculas de metano producto de la putrefacción de la materia orgánica. Si se quiere un planeta para la vida es urgente disminuir la emisión de estos gases a la atmósfera.

La Organización Mundial de la Salud (2014) publica un artículo donde la alerta sobre efectos del cambio climático e insta a los Gobiernos a reducir la emisión de gases de efecto invernadero:

La Organización Mundial de la Salud (OMS) advirtió que el cambio climático es una amenaza para la salud, ya que propicia ciertas enfermedades, e instó a los Gobiernos a ponerse de acuerdo para reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

Según la OMS, el cambio climático podría causar 250.000 muertes al año a partir de 2030, como consecuencia, entre otras cosas, de la malnutrición, el paludismo o la diarrea.

“Las pruebas son indiscutibles: el cambio climático amenaza a la salud del ser humano”, declaró la directora general de la OMS Margaret Chan, al abrir en Ginebra la

primera conferencia mundial sobre salud y clima de tres días, en la que participan más de 300 expertos para debatir las consecuencias que el cambio climático está teniendo en la salud pública mundial.

El profesor Alistar Woodward, uno de los autores del informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, estimó que el mundo se dirige actualmente hacia un calentamiento del planeta de cuatro grados a fines de este siglo y no de dos grados.

Para él, si los Gobiernos se pusieran de acuerdo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se podrían salvar dos millones de vidas al año.

Por su parte, la doctora María Neira, directora de la OMS para la salud pública y el medio ambiente, explicó que la contaminación del aire causa actualmente siete millones de muertes prematuras al año.

Si reducimos las emisiones de gas de efecto invernadero, disminuirémos al mismo tiempo la contaminación del aire y las enfermedades cardiovasculares y respiratorias”, declaró Neira.

2.2.4. Desarrollo Sustentable.

La definición de Desarrollo Sustentable contemplada en La Ley Orgánica del Ambiente, Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.833 en el artículo 3 dice:

Proceso de cambio continuo y equitativo para lograr el máximo bienestar social, mediante el cual se procura el desarrollo integral, con fundamento en medidas apropiadas para la conservación de los recursos naturales y el equilibrio ecológico, satisfaciendo las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las generaciones futuras. (P. 12)

El desarrollo Sustentable se logra cuando el ser humano interviene el medio ambiente con el mínimo impacto ambiental y tomando acciones que garanticen la vida sobre el planeta en condiciones óptimas. Cuando se desarrollan las plantas generadoras de electricidad tales como las hidroeléctricas, termoeléctricas, eólicas, se busca satisfacer la necesidad de energía eléctrica que se incrementa cada día por los avances tecnológicos. Sin embargo, estos desarrollos producen alteraciones significativas en el medio ambiente, por lo que es fundamental diseñar instalaciones energéticamente eficientes buscando disminuir

los requerimientos de energía y así lograr desarrollos tecnológicos con el mínimo daño al medio ambiente.

2.2.5. Impacto Ambiental.

La Ley Orgánica del Ambiente (ob. cit) define Impacto Ambiental como: “*Efecto sobre el ambiente ocasionado por la acción antrópica o de la naturaleza*” (p. 12).

Todas las actividades realizadas por el ser humano, sobre el medio ambiente, causan impacto. Las diferentes formas de generación de energía eléctrica producen daños al medio ambiente, en diferente medida, por ello se debe tratar de generar electricidad de tal manera de causar la menor afectación posible. Asimismo, al ahorrar energía estamos disminuyendo el impacto ambiental que su generación produce.

En Sosa et al, (ob cit), definen impacto ambiental como: “*(...) modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*” (p. 132).

Según la Real Academia Española (2001) es el “*Conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente de una modificación del entorno natural, como consecuencia de obras u otras actividades.*”

El impacto ambiental se produce cuando el ser humano interviene el medio ambiente. Esta intervención puede tener consecuencias positivas o negativas, pueden tener repercusiones inmediatas o a largo plazo, pueden ser de gran magnitud o mediana magnitud; lo que debe prevalecer es minimizar el impacto ambiental para tener un planeta sano y con larga vida. Los nuevos requerimientos de energía eléctrica para viviendas, industrias, comercios; el uso indiscriminado de la energía y las bajas tarifas hacen necesaria la construcción de nuevas plantas generadoras con su consiguiente impacto ambiental.

La construcción de las plantas hidroeléctricas provocan el desplazamiento de la fauna, la flora desaparece cuando son inundadas grandes extensiones de tierra; las plantas termoeléctricas emiten gases que aumentan el efecto invernadero, generan altos niveles de ruido que perturban a los seres humanos y a los animales, consumen recursos no renovables, y los parques eólicos ocupan grandes extensiones de terreno, generan ruido y provocan la muerte de las aves que se estrellan contra las aspas. No hay que olvidar que toda la energía que se produce hay que transportarla a través de grandes distancias para lo cual se requiere la construcción de estructuras, líneas de transmisión y subestaciones con su consiguiente impacto ambiental.

2.2.6. Viviendas Multifamiliares.

En la Ordenanza de Reforma de la Ordenanza del Plan de Desarrollo Urbano Local de la Ciudad de Barquisimeto PDUL (2003), se define la Vivienda Multifamiliar como:

Edificación constituida por tres (3) o más unidades de vivienda dispuestas de forma vertical con servicios comunes requeridos por las mismas, tales como: accesos, circulaciones horizontales y verticales, estacionamiento, disposición de basura, así como las instalaciones de agua, cloacas, electricidad, teléfono y gas. (p. 82)

El Código Eléctrico Nacional, Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento (Covenin) 200:2004 (2004), define la Vivienda Multifamiliar (Dwelling, Multifamily). “*Inmueble que contiene tres o más unidades de vivienda.*” (p. 9).

Por otra parte Paullo, Cutimbo, Ramos, Barbachan, Lazo y Vargas (2009), docentes de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes expusieron que la Vivienda Multifamiliar es un “*Edificio que consta de varias unidades de vivienda en una sola edificación y donde el terreno es de propiedad común*” (p. 2).

El agotamiento de los suelos urbanos, la necesidad de proveer a la población de unidades de vivienda, el ritmo de vida acelerado, los requerimientos de comodidad y confort, son políticas que han llevado al diseño de Edificaciones Residenciales Multifamiliares.

Estas edificaciones son el resultado de la construcción de varias viviendas, en una misma edificación sobre un terreno común. En este tipo de edificación, la responsabilidad, el uso y disfrute de las áreas comunes son compartidas por todos los habitantes. Las áreas comunes están conformadas por: las fachadas, el estacionamiento, área recreacional, área deportiva, área de circulación, áreas verdes, áreas para escaleras, área de ascensores, área para los equipos de bombeo de aguas blancas y/o residuales, área de tanques de agua, área para equipos como inyectores y extractores, área social, área para electricidad, área de depósito de basura, área de combustible (gas).

En este tipo de edificaciones la electricidad es necesaria para que funcionen:

- a) Las instalaciones sanitarias: las bombas de achique, las bombas de aguas servidas, las bombas de agua potable.
- b) Las instalaciones mecánicas: los ascensores, las escaleras mecánicas, los aires acondicionados, los sistemas de extracción e inyección de aire.
- c) Las instalaciones de seguridad: las bombas contra incendio, el sistema de presurización de escaleras y ascensores, y el sistema de detección y extinción de incendio.
- d) Las instalaciones eléctricas propiamente dichas: El funcionamiento de la gran variedad de electrodomésticos (cocinas, calentadores, refrigeradores, equipos de TV, sonido, entre muchos otros), del aire acondicionado, del alumbrado necesario en las viviendas, pasillos, sótanos, áreas deportivas, áreas recreacionales, áreas de estacionamiento, vialidad.

e) Las señales voz y data (telefonía e internet).

Todos estos elementos deben ser considerados al momento de diseñar una instalación eléctrica energéticamente eficiente, y así contribuir a la disminución del impacto ambiental y del efecto invernadero y a su vez a la disminución de los costos inherente al consumo eléctrico, por lo que se requiere de la determinación de criterios que conjuguen estos objetivos.

2.2.7. Consumo Eléctrico de una Edificación.

El consumo eléctrico de una edificación es el valor que registra el medidor, o los medidores, de energía ubicado en la fachada del inmueble, en un lapso de tiempo. Este valor es leído por el lector de la empresa que presta el servicio eléctrico en la zona y se traduce en el costo que se refleja mensualmente en el recibo de electricidad. Es precisamente este valor el que se debe minimizar para poder afirmar que se tiene un ahorro de energía.

Cuando se disminuye el consumo eléctrico, modificando los hábitos en el uso de los equipos y se toman en cuenta las especificaciones técnicas de los nuevos equipos que se adquieran, de tal manera que sean altamente eficientes, se habla de eficiencia energética y de ahorro energético; de allí la importancia de conocer estos valores.

En la actualidad, Corpoelec y las empresas fabricantes de equipos eléctricos, sobre todo los electrodomésticos están suministrando folletos con tablas de consumo eléctrico de los mismos. Estas tablas son de fácil manejo y permiten planificar el uso que se les dará a dichos equipos.

Sosa y Siem, (s.f), se refieren a las condiciones que determinan el consumo eléctrico de los equipos usados en las viviendas y oficinas:

Cada uno de los aparatos eléctricos que se usan en la vivienda y en la oficina consume diferentes cantidades de energía dependiendo de su eficiencia energética, de la frecuencia de uso y de las condiciones de utilización. Los equipos que poseen resistencias eléctricas convierten la electricidad en calor y consumen mucha energía. (p. 22)

Corpoelec (ob. cit) en El Simulador de Consumo en Línea para Usuarios permite hacer cálculos de consumo eléctrico de una vivienda.

En internet se pueden conseguir infinidad de tablas y simuladores que le permiten hacer al consumidor un cálculo bastante aproximado de su consumo en función del tiempo.

El diseño de instalaciones energéticamente eficientes y la práctica del ahorro de energía contribuyen con la disminución del consumo eléctrico.

2.2.8. Las Instalaciones Eléctricas.

Se puede afirmar que una instalación eléctrica es aquella que permite la conexión de cualquier equipo o artefacto que requiera electricidad para su funcionamiento. Todas las instalaciones eléctricas deben brindar seguridad, confiabilidad, flexibilidad, deben ser de fácil operación y mantenimiento, deben tener un costo inicial y de funcionamiento razonables, tal como se comentó anteriormente. Las instalaciones eléctricas se encargan de suministrar y distribuir la energía eléctrica dentro de cualquier tipo de edificación, urbanismo o ciudad, es por ello que son determinantes para su funcionamiento.

Soto (s.f.) define las instalaciones eléctricas como:

Conjunto de elementos los cuales permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos dependientes de esta. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos, sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones, y soportes. (p. s/n).

La adecuada selección de todos los elementos que conforman la instalación eléctrica, el diseño de las instalaciones con base en las normas, especificaciones y recomendaciones técnicas permitirá contar con instalaciones eficaces más no eficientes.

2.2.9. Instalaciones Eléctricas Energéticamente Eficientes.

Según el Ing. Valderrama (ob. cit):

Las Instalaciones Eléctricas Energéticamente Eficientes, son las que cumplen con toda la normativa vigente, le brindan al usuario satisfacción y confort, son construidas y mantenidas a bajo costo, su utilización tiene una mínima contribución al efecto invernadero, es la que afecta menormente a los recursos no renovables y es la que el costo asociado a su utilización frente al beneficio es mínimo.

Algunos de los beneficios de contar con instalación, energéticamente eficiente son:

- *Disminución de la emisión de CO2 a la atmósfera, con lo cual se disminuye el efecto invernadero y por ende el calentamiento global.*
- *Disminución del uso de los recursos no renovables.*
- *Minimizar el impacto ambiental producido al instalar nuevas plantas generadoras de electricidad bien sea: hidroeléctrica, termoeléctricas o eólicas.*
- *Minimizar las interrupciones del servicio eléctrico y los cortes programados, que se han presentado en los últimos años, bien sea por fallas en la generación, transmisión y/o distribución de energía, por falta de mantenimiento en los equipos, por efectos climáticos o porque la demanda de energía supera a la generación”.*

Por otra parte Carasso en AFME (2010), afirma que:

(...)Europa ha adoptado la eficiencia energética como el principal pilar en el que apoyarse para cumplir con los objetivos marcados en materia de política energética: el 20% de reducción en el consumo energético, el 20% de reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero y el 20% de incremento en el uso de energías renovables; son los tres grandes hitos a cumplir en el año 2020, resumidos en el famoso 20-20-20. (p. 7).

Esta política energética que ha adoptado la Comunidad Europea se debe a los altos costos de la energía producida usando combustibles no renovables y a la concientización respecto al impacto ambiental y el efecto invernadero. Caso contrario ocurre en Venezuela, donde el bajo costo de los electrodomésticos, la carencia de cultura con respecto al ahorro

de energía y la congelación de las tarifas eléctricas desde el año 2.002, contribuyen con su uso indiscriminado generando un incremento en el consumo eléctrico, razón por la cual, Chacón (2013) presentó la siguiente declaración “*El gobierno tiene previsto presentar el nuevo modelo tarifario del servicio eléctrico para enero de 2014 (...)*”

En Barquisimeto, hace pocos años, era común ver edificaciones públicas y privadas con todas sus luces encendidas las 24 horas del día, tal como se muestra en las Figuras 1, 2, 3, y 4 que fueron tomadas un día domingo:



Figura 1. Edif. Nacional, Barquisimeto
01-11-09.
Fuente: El autor.



Figura 2. Banco Industrial de
Venezuela. 01-11-09.
Fuente: El autor.



Figura 3. Intercomunal Barquisimeto-
Cabudare. 01-11-09.
Fuente: El autor.



Figura 4. Cancha deportiva.
Urb. Obelisco. 01-11-09.
Fuente: El autor.

Actualmente se puede observar en algunas edificaciones que se mantiene esta situación, aunque los entes gubernamentales y la empresa privada están trabajando en crear la cultura del ahorro energético tal como se observa en la publicidad televisada y escrita.

También, y como ejemplo, al hacer un recorrido por las zonas residenciales, se pueden observar la gran cantidad de equipos de climatización que se han instalado y que aparentemente no fueron considerados en el diseño inicial, lo que se evidencia en las intervenciones de las fachadas de las edificaciones, tal como se muestran en las Figuras 5 y 6.



Figura 5. Edif. Residencial Multifamiliar.
Av. Leones 01-11-09.
Fuente: El autor.



Figura 6. Edif. Residencial Multifamiliar. Av. Lara.01-11-09.
Fuente: El autor.

Sosa et al (ob. cit) se refieren a las instalaciones eléctricas energéticamente eficientes de acuerdo con lo siguiente:

Para el mejor aprovechamiento de las instalaciones y de los equipos eléctricos, el diseño arquitectónico debe considerar y promover los siguientes aspectos:

- *Aprovechamiento óptimo de la iluminación natural y de la iluminación artificial.*
- *Utilización de tecnologías novedosas comprobadas.*
- *Buena distribución espacial de las fuentes de luz y de los tomacorrientes.*
- *Adecuación de las instalaciones y equipos eléctricos a las tareas que se llevarán a cabo en cada uno de los espacios.*
- *Uso de equipos energéticamente eficientes.* (p. 104).

Imergia (s.f) señala que “...la relación entre los bienes y servicios producidos y el coste energético eléctrico, para mejorar la eficiencia de una empresa...” implica:

- *Aumentar y/o mejorar bienes y servicios producidos.*
- *Disminuir el coste eléctrico”.* (p. s/n.)

2.2.10. Factor de Potencia (Cos Φ).

Sustenta (2014) señala que:

El factor de potencia (FP) es la relación entre la potencia activa (P) y la potencia aparente (S) y está determinado por el tipo de cargas conectadas a la instalación, siendo las cargas resistivas las que tienen un factor de potencia próximo a la unidad. Al introducir cargas inductivas y reactivas, el factor de potencia varía retrasando o adelantando la fase de la intensidad respecto a la de la tensión. Corpoelec, según Resolución 075 del 10/06/11, penaliza a las empresas con Factores de Potencia inferiores a 0,9.

La potencia reactiva es la consumida por los motores, transformadores y todos los dispositivos o aparatos eléctricos que poseen algún tipo de bobina para crear un campo electromagnético. Esas bobinas, que forman parte del circuito eléctrico, constituyen cargas para el sistema que consumen tanto potencia activa como potencia reactiva y la eficiencia de su trabajo depende del factor de potencia. Mientras más bajo sea el factor de potencia (más alejado de la unidad) mayor será la potencia reactiva consumida. Además, esta potencia reactiva no produce ningún trabajo útil y perjudica la transmisión de la energía a través de las líneas de distribución eléctrica.

Para Enersac, Energía Renovable, las cargas eléctricas son:

(...) cualquier dispositivo que absorbe energía en un sistema eléctrico. Los electrodomésticos, y aparatos eléctricos en general, se dividen en dos grandes grupos de cargas: resistivas e inductivas. Las cargas resistivas son simplemente aquellas en las que la electricidad produce calor y no movimiento. Típicas cargas de este tipo son las lámparas incandescentes o los radiadores eléctricos.

Las cargas inductivas generalmente son aquellas en las que la electricidad circula a través de bobinas. Normalmente son motores, tales como ventiladores o frigoríficos; o transformadores, que se encuentran en la mayoría de los aparatos electrónicos, tales como televisores, ordenadores o lámparas fluorescentes”.

En una instalación eléctrica las potencias involucradas forman un triángulo rectángulo, como se puede observar en la Figura 7, con las siguientes características: la hipotenusa es la potencia aparente (S), el cateto adyacente del ángulo “ Φ ” es la potencia activa (P) y cateto opuesto sería la potencia reactiva (Q). La potencia aparente (S) es la potencia que se le exige a la red de distribución eléctrica de la ciudad; el cos “ Φ ” es el Factor de Potencia; la potencia activa (P) es la potencia utilizada por todos los aparatos y equipos eléctrico para realizar su función, convirtiéndose para ello la energía eléctrica en

energía mecánica (motores), energía lumínica (bombillos), energía térmica (cocinas, calentadores) y muchas otras más. Además, es la potencia que se paga a la empresa que presta el servicio eléctrico en la zona (Corpoelec); y la potencia inductiva o reactiva (Q) es una potencia disipada por los motores o transformadores; y se asocia al comportamiento eléctrico de los enrollados de cobre presentes en los transformadores y los motores, y por los capacitores o condensadores; los transformadores y los motores la requieren para funcionar porque producen el campo magnético, sin embargo esta potencia no genera ningún trabajo útil por lo cual hace falta disiparlas.

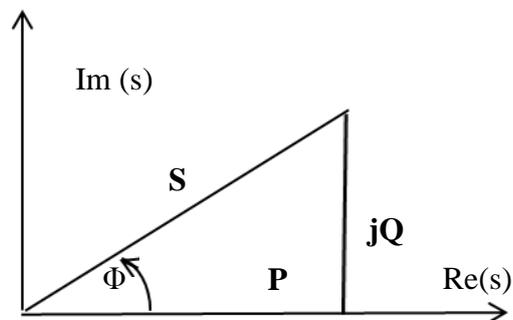


Figura 7. Triángulo de Potencia Aparente, Activa y Reactiva.

Fuente: <http://mitosytimos.blogspot.com/2012/05/ahorradores-energia-un-engano.html>

Sustenta (ob. cit.) se refiere a las desventajas de tener en las instalaciones un factor de potencia menor a 0,9 y las ventajas de tener un factor de potencia mayor a 0,9:

Desventajas de la energía reactiva ($FP < 0,9$):

- *Incremento de las pérdidas en los conductores*
- *Sobrecarga de transformadores y generadores*
- *Aumento de la caída de tensión*
- *Mayor facturación*
- *Multas por parte de Corpoelec*

Ventajas de la compensación reactiva ($FP > 0,9$):

- *Disminución de las pérdidas por efecto joule*
- *Reducción de gases de efecto invernadero*
- *Disminución de la caída de tensión en las líneas de distribución*

- *Aumento de la capacidad de la red eléctrica*
- *Menor consumo.*

2.2.11. Racionamiento Eléctrico.

El racionamiento es aplicado por los organismos gubernamentales ante la escasez de un producto o servicio, con la finalidad de que toda la población pueda disfrutar equitativamente de dicho producto o servicio. En el caso del racionamiento eléctrico hay un factor muy importante que se toma en cuenta para aplicar el racionamiento y es que debido a que la energía eléctrica no se puede almacenar, la energía generada debe ser siempre igual a la energía consumida más las pérdidas en el sistema. Cuando la generación es inferior a la demanda se debe racionar. Esto es lo que está pasando en el país en la actualidad, ya que gran parte del parque de generación no está disponible por falta de mantenimiento.

En el Seminario Universidad de Chile: “Abastecimiento, Eficiencia Energética y Racionamiento (2007) se define el racionamiento como: *“Es la Administración de un déficit de energía eléctrica que realiza la Autoridad, mediante la dictación de un decreto de racionamiento, con la finalidad de asignar eficientemente la disponibilidad energética y de resguardar la seguridad global del sistema”*. (p. 5)

Si se diseñan instalaciones energéticamente eficientes y se practica el ahorro de energía la demanda disminuirá, con lo cual la generación de energía se aproximara a los niveles requeridos y se podrá disminuir el racionamiento eléctrico. Es oportuno mencionar que cuando la generación es inferior a la demanda se debe racionar.

2.2.12. Iluminación.

Philips (1981) define la iluminación como la “...*aplicación de radiación visible a un objeto*”, (p. s/n).

Para Definición .DE la iluminación es:

Iluminación, del latín illuminatio, es la acción y efecto de iluminar. Este verbo hace referencia a alumbrar o dar luz y requiere siempre de un objeto directo, de algo o alguien a quien brindar su claridad. Se conoce como iluminación, por lo tanto, al conjunto de luces que se instala en un determinado lugar con la intención de afectarlo a nivel visual. Por ejemplo: “La obra no estuvo mal, pero la iluminación era tan pobre que apenas se podía ver a los actores”, “Anoche vi un espectáculo de una fuente de agua con unos efectos de iluminación sorprendentes.

La Norma Covenin 2249-93 (1993) señala que la Iluminación: “*Es la aplicación de luz a los objetos, o a sus alrededores para que se pueda ver*” (p. 1).

Schneider Electric (s.f) se refiere al peso que tiene la iluminación en el consumo de energía en los edificios: “*La iluminación puede representar cerca del 35% del consumo de energía en edificios, dependiendo del negocio. El control de iluminación es una de las formas más fáciles de ahorrar costos de energía y una de las aplicaciones más comunes.*” (p. 27).

La iluminación de los objetos tiene como finalidad resaltar sus características, decorar ambientes, hacer más fácil las actividades que se van a realizar en un recinto, poder usar áreas que no cuenten con iluminación natural. Para lograr esto existen niveles de iluminancia recomendados por la Norma Covenin 2249-93 (ob cit.), la cual establece: “*(...) los valores de iluminancia media en servicio recomendados como iluminación normal, para la obtención de un desempeño visual eficiente en las diversas áreas de trabajo y para tareas visuales específicas bajo condiciones de iluminación artificial*” (p. 1).

2.2.13. Alumbrado.

Con respecto a la definición de alumbrado en definición abc, se encuentra la siguiente definición:

A través de la palabra alumbrado podremos referir a la serie de luces o al sistema especialmente destinado para aportarle iluminación a un espacio. O sea que cuando se expresa la palabra alumbrado respecto de tal o cual lugar, se estará haciendo alusión a que el mismo se encuentra iluminado.

Cabe destacarse que el alumbrado se instala con la misión de aportarle iluminación a un espacio que no lo tiene, especialmente durante el momento de la noche en el cual la luz del día ya no está y entonces es preciso contar con luz para poder desplegar tareas y actividades que requieren de luminosidad para ser realizadas. Pero además, el alumbrado, puede ostentar fines estéticos y estar orientado hacia muebles u objetos que se desean resaltar en una ambientación.

La iluminación de objetos, recintos, vallas, fachadas, vías, puentes, viviendas, parques entre otros, se logra diseñando un sistema de alumbrado conformado por lámparas o bombillos contenidos en las luminarias.

Para la elaboración de un proyecto de alumbrado, Westinghouse (1976) indica lo siguiente:

Al proyectar un sistema de alumbrado, lo primero que se requiere es elegir un equipo que proporcione el máximo confort visual y el más alto rendimiento compatible con las limitaciones impuestas al proyectista. Por consideraciones de orden práctico, la zona a iluminar puede condicionar seriamente dicha elección. Por ejemplo, muchos tipos de luminarias no son en absoluto recomendables en zonas donde exista mucha suciedad pegadiza. Los factores de conservación o de pérdida de luz tienen una influencia mayor al elegir el equipo, y se consideran detalladamente en el proceso de cálculo. Los factores económicos intervienen siempre, y puede obligar a adoptar una combinación de alumbrado general y alumbrado local. El alumbrado general localizado viene con frecuencia impuesto por razones económicas. Sin embargo, en otras áreas estos sistemas de alumbrado se pueden elegir para que las luminarias puedan emplazarse de forma que se reduzcan el deslumbramiento directo o reflejado o las sombras indeseables. Es necesario un completo análisis de la tarea visual, incluyendo las consideraciones relativas al tamaño, reflectancia, características especulares y contraste con el fondo. (p. 109)

Vale la pena señalar que aunque esta bibliografía fue escrita cuando todavía no se hablaba de eficiencia energética ni de ahorro energético, desde el punto de vista técnico sigue estando vigente.

2.2.14. Lámpara.

Es importante aclarar los términos de lámpara y luminaria para poder usarlos correctamente. Philips (ob. cit), define la lámpara como: “*fuelle hecha para producir luz.*”. (p. s/n).

En la actualidad existen tres tipos de lámparas o bombillos que se usan en las edificaciones multifamiliares: las incandescentes; las de descarga eléctrica, fluorescente, (entre los cuales están los llamados ahorradores) y las LED. La escogencia del tipo de lámpara que se va a utilizar en el alumbrado de una edificación viene determinado por los siguientes factores: costo de la lámpara, rendimiento, consumo eléctrico, vida útil, uso del área que se va a iluminar, luminaria que se quiere utilizar, daños ambientales y al ser humano, entre otros.

La lámpara incandescente según Philips (ob. cit) es la que “...*produce luz gracias a un filamento que se pone incandescente debido al paso de una corriente eléctrica a su través*” (23/23.1). Esta lámpara presenta un rendimiento muy bajo debido a que la mayor parte de la energía consumida, aproximadamente el 90%, se transforma en calor. Para aumentar el rendimiento de las lámparas incandescentes, se le agregó un halógeno al gas de relleno con lo cual se logró aumentar su eficiencia, estas lámparas reciben el nombre de lámparas de halógeno.

Las lámparas de descarga eléctrica, fluorescente, son más eficientes que las incandescentes. Westinghouse (ob. cit) expone que “(...) *la luz se produce predominantemente por la fluorescencia del fósforo activado por la energía ultravioleta de*

un arco de mercurio” (p. 55). Éstas por lo general tiene forma de tubo cilíndrico con electrodos en ambos extremos y para su funcionamiento requieren de equipos adicionales: cebador y balasto.

Las lámparas fluorescentes compactas (CFL) o ahorradores no requieren de equipos adicionales para su funcionamiento, son mucho más eficientes que las fluorescentes tradicionales. La diferencia de estas versus las anteriores es que son más costosas y la vida útil es mucho mayor. El mayor inconveniente que presentan las lámparas de descarga eléctrica, tradicionales y las compactas es el mercurio que contienen en su interior, el cual es dañino para la salud y para el ambiente. En Venezuela aún no se ha resuelto el inconveniente que representa el desechar este tipo de lámparas, precisamente por su contenido de mercurio.

Es importante conocer las características del mercurio por lo cual se presenta la definición dada por la Real Academia Española (ob. cit):

Elemento químico de núm. atóm. 80. Metal poco abundante en la corteza terrestre, se encuentra nativo o, combinado con el azufre, en el cinabrio. Líquido en condiciones normales, de color blanco y brillo plateado, es muy pesado, tóxico, mal conductor del calor y muy bueno de la electricidad. Se usa en la fabricación de plaguicidas, instrumentos, espejos y, aleado con el oro y la plata, en odontología. Algunas de sus sales tienen aplicaciones médicas. (Símb. Hg, de hidrargirio, otro de sus nombres).

Las lámparas más modernas, mucho más eficientes y con una vida útil mayor son las LED, su único inconveniente es su alto costo; sin embargo, por ser tan eficientes y por no ser contaminante vale la pena su utilización. Sosa et al (ob. cit), se refiere a las lámparas LED como:

Lámparas basadas en efectos fotoeléctricos, en el cual algunos materiales al ser sometidos a una corriente eléctrica, emiten luz. LED proviene de las siglas inglesas de "Light Emitting Diode" en español, diodo emisor de luz; proporciona luz clara, que no se calienta, consumen veinte veces menos que una bombilla incandescente y mayor durabilidad. Sus componentes carecen de toxicidad y su gasto energético es menor, con un recorte del 80% del consumo de energía y una importante reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera. (p. 113).

En la Tabla 1 se puede ver un resumen de las características y aplicaciones de los tres tipos de lámparas.

Tabla 1
Equivalencia de Potencias y características y aplicaciones de los diferentes tipos de bombillos.

¿Sabías que...?
Debido a los dispositivos electrónicos que incorporan a su mecanismo el mercurio, las bombillas y los tubos fluorescentes deben depositarse en un punto limpio para su posterior reciclado al final de su vida útil.

EQUIVALENCIA DE POTENCIAS

TIPOS BOMBILLAS

| | EFICIENCIA LUMINOSA (LUMEN/W) | DURACIÓN (HORAS) | CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------|---|
| Incandescentes | 10-15 | 1.000 | Son las convencionales, las más baratas y más ineficientes. La luz se produce por el paso de corriente eléctrica a través de un filamento metálico. Sólo el 5% de la energía consumida se convierte en luz, el resto se pierde como calor. Con el tiempo van emitiendo menos luz pero siguen consumiendo lo mismo. |
| Halógenas | 10-25 | 1.500 | También son incandescentes, pero tienen un gas halógeno en su interior que permite regenerar el filamento de tungsteno. Duran más y mantienen su eficiencia en el tiempo. Adecuadas para focalizar la luz sobre un punto concreto (lugar de estudio, trabajo u objetos especiales). |
| Tubos fluorescentes | 80-120 | 6.000 a 9.000 | Eficiencias superiores a las incandescentes, ya que la mayor parte de la electricidad consumida se destina a producir luz. Son más caras que las bombillas corrientes, pero consumen hasta un 80% menos de electricidad para la misma emisión luminosa y tienen una duración entre 8 y 10 veces superior. Para encendidos y apagados poco frecuentes. Debido a que contienen mercurio, tras su uso hay que depositarlos debidamente en un punto limpio. |
| Fluorescentes compactas | 60-85 | 6.000 a 9.000 | Versión compacta de los tubos fluorescentes. Los encendidos y apagados frecuentes reducen su vida útil. Al encenderse tardan unos minutos en alcanzar la máxima intensidad de luz. Las de tipo electrónico, de menor peso que las anteriores, encienden por el contrario al instante y permiten encendidos y apagados frecuentes. Apenas se calientan y son algo más caras que las compactas convencionales. |
| LED | 80-100 | 50.000 | Consiste en un dispositivo semiconductor que emite luz cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica. Producen la misma luz que una bombilla convencional pero usando un 90% menos de energía. |

Fuente: Centro de Recursos Ambientales de Navarra e IDAE.

Adicionalmente, en la Tabla 2, se puede observar la comparación que se hace entre los tres tipos de bombillos en función de las potencias eléctricas. Se puede visualizar que manteniendo el mismo voltaje y siendo muy aproximados los niveles de iluminación, las potencias son muy diferentes, observándose una potencia de 6,5 W del bombillo led versus 13,6 W y 55,3 W del ahorrador y del incandescente respectivamente, lo que demuestra que usando los bombillos LED se logra un ahorro de aproximadamente un 88,25 % en energía, en comparación con los incandescentes, y de aproximadamente 52,20 % en comparación con los ahorradores.

Tabla 2.

Comparación de los tres tipos de bombillos en función de su consumo energético.

| | LED (LH68) | AHORRADOR | INCANDESCENTE |
|-------------|------------|-----------|---------------|
| Voltaje | 116VAC | 116VAC | 116VAC |
| Potencia | 6.5W | 13.6W | 55.3W |
| Corriente | 0.08A | 0.18A | 0.47A |
| P.F | 0.63 | 0.61 | 1 |
| V.A | 10.2 | 20.7 | 55.5 |
| Luxes (1mt) | 105lx | 106lx | 110lx |

Pedidos: 3006189941 3208005436

Fuente: [http:// www.earthgauge.net](http://www.earthgauge.net)

En la Tabla 3 se comparan los consumos de energía que tienen los diferentes tipos de lámparas y se puede observar que las lámparas LED son las que tienen menos consumo (Watt). En la Tabla 4 se hace una comparación de las especificaciones técnicas de los diferentes tipos de lámparas y en la Tabla 5 y en la Figura 8, se puede observar el ahorro anual que se tiene versus el consumo eléctrico, al sustituir los bombillos incandescentes o ahorradores por bombillos LED. Es importante aclarar que en la Tabla 5 la columna

correspondiente al *Consumo año* debe estar expresada en Kw-h; igual ocurre con la columna *Precio*, la cual debe estar expresada en Kw-h. Si bien es cierto que estas tablas fueron elaboradas en países europeos, también es cierto que las potencias en watts, los lúmenes y el ahorro, en porcentaje, se puede aplicar en cualquier país del mundo.

Tabla 3.

Consumo, aproximado, en watts y lúmenes de potencia luminosa de diferentes lámparas para alumbrado general

| Valores en lúmenes (lm) | CONSUMO APROXIMADO EN WATTS (W) SEGÚN EL TIPO DE LÁMPARA | | | |
|-------------------------|--|----------------|-----------|---------------------|
| | LEDs | Incandescentes | Halógenas | CFL y fluorescentes |
| 50/80 | 1,3 | 10 | --- | --- |
| 110/220 | 3,5 | 15 | 10 | 5 |
| 250/440 | 5 | 25 | 20 | 7 |
| 550/650 | 9 | 40 | 35 | 9 |
| 650/800 | 11 | 60 | 50 | 11 |
| 800/1500 | 15 | 75 | 70 | 18 |
| 1600/1800 | 18 | 100 | 100 | 20 |
| 2500/2600 | 25 | 150 | 150 | 30 |
| 2600/2800 | 30 | 200 | 200 | 40 |

Tabla donde se relacionan diferentes valores en lúmenes (lm), comparándolos con el consumo en watts (W) aproximado que poseen diferentes tipos de lámparas que comparten esos mismos valores. Como se puede apreciar en la tabla, los LEDs son los que más eficiencia luminosa tienen al consumir menos watts que el resto de las lámparas.

Fuente: <http://www.asifunciona.com/>

Tabla 4.

Tabla comparativa de diferentes características entre lámparas LEDs, CFLs, e incandescentes

| CARACTERÍSTICAS | LEDs | CFLs | Incandescentes* |
|--|-----------------|---------------------|------------------------|
| Ciclos continuados de encendido/apagado. | Indefinido | Acorta su vida útil | Indefinido |
| Tiempo de demora para encender. | Instantáneo | Algún retardo | Instantáneo |
| Emisión de calor. | Muy baja | Baja | Alta |
| Consumo eléctrico. | Bajo | Bajo | Alto |
| Eficiencia. | Alta | Alta | Baja |
| Sensibilidad a la baja temperatura. | Ninguna | Alta | Poca |
| Sensibilidad a la humedad. | Ninguna | Alguna | Poca |
| Contenido de materiales tóxicos. | Ninguno | Mercurio (Hg) | Ninguno |
| Vida útil aproximada en horas de funcionamiento. | 50000 | 10000 | 1000 |
| Permite atenuación. | Algunos modelos | Algunos modelos | Todas |
| Precio. | Alto | Medio | Bajo |

*A partir del mes de agosto 2012 se han dejado de producir, definitivamente, las lámparas incandescentes.

Fuente: <http://www.asifunciona.com>.

Tabla 5.

Comparación del ahorro anual que se tiene al sustituir los bombillos incandescentes o ahorradores por bombillos LED.

AHORRO ANUAL AL SUSTITUIR UNA BOMBILLA CONVENCIONAL POR LED

| Tipo de bombilla | Potencia bombilla | Horas de uso | Consumo año | Precio Kw | Gasto económico | Ahorro |
|--------------------------|-------------------|--------------|-------------|-----------|-----------------|------------|
| INCANDESCENTE | 100 W | 8 | 292 kw | 0,16 | 46,72 € | 0% |
| BOMBILLA LED | 11 W | 8 | 32,12Kw | 0,16 | 5,13 € | 89% |
| BAJO CONSUMO | 30 W | 8 | 87,6Kw | 0,16 | 14,01 € | 0% |
| BOMBILLA LED | 9 W | 8 | 17,5Kw | 0,16 | 2,80 € | 80% |
| TUBO FLUORESCENTE | 30 W | 8 | 87,6Kw | 0,16 | 14,01 € | 0% |
| TUBO LED | 9 W | 8 | 17,5Kw | 0,16 | 2,80 € | 80% |

Fuente: <http://www.cambioenergetico.com>

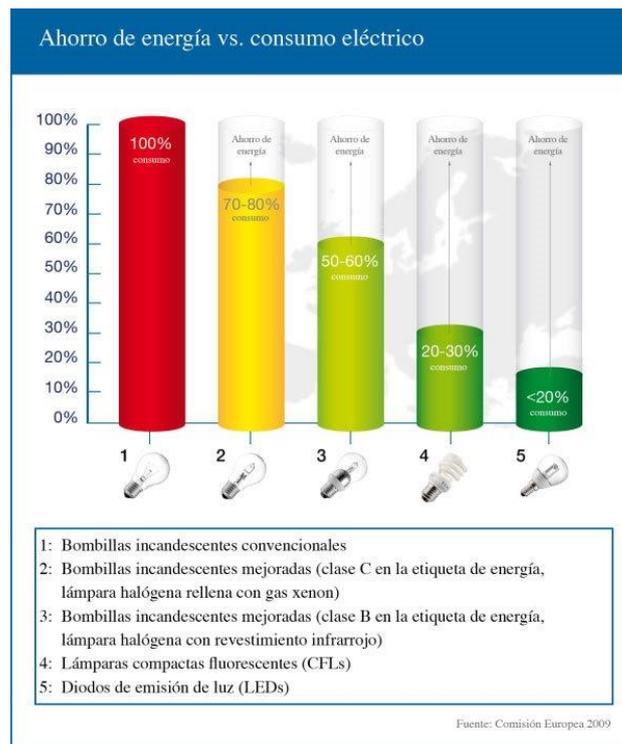


Figura 8. Porcentajes de Ahorro energético Vs Consumo Eléctrico, en función del tipo de bombillo seleccionado.

Fuente: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/mercury-in-cfl/es/mercurio-lamparas-bajo-consumo/figtableboxes/energy-saving-consumption.htm

2.2.15. Luminarias.

Philips (ob. cit) define la luminaria como: “(...) aparato que distribuye, filtra o transforma la iluminación procedente de una lámpara o lámparas y que incluye todos los elementos necesarios para fijar y proteger estas lámparas y para conectarlas a la fuente de energía”. (p. s/n).

La escogencia de la luminaria va a depender del uso que se le dará al área a iluminar, de las lámparas que se van a utilizar, de la cantidad de dinero que se estime invertir, de las características del área y del mantenimiento que tendrán.

En función de la distribución vertical que tenga la luz, la Westinghouse (ob. cit) clasifica las luminarias en indirectas, semiindirectas, general difusa directa-indirecta,

semidirecta y directa. Esta clasificación depende del porcentaje de la intensidad de luz que va dirigida en forma vertical como se puede observar en la Tabla 6.

Tabla 6.
Clasificación de las luminarias.

| CLASIFICACION DE LAS LUMINARIAS. | | |
|---|--------------------------------|-------------------------------|
| Tipo | Componente hacia arriba | Componente hacia abajo |
| Indirecta. | 90 - 100 % | 0 - 10 % |
| Semiindirecta. | 60 - 90 % | 10 - 40 % |
| General difusa directa-indirecta. | 40 - 60 % | 40 - 60 % |
| Semidirecta. | 10 - 40 % | 60 - 90 % |
| Directa. | 0 - 10 % | 90 - 100 % |

Fuente: Manual de Alumbrado, Westinghouse, (p. 80).

2.2.16. Medidor de Electricidad.

Corpoelec, en el Reglamento de Servicio (2003), define el equipo de Medición como: *“Instrumento y accesorios destinados a la medición de la energía eléctrica en kWh y de la potencia en kVA o kW, y otros parámetros”* (p. s/n).

Los medidores de electricidad son equipos que utiliza la empresa que presta el servicio eléctrico, Corpoelec, para determinar el consumo eléctrico que tiene un usuario en un tiempo determinado.

Estos equipos son suministrados y mantenidos por Corpoelec como reza en el artículo 40 del Reglamento de Servicio et al (2003): *“La Distribuidora suministrará,*

instalará y mantendrá los equipos de medición. Cada medidor deberá contar con su respectiva aprobación de modelo y su correspondiente aferición, ambas certificadas por SENCAMER, de acuerdo con lo establecido en la Ley de Metrología”. (s. p.).

En las edificaciones residenciales multifamiliares los medidores de electricidad están alojados en un gabinete llamado Centro de Medición; este contendrá tantos medidores como viviendas tenga la edificación, así como el medidor de las áreas comunes y el medidor de los servicios preferenciales o de seguridad. Dentro de la caja de medición, además de los medidores, estarán contenidos el interruptor principal de la edificación, el interruptor principal de los servicios preferenciales, los interruptores de corte y los interruptores de servicio de cada uno de los usuarios. Los propietarios de la edificación sólo tendrán acceso a los interruptores de servicio, el resto será accesible sólo para el personal de Corpoelec.

2.2.17. Tablero Eléctrico.

La norma Covenin 542:1999, define el Tablero de Distribución de Ramales o de Fuerza como:

Es un tablero tipo panel que contiene dispositivos de corte y de protección contra sobrecorriente, usado principalmente:

-Para alimentar circuitos de distribución en tableros secundarios de alumbrado y de artefactos y en otros tipos de tableros de distribución.

-Para alimentar otros tipos de circuitos que no son ni de alumbrado ni de artefactos. (p. 4).

Esta misma norma define el Tablero Secundario para Alumbrado y Artefactos como:

Es un tablero eléctrico que tiene más del 10% de sus dispositivos contra sobrecorriente menor de 30 A y para los cuales se han previsto conexiones al neutro. No está permitido instalar más de 42 dispositivos contra sobrecorriente en una envolvente para este tipo de tablero. (P. 4).

El tablero eléctrico es un panel que se utiliza para distribuir la energía eléctrica dentro de una edificación. Está conformado por barras conductoras, de electricidad, principales y secundarias; por los dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y sobrecarga, principal y secundarios que permiten desconectar toda la instalación o solo un circuito dependiendo de las necesidades. Puede ser trifásico o monofásico; puede tener interruptor principal o no. Su instalación puede ser superficial o empotrada, puede ser de uso exterior o interior. Las barras y los interruptores están alojados dentro de un gabinete accesible por la parte frontal. Sus características eléctricas dependerán de las cargas eléctricas que están conectadas a él. El tipo de tablero viene determinado por algunos factores entre los cuales están: tipo de instalación, tipo de carga, tipo de montaje, el lugar donde estará ubicado, entre otras.

2.2.18. Sistemas de Alimentación.

En la Tabla 7 se observan los diferentes sistemas de alimentación en baja tensión que están normalizados en Venezuela, así como las Tensiones nominales y los campos de aplicación recomendados por la norma Covenin 159:1997. Para las Edificaciones Residenciales Multifamiliares los valores que recomienda la norma son: trifásico, cuatro (4) hilos, 208 Y/120 V.

Tabla 7.

Tensiones normalizadas de los diferentes sistemas.

| Sistema | | Tensión nominal | Campo de aplicación |
|--|-------------|-----------------|--|
| Fases | N° de hilos | V | recomendado |
| Monofásico | 2 | 120 | Residencial |
| | 3 | 120/240 | Residencial, pequeño comercio y alumbrado público |
| | 3 | 240/480 | Alumbrado público y campos deportivos |
| Trifásico | 4 | 208Y/120 | Residencial, comercial, edificaciones públicas y pequeñas industrias |
| | 3 | 240Δ | Uso restringido |
| | 4 | 480 Y/277 | Comercial, edificios públicos e industriales |
| | 3 | 480Δ | Industrial |
| | 3 | 600Δ | Industrial |
| <p>Notas:</p> <p>Los usuarios deben establecer contacto con la empresa de servicio correspondiente, a fin de conocer la tensión nominal que puede ser suministrada en la zona de utilización del equipo.</p> <p>Ciertos equipos de control y protección tendrán disponible un límite de tensión máxima de 600V. El fabricante, el suministro de energía o ambos deben consultarse para asegurar una adecuada aplicación.</p> | | | |

Fuente: Covenin 159:1997, Tensiones Normalizadas de Servicio. 2da Revisión. (p. 4)

2.2.19. Dispositivos de Control y Regulación.

En el mercado existen diferentes tipos de interruptores que facilitan el encendido y apagado de equipos con la finalidad de evitar el consumo innecesario de energía y lograr el ahorro energético.

La Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico AFME (ob. cit) señala que “*Los dispositivos eléctricos para el control y regulación permiten reducir el consumo de energía mediante la temporización, la regulación o la detección de presencia*” (p. 39). Además, lista una serie de dispositivos que al ser incorporados en las instalaciones pueden

control y regular el consumo eléctrico de tal manera de obtener ahorros energéticos significativos. Estos dispositivos pueden ser instalados en circuitos de alumbrado interior, exterior, circuitos que alimentan equipos, previa revisión de las especificaciones de tal manera de colocar los más convenientes. Entre estos dispositivos están:

a) Interruptores horarios: son interruptores que conectan y desconectan la carga bajo una programación horaria predeterminada. Un ejemplo de estos interruptores sería el utilizado para controlar el sistema de riego, la iluminación de vallas publicitarias, la iluminación de fuentes, iluminación de jardines, entre otros. En la Figura 9 se puede observar un tablero de control de riego con interruptor horario.



Figura 9: Tablero automático para control de riego con interruptor horario.
Fuente: El Autor.

b) Interruptores crepusculares: consiste en la colocación de células fotoeléctricas (fotocelda) que al detectar el nivel de iluminación bajo, activa una luminaria, conjunto de luminarias o a un contactor que a su vez energiza un tablero. Se usa para la energización de iluminación de calles, avenidas, autopistas, jardines, plazas, alumbrado exterior de las fachadas, vitrinas, exhibiciones, cierre y apertura de persianas y cortinas, entre otros. El uso de este tipo de dispositivo se puede apreciar en la Figura 10.



Figura 10: Luminaria de Alumbrado Público con fotocelda.

Fuente:

<http://www.bing.com/images/search?q=tableros+de+alumbrado+controlados+con+fotoceldas&view=detailv2&&id=E41BF2EA81460B05B5C4834E80E40BBF9763D54C&selectIndex=0&ccid=N6zET8n%2f&simid=608026048157320564&thid=JN.gUcGMM8wQfuaWwJjLX32Dg&ajaxhist=0>

c) Interruptores temporizados (minuteros y temporizadores): permite energizar por un tiempo determinado y bajo el control de un pulsador la iluminación de entradas de viviendas o edificios. Un modelo de este tipo de interruptores se visualiza en la Figura 11.



Figura 11: Interruptor temporizado.

Fuente: <https://wattsupwiththat.files.wordpress.com/2007/11/bath-timer.jpg>.

d) Reguladores electrónicos o giratorios: reducen la energía consumida por las lámparas con lo cual se pueden graduar los niveles de iluminación. La Figura 12 muestra un interruptor giratorio también llamado Dimmer.



Figura 12: Interruptor giratorio. Dimmer.

Fuente: <http://image.made-in-china.com/4f0j00TvHtDVpgVicC/Rotary-Dimmer-Switch-BRT-205L-.jpg>

e) Interruptores de proximidad (detectores de movimiento y presencia): estos interruptores activan la iluminación del área cuando detectan movimientos. Se utilizan en pasillos, entradas a las edificaciones o a los estacionamiento. En la Figura 13 se aprecia un reflector LED con sensor de movimiento.



Figura 13: Reflector LED controlado con sensor de movimiento.

Fuente:

<http://www.bing.com/images/search?q=bombillo+con+detector+de+movimiento&view=de7975234AF832EADBE4&selectedIndex=436&ccid=1filcM5Z&simid=608015237720116112&thid=JN.OqotPyJ5B8iQuAfLAUM54g&ajaxhist=0>

f) Termostatos programables: se utilizan para controlar la calefacción y el aire acondicionado de forma manual y automática. Permiten programar la temperatura y la hora de encendido y apagado. Un modelo de termostato programable se puede apreciar en la Figura 14.



Figura 14: Termostato Programable.

Fuente: <http://www.grupoespira.es/wp-content/uploads/2013/12/SIEMENS.TERMOSTATO.PROGRAMABLE.jpg>

2.2.20. Tomacorrientes.

Domínguez (2014) define los tomacorrientes como:

Los tomacorrientes son dispositivos eléctricos que sirven como punto de conexión para alimentar equipos eléctricos, tales como electrodomésticos, equipos portátiles e industriales. Los tomacorrientes no consumen ninguna energía, este solo enlaza la fuente de alimentación a los equipos que se vayan a alimentar de una fuente de energía eléctrica.

Los equipos se conectan a los tomacorrientes a través de cables que tienen en un extremo el equipo y en el otro extremo el enchufe que servirá para hacer la conexión. Estos cables y los tomacorrientes deben tener la conexión a tierra. Las características eléctricas de los tomacorrientes, voltaje, corriente y número de polos van a depender de las especificaciones eléctricas de la carga que se va a conectar.

Los tomacorrientes pueden ser:

a) Tomacorrientes para sistema monofásico, 2 hilos-120V, 15 amperios: Se utilizan para conectar equipos portátiles tales como planchas, radios, equipos de sonido, televisores, licuadoras, entre otros. También son llamados tomacorrientes de uso general. El circuito eléctrico al que están conectados estos tomacorrientes está conformado por tres cables: fase, neutro y tierra. En la Figura 15 se puede visualizar las partes de este tipo de tomacorrientes.

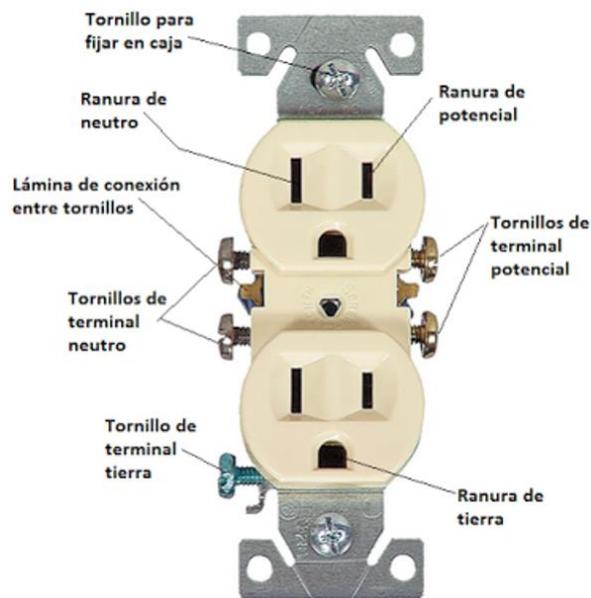


Figura 15. Partes de un tomacorriente monofásico 120 voltios.

Fuente: <http://faradayos.blogspot.com.ar/2014/01/tipos-tomacorrientes-nema-aplicacion.html>.

b) Tomacorrientes para sistema monofásico, 3 hilos-240V: Estos tomacorrientes se usan para alimentar equipos de 240 voltios o menos, tales como aires acondicionado de ventana. El circuito alimenta exclusivamente al equipo que se va a conectar y está conformado por tres cables: fase, fase y tierra. En la Figura 16 se observa este tipo de tomacorriente.



Figura 16. Tomacorriente monofásico 240 voltios.

Fuente: <http://faradayos.blogspot.com.ar/2014/01/tipos-tomacorrientes-nema-aplicacion.html>.

c) Tomacorrientes para sistema monofásico, 4 hilos, 120-240 V: El circuito que alimenta estos tomacorrientes está formado por cuatro conductores: fase, fase, neutro y tierra. Se utilizan para conectar equipos residenciales e industriales que requieran voltaje 120 y 240 voltios. Entre los equipos residenciales que se conectan a este tipo de tomacorrientes están las secadoras-lavadoras, cocinas y hornos eléctricos. En la Figura 17 se visualiza este tipo de tomacorriente.

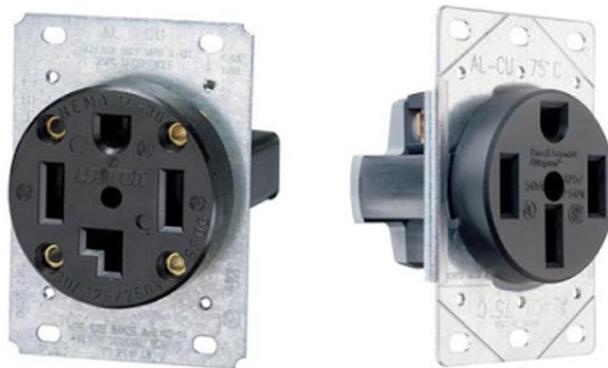


Figura 17. Tomacorriente monofásico 120- 240 Voltios.

Fuente: <http://faradayos.blogspot.com.ar/2014/01/tipos-tomacorrientes-nema-aplicacion.html>.

d) Tomacorrientes para sistemas trifásicos, 220V: El circuito que alimenta estos tomacorrientes está conformado por cuatro cables: fase, fase, fase y tierra. Se usan a nivel industrial, para alimentar equipos como bombas, ventiladores, calentadores, correas, sierras, entre otros. En la Figura 18 se puede observar este tipo de tomacorrientes.

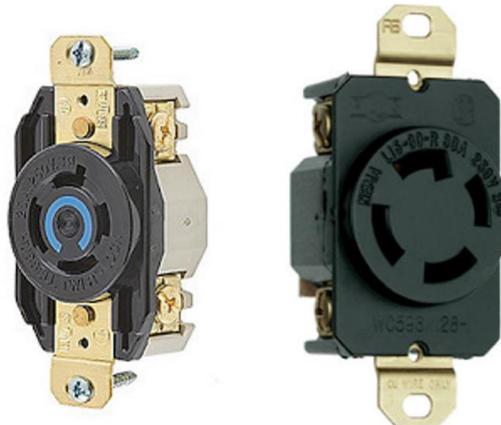


Figura 18. Tomacorriente trifásicos 120- 240 Voltios.

Fuente: <http://faradayos.blogspot.com.ar/2014/01/tipos-tomacorrientes-nema-aplicacion.html>.

2.2.21. Electrodomésticos.

Para la Real Academia Española (ob. cit) la definición de electrodoméstico es: *“Aparato eléctrico que se utiliza en el hogar; p. ej., el refrigerador, el calentador de agua, la plancha, la cocina eléctrica, etc. U. m. en pl. U. t. c. adj. Aparatos electrodomésticos.”*

Los electrodomésticos son todos los equipos del hogar que para su funcionamiento utilizan la energía eléctrica. La buena escogencia de los electrodomésticos al momento de su compra (bajo consumo eléctrico) y el uso racional de los mismos contribuirán a la eficiencia y al ahorro energético en el hogar. En la actualidad algunos equipos, que usan electricidad para su funcionamiento, traen etiquetas donde se refleja su consumo eléctrico, lo que le permite al usuario adquirir los que sean más eficientes energéticamente. Un

ejemplo se puede visualizar en la Figura 19 donde se muestra la etiqueta que traen los televisores reflejando las características eléctricas del mismo entre las cuales están: el fabricante, el modelo, clase energética, consumo anual en KW-h/año, potencia en vatios, consumo en reposo (stand by) y el tamaño de la pantalla.

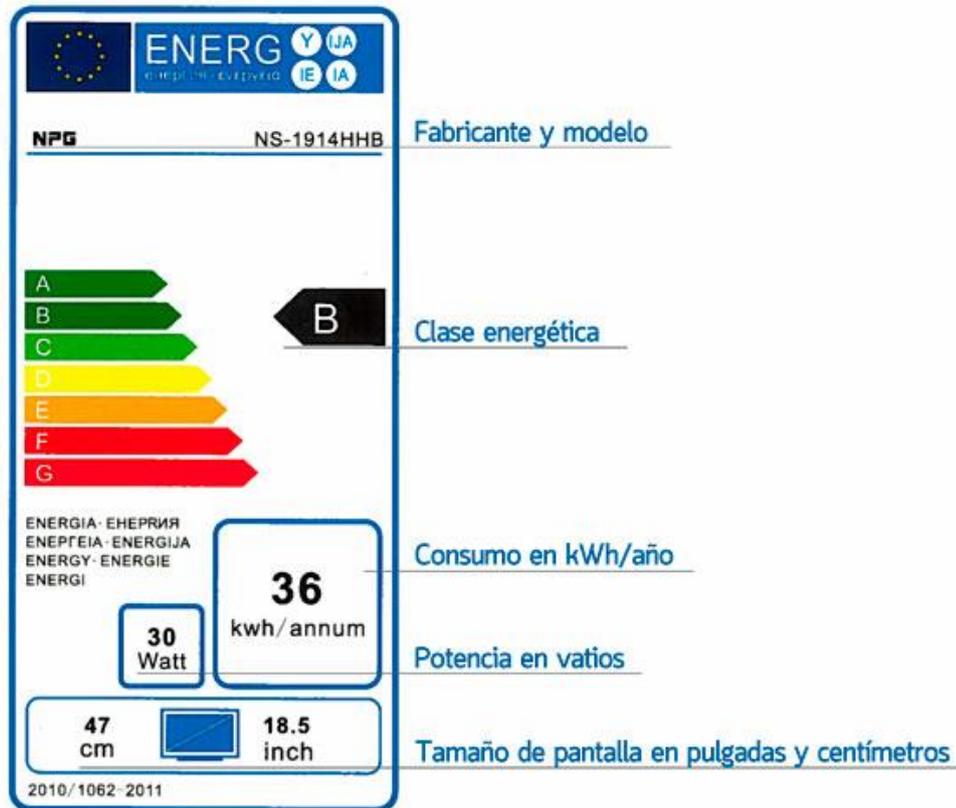


Figura 19. Etiqueta de Eficiencia Energética de un Televisor.

Fuente: <http://www.npgtech.com/noticias/actualidad/423-aprende-a-descifrar-el-significado-de-las-etiquetas-energeticas.html>

En el mercado hay equipos que en reposo (stand by) presentan consumo de energía y por ende aumentan la facturación, son llamados “vampiros eléctricos” porque aunque estén apagados consumen electricidad mientras estén conectados. La utilización de estos equipos se ha incrementado significativamente en los últimos años. Según la Agencia

Internacional de la Energía, el consumo de los aparatos en modo de espera es responsable del 5% al 10% del total de la electricidad.

En relación con este tipo de equipos Fernández (2009) plantea la necesidad de combatir su uso según lo siguiente:

(...) se estima que el número de grandes y pequeños aparatos electrónicos casi se ha triplicado en los hogares en las últimas tres décadas. Por ello, saber cómo desactivarlos del todo no sólo reducirá la factura eléctrica, sino también las emisiones de dióxido de carbono, causantes del cambio climático, y otros impactos medioambientales derivados de la producción eléctrica.

El consumo oculto de los "vampiros eléctricos" se debe normalmente a un dispositivo conocido como "stand by", que sirve al electrodoméstico para encenderse más deprisa, detectar un control remoto en cualquier momento o realizar algún tipo de orden programada. En otras ocasiones, los aparatos vienen provistos de relojes, luces o paneles informativos digitales que están activados constantemente, y que, por lo tanto, necesitan también electricidad.

En la Figura 20 se pueden observar un regulador de voltaje con dos luces encendidas aunque el computador está apagado y un cargador de celular con una luz encendida sin ningún celular conectado; y en la Figura 21 se observa una cafetera que no está encendida sin embargo presenta un consumo eléctrico por el reloj.



Figura 20. Regulador de Voltaje con el computador apagado y cargador de celular enchufado sin ningún celular conectado.

Fuente: El Autor.



Figura 21. Cafetera Eléctrica, apagada, con reloj digital encendido.
Fuente: El Autor.

2.2.22. Calentador de Agua.

H2O TEK, S.A. de C.V. (2014) define los calentadores como:

(...) es un artefacto que eleva la temperatura del agua (proceso termodinámico) utilizando un tipo de energía para elevar la temperatura. Los tipos de energía pueden ser la Electricidad, el Gas LP, el Gas natural, la Energía Solar, entre otros. Los tipos más conocidos son: eléctricos, de gas, de depósito o tanque, instantáneos o de paso, solares, híbridos o con sistemas alternos, calderas, bombas de calor, intercambiadores de calor, industriales, para casa, para piscinas o albercas.

(...) Sus aplicaciones son para diferentes usos en: Residencias, casas habitación, escuelas, Industria en general, hospitales, moteles, procesos industriales, regaderas en serie, oficinas, gimnasios, deportivos, laboratorios, etc.

En la Figura 22 se pueden observar algunos modelos de calentadores de agua.



Figura 22. Tipos de Calentadores de agua.
Fuente: H2O TEK, S.A. de C.V. ® (2014).

Sosa et al. (ob. cit) se refieren a los calentadores de agua como los equipos que ocupan el tercer lugar en consumo de energía y exponen que: “*De ser posible, cambie el calentador eléctrico por un calentador a gas, que ahorra energía*”. (p. 33)

Leroy Merlin (2014) en su catálogo de productos se refiere a los calentadores de agua a gas como:

Los calentadores de gas suministran agua caliente de forma instantánea para que puedas utilizarla siempre que la necesites. Para elegir el calentador más adecuado para tu hogar tendrás que tener en cuenta diversos factores como el combustible que utilizas en casa (gas natural o butano), tu consumo de agua caliente sanitaria para determinar su capacidad de producción o el tipo de encendido.

- *Para elegir el calentador tenemos que fijarnos en nuestra instalación de gas, consumo de agua caliente y el lugar donde vamos a colocarlo.*
- *Los calentadores de encendido electrónico son los más cómodos de utilizar ya que, a través de unas pilas, el calentador se enciende automáticamente en el momento en que detecta demanda de agua caliente.*

2.2.23. Variador de Frecuencia.

Los Variadores de Frecuencia son equipos modernos que contribuyen con la eficiencia energética en instalaciones que requieren motores para su funcionamiento tales como bombas, ventiladores, ascensores, compresores, inyectores y extractores.

EMOTRON (s.f.) se refiere a las ventajas de los variadores de frecuencia y presenta al equipo *Emotron FDU*, como un regulador de caudal y de presión modificando la velocidad del motor, permitiendo el máximo aprovechamiento de la energía y evitando el desgaste innecesario de los equipos.

El uso de los variadores de frecuencia en los sistemas de bombeo de agua ha tenido éxito por la disminución en el consumo eléctrico. En tal sentido Bombagua automatic (s.f.), se refiere al Variador de Frecuencia como:

El concepto de variación de frecuencia en el control de velocidad se basa en la integración del control electrónico, permitiendo que cada bomba adapte automáticamente su rendimiento a los requerimientos del sistema optimizando de esta manera el consumo de energía. Al controlar automáticamente su propia velocidad, la bomba regulará de forma continua la presión (ALTURA) adaptándose al requerimiento de consumo de agua (CAUDAL). Cuando el caudal baja, el convertidor regula la velocidad de la bomba con el fin de mantener una presión constante en el sistema.

El control de bombas para un sistema de presión constante significa que el sistema incorpora un variador de frecuencia y un sensor de presión para el control de velocidad. El sensor identifica automáticamente las variaciones de presión y transmite esta información al Variador de Frecuencia, para que éste pueda regular la velocidad de las bombas y así conseguir la altura necesaria. Esta interacción tiene lugar de forma continua y garantiza un consumo energético óptimo (p.1).

B&L Controles (s. f) hace referencia al uso de los variadores de frecuencia en ascensores mencionando que:

Los controles actuales utilizan el sistema VVVF (Variador de Frecuencia) este equipo permite un ahorro de energía de hasta 30% (elimina los picos de corriente).

(...) el conocimiento de campo ha demostrado que ascensores de más de 08 paradas o pisos (incluidos los sótanos) deben contar con el sistema de tracción Variador de Frecuencia (VVVF) debido a que los sistemas de 02 velocidades (arranque directo) con el tiempo

perjudican la vida útil de diferentes partes mecánicas de la máquina de tracción como son las zapatas de freno, tambor de freno, corona y sin fin, retenes, rodajes de empuje, polea de tracción, cables de tracción, nivelación de la cabina, mayor consumo de energía eléctrica entre otros.

Sosa et al, (ob. cit), se refieren a los variadores de frecuencia utilizados en los ascensores acotando que:

Existen modelos de ascensores basados en sistemas eficientes energéticamente, tales como los de velocidad variable y controles mediante tiristores (scr), u otras tecnologías adecuadas a los requerimientos de uso. La inversión inicial en estos equipos puede ser importante pero puede justificarse por su impacto en el ahorro energético y en los costos de funcionamiento de las edificaciones durante su ciclo de vida.” (p. 118)

Por otra parte Schneider Electric (ob. cit) se refiere a los ventiladores que usan variadores de velocidad y opinan que:

Las soluciones para bombas y tratamiento de agua, equipadas con variadores de velocidad Altivar, pueden brindar ahorros energéticos significativos comparados con las soluciones convencionales: hasta un 50% en ventiladores con un retorno de la inversión dentro del año, y hasta un 30% en bombas con un retorno de la inversión dentro de los 2 años. (p. 23)

2.2.24. Aire Acondicionado.

En la guía del Colegio de Arquitectos de Venezuela (1982) se refieren al aire acondicionado como:

Cuando en un ambiente introducimos aire fresco en la misma cantidad que extraemos el viciado, cumpliendo con las Normas establecidas, simplemente estamos diseñando un Sistema de VENTILACION FORZADA, pero, si además del aire introducido, le adaptamos su temperatura y humedad bajo características confortables, estamos creando CONFORT, es decir, estamos acondicionando el aire de tal manera que resulte grato al ser humano, con lo que estamos diseñando un sistema de Aire Acondicionado. (p. s/n)

En el mercado se consiguen diferentes tipos de sistemas de aire acondicionado como serían las unidades que usan como elemento enfriador del aire, refrigerantes químicos entre las que se encuentran las unidades de ventana, los simples compactas y las unidades de

partición (Split); además se pueden conseguir los sistemas centrales (chiller) que utilizan el agua a baja temperatura como elemento enfriador. En las edificaciones residenciales multifamiliares los sistemas utilizados serían las unidades de ventana, las portátiles, las unidades de partición o las centrales (compactas o Split con fan-coil). En la Tabla 8 se puede observar las características de estos equipos.

Tabla 8

Características de los diferentes tipos de aire acondicionado usados en las unidades de viviendas.

| TIPO | CARACTERÍSTICAS |
|---|---|
| Equipo de Ventana. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Todas las partes del equipo están contenidas en una caja. 2. Para instalarse se debe hacer una abertura en la pared, afectando la fachada del edificio. 3. Tienen un bajo costo de instalación. 4. Son de fácil mantenimiento. 5. Consumen más electricidad. 6. Producen más ruido. |
| Equipo Portátil. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Todas las partes del equipo están contenidas en una caja con ruedas con la finalidad de poder movilizarlo a voluntad. 2. No requiere instalación. 3. Son costosos. 4. Son poco potentes. 5. Producen poco ruido. |
| Equipo Split de pared (mini Split) | <ol style="list-style-type: none"> 1. En la actualidad son los más usados. 2. El compresor (condensadora) está ubicado fuera de la edificación y se une a evaporadora (la unidad manejadora de aire) por una tubería. 3. Requiere abrir un agujero, pequeño, en la fachada para pasar la tubería, aunque esta puede empotrarse en la pared, sin afectar la fachada. 4. El mercado ofrece gran variedad de equipos de diferentes potencias. 5. Producen poco ruido. 6. Son decorativos. 7. Son de fácil mantenimiento. 8. El costo de la instalación es mayor. |
| Equipo Split piso- techo. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Son similares a los anteriores. La diferencia es que se presentan en capacidades mayores. 2. Son más costosos de instalar. 3. Se usan en áreas de mayor dimensión. 4. Producen más ruido. |
| Equipo Central (compacto o con fan-coil). | <ol style="list-style-type: none"> 1. La instalación es más costosa. 2. Se usan en áreas de mayor dimensión. 3. Requiere de ductos y cielo raso. |

Fuente: El Autor (*Apoyado en la información publicada en los catálogos de fabricantes LG, Carrier, York, Panasonic*)

Life's Good LG (2015) en su catálogo de productos indica que:

Cuando eliges un aire acondicionado ten en mente las siguientes cosas: la cantidad de ventanas en la habitación, los marcos de puertas abiertos, la cantidad de luz solar que entra por las ventanas y el número de dispositivos electrónicos que pueden calentar la habitación.
(p. s/n)

De igual manera hace referencia a los programadores de tiempo: *“Tu aire acondicionado de consola puede programar los tiempos que te permiten climatizar tu hogar antes de que llegues de la calle y apagarlos cuando ya no quede nadie”*

Además de las características indicadas en la Tabla 8, en la actualidad existen equipos de aire acondicionado llamados mini Split Inverter, los cuales poseen un variador de frecuencia que permite que sean eficientes energéticamente. Life's Good LG, (ob. cit) comenta que: *“La revolucionaria tecnología LG Inverter ayuda a reducir el consumo de energía, permitiendo un ahorro de hasta 76%. Además su funcionamiento es silencioso”*.

Por otra parte Panasonic, (2012), se refiere a la tecnología Inverter como:

Los Aires Acondicionados Panasonic Inverter están diseñados para proporcionar el mayor desempeño de ahorro de energía mientras te asegura estar comfortable todo el tiempo. Al inicio de operación del Aire Acondicionado, se necesita un poderoso enfriamiento para alcanzar la temperatura determinada. Después de alcanzar dicha temperatura se requiere de menor nivel de enfriamiento para mantenerla. Un Aire Acondicionado convencional Non-Inverter opera únicamente en velocidad constante por lo que es demasiado poderoso mantener la temperatura determinada, al tratar de lograr esto, se cambia el compresor de ON a OFF repetidamente. Esto resulta en fluctuaciones de temperatura más anchas, llevando a un consumo innecesario de energía. Los Aires Acondicionados Inverter de Panasonic varían la velocidad de rotación del compresor, esto provee un método altamente preciso para mantener la temperatura determinada.

Los aires acondicionados Inverter de Panasonic reducen el consumo de operación de enfriamiento proporcionándote ahorros de energía de hasta el 50%”. (p. s/n)

Tanto LG como Panasonic, recomiendan el uso de los Equipo Split de pared (mini Split Inverter), en las unidades de vivienda por su versatilidad, su bajo consumo eléctrico y

su fácil mantenimiento. Es importante señalar que en la actualidad la mayoría de los grandes fabricantes de aire acondicionado están utilizando la tecnología Inverter.

En las Figuras 23 y 24 se puede observar una unidad de ventana y una unidad de partición (Split) respectivamente. En la Figura 25 se aprecia la instalación, dentro de una edificación de oficinas, de un equipo de aire acondicionado central llamado Chiller y en la Figura 26 se puede apreciar un modelo de etiqueta que traen los equipos energéticamente eficientes.



Figura 23. Unidad de ventana.
Fuente: <http://www.airemax.com>.



Figura 24. Unidad de partición (Split).
Fuente: <http://www.decoracion-hogar.net>

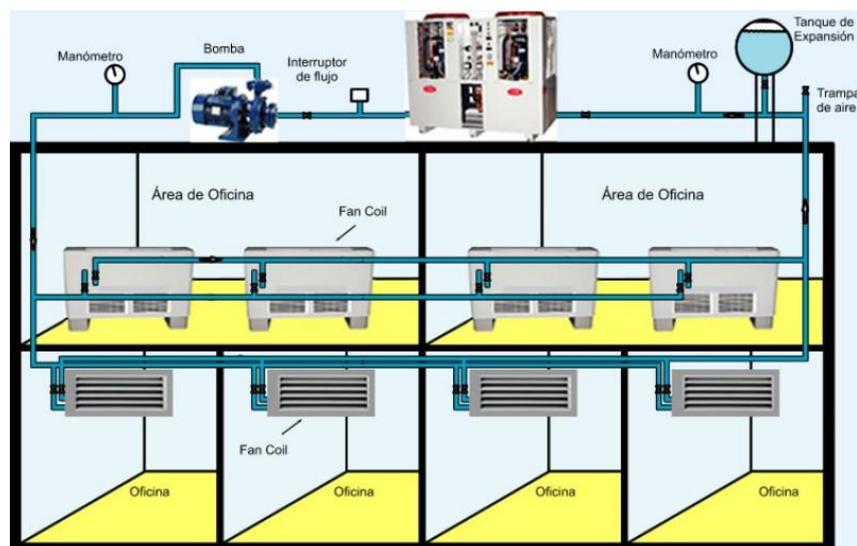


Figura 25. Sistemas Centrales (CHILLER).
Fuente: <http://www.termaca.com>.

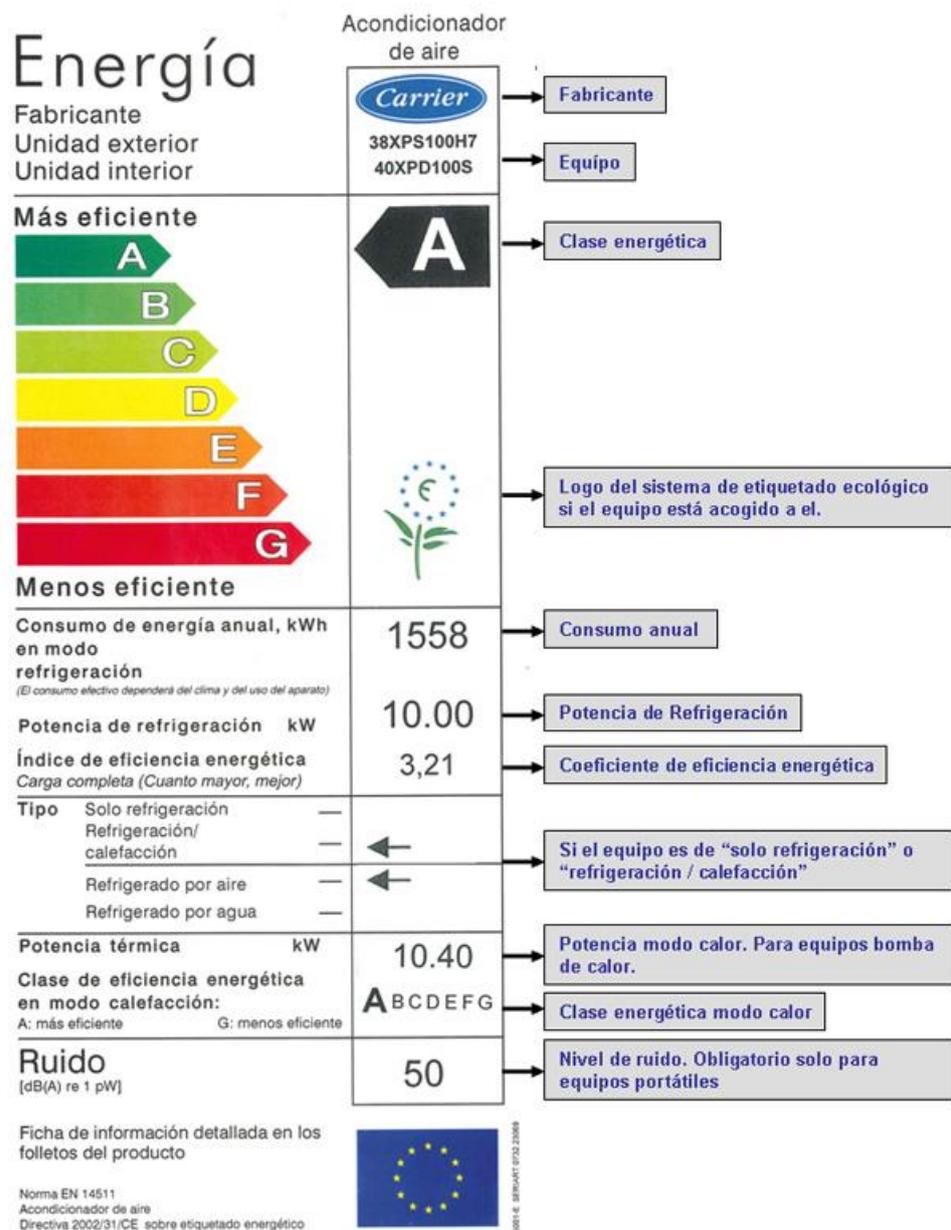


Figura 26. Etiqueta de Eficiencia Energética de un Aire Acondicionado.

Fuente: <http://www.carrier.es/news/etiqueta.htm>

2.2.25. Ascensores.

A medida que aumenta la altura de los edificios se hace necesaria la utilización de máquinas que faciliten la movilización vertical de las personas y las cargas presentes en las

edificaciones. Para la movilización de las personas se usan los ascensores y las escaleras mecánicas y para la movilización de las cargas se utilizan los montacargas.

La Real Academia Española (ob. cit) señala una definición sencilla y precisa de ascensor: “*Aparato para trasladar personas de unos a otros pisos*”.

Schindler (2015) se refiere a los ascensores como: “*Las soluciones verticales de movilidad usan el espacio urbano de manera eficiente y hacen que las personas puedan desplazarse dentro del edificio*”.

2.2.26. Ventilación Forzada.

Cuando un ambiente determinado no posee ventilación natural y por su uso la Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. Mindur, MSAS. Gaceta Oficial N° 4.044 (1988) lo exige, el proyectista recurre a la ventilación a través de extractores y/o inyectores, que conforman la ventilación forzada o ventilación mecánica junto a otras piezas que garantizarán a los usuarios un ambiente con aire puro y sin olores. Con este tipo de ventilación se pueden diseñar baños, oficinas, sótanos y otros ambientes sin que el usuario se vea afectado por falta de ventilación.

Siem et al. (ob. cit) se refiere a la ventilación forzada como:

Se utilizan para renovar el aire de un ambiente. Incluyen: ventiladores, ductos, rejillas y extractores. Los principales sistemas de ventilación de los edificios son: 1) de extracción del aire viciado de los baños; 2) de inyección del aire fresco y extracción del aire viciado de los estacionamientos en los sótanos; 3) de inyección de aire fresco y extracción de aire en las áreas de oficina. (p. 41)

Asimismo, hace recomendaciones para la ventilación forzada en edificaciones públicas:

Cambiar los sistemas de ventilación, de flujo constante a flujo variable, mediante la instalación de variadores de frecuencia. Mediante el uso de sensores de gases, por ejemplo de dióxido de carbono (CO₂) para los ambientes de oficina, y de monóxido de carbono (CO) para los sótanos del edificio, se podrá controlar el funcionamiento de estos equipos de acuerdo a la calidad del aire de sus respectivos ambientes. De esta manera los sistemas de ventilación de estas zonas serán controlados adecuándolos directamente al número de personas en las oficinas y a la cantidad de vehículos en funcionamiento en los sótanos; esta estrategia de ahorro se llama ventilación por demanda. (p. 89)

Estas consideraciones pueden ser tomadas en cuenta en las edificaciones residenciales multifamiliares, cuando la organización de los espacios amerite su aplicación.

2.2.27. Presurización.

La norma Covenin 810-98 (1998) define presurización como: *“Es la inyección mecánica de aire fresco del exterior de la edificación al núcleo de circulación vertical de la escalera, creando una presión positiva, con la finalidad de mantener el medio de escape libre de humo”*. (p. 2)

Cuando ocurre un incendio, los usuarios de la edificación involucrada se desplazan hacia las vías señaladas como vías de escape con la finalidad de llegar a un lugar seguro. Esta vía debe estar libre de obstáculo, bien señalizada, iluminada permanentemente y sobre todo debe estar libre de humo de tal manera de garantizar la seguridad de las personas. Cuando las vías de escape no cuentan con ventilación cruzada que garantice la circulación del aire, se recurre a la presurización que consiste en inyectar aire puro a un recinto cerrado hasta lograr una presión superior a la presión atmosférica y así evitar que el humo entre.

La norma Covenin 1018-78 (1978, p. 1) lista las vías que deben ser presurizadas. Estas vías son las usadas como vías de escape y son las escaleras, pasillos y/o núcleos de circulación vertical para los ascensores con llamada preferencial. Además se cumplirá con el punto 4.1.3.2, de esta norma, el cual establece:

El sistema deberá arrancar automáticamente al registrarse una señal de alarma previa en el Tablero Central de Control para Sistemas de Detección y Alarma de Incendio y deberá interrumpirse su operación al volver al Tablero Central de Control a su estado norma". (p. 2)

Siem et al. (ob. cit) se refiere a la presurización como:

Sistema para mantener libre de humo las vías y los medios de escape en caso de incendio. Consiste en inyectar aire fresco al medio para mantener una presión positiva y así evitar el ingreso de humo. Deben ser presurizados las escaleras, siempre que no cuenten con ventilación natural cruzada, y los ascensores preferenciales, que son los utilizados por bomberos en caso de emergencia. (p. 43)

2.2.28. Puesta a tierra.

Covenin 200 (ob. cit) en las notas 1 y 2 hace un resumen de lo que es la puesta a tierra:

Nota 1. La puesta a tierra de los sistemas y conductores de circuito se hace con el fin de limitar las tensiones debidas a rayo, falla a tierra, sobretensiones transitorias de línea o contactos accidentales con líneas de alto voltaje, así como estabilizar la tensión durante condiciones normales de operación. El sistema de puesta a tierra de los equipos de una instalación es conectado a un conductor puesto a tierra con el fin de proveer un camino de baja impedancia para corrientes de falla a tierra, de modo tal que facilite la correcta operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes, en casos de falla a tierra.

Nota 2. La puesta a tierra de materiales conductores que encierran conductores y equipos o que forman partes de estos se hace con el fin de limitar la tensión a tierra de tales partes conductoras y para facilitar la operación de los dispositivos de protección contar sobrecorrientes en casos de falla a tierra. (p. 75)

La norma Covenin 2783:1998 (1998) define la puesta a tierra como “*Conectado a tierra a un cuerpo metálico que reemplaza la tierra*” (p. 7).

En las edificaciones residenciales multifamiliares la puesta a tierra, de los electrodomésticos, motores, tableros y todos las partes metálicas que contengan conductores de electricidad, tendrá dos funciones; la primera es para proteger a los usuarios de estos aparatos en caso de que se produzca un daño a los aislamientos eléctricos

y se energice la estructura metálica de dichos aparatos, produciendo tensiones por contacto indirecto; y la segunda es evitar daños a los equipos.

La puesta a tierra consistirá en hacer una conexión entre la carcasa metálica de todos y cada uno de los equipos que funcionan con electricidad y un electrodo de puesta a tierra enterrado. En los electrodomésticos la conexión al aparato viene de fábrica y la podemos visualizar en el cable de conexión que trae un conductor color verde o verde con rayas amarillas y viene desde la carcasa del aparato hasta el enchufe, de allí continuará hasta el electrodo de tierra, enterrado, a través del conductor de puesta a tierra instalado en cada uno de los circuitos de tomacorrientes o alimentadores de equipos. En la Figura 27 se puede observar el enchufe y el tomacorriente con puesta a tierra, en la Figura 28 se visualiza el comportamiento de la corriente de falla en un equipo electrodoméstico con puesta a tierra y sin puesta a tierra y en la Figura 29 se puede apreciar el electrodo de puesta a tierra y la conexión.

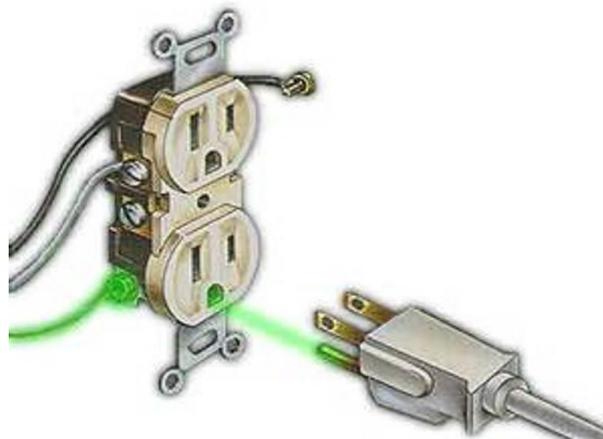


Figura 27. Tomacorriente y enchufe con conductor de puesta a tierra.

Fuente:

<http://www.bing.com/images/search?q=enchufe+con+puesta+a+tierra&view=detailv2&&id=0FE64781BAEF22CB4D7BB7130B3C33CECB81A7B0&selectedIndex=12&ccid=jKuAJ%2fhe&simid=608031094688188176&thid=JN.%2fZAqK1Ya9KO%2b6i4d22f8iA&ajaxhist=0>

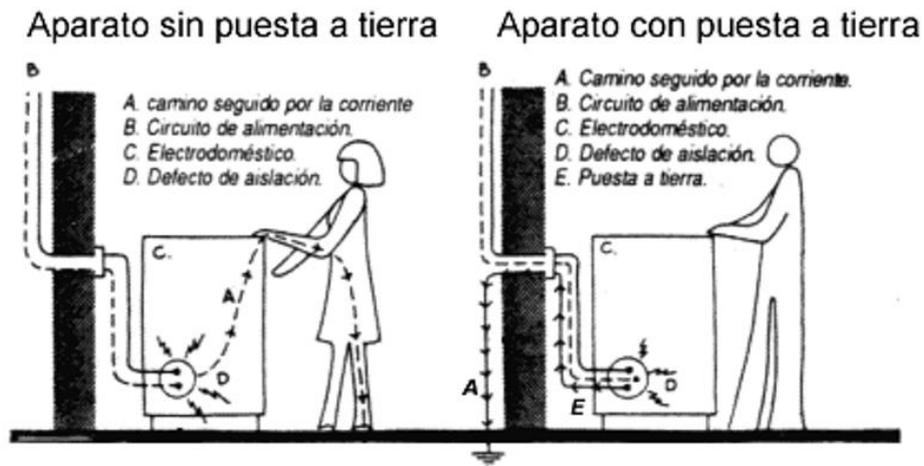


Figura 28. Electrodoméstico con puesta a tierra y sin puesta a tierra.

Fuente:

<http://www.bing.com/images/search?q=enchufe+con+puesta+a+tierra&view=detailv2&&id=647645260066DDDFBEA1CF4EF472AE2205D796F3&selectedIndex=34&ccid=54AdoC1d&simid=607987414873279002&thid=JN.VRVgt8QpEfB2pKR9fWJ1AA&ajaxhist=0>



Figura 29. Electrodo de puesta a tierra y su conexión.

Fuente:

<http://www.bing.com/images/search?q=enchufe+con+puesta+a+tierra&view=detailv2&id=1BF9E82497ACCA439937B72433455D0096CC2F69&selectedIndex=36&ccid=GNjLMIe%2B&simid=608032331641457839&thid=JN.86JqWtBVLfSYgSPJLi4HA&ajaxhist=0&first=1>

Todos los conceptos desarrollados representan el fundamento para la elaboración de los criterios de diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares.

2.3. Bases Legales

El desarrollo tecnológico galopante, traducido en un requerimiento cada vez mayor de energía eléctrica; la versatilidad de este tipo de energía que permite transformarla en otras energías como la lumínica, la mecánica, la térmica; lo económico y seguro que es su generación, transmisión, transformación y distribución; la facilidad de adquisición de equipos que para su funcionamiento utilizan electricidad; la necesidad del ser humano de contar con ambientes cada vez más confortables; la aspiración de disminuir el tiempo de trabajo para incrementar los momentos de disfrute, recreación y ocio; son factores que han incidido en el uso indiscriminado de la energía eléctrica con la consecuente afectación al medio ambiente y el incremento del efecto invernadero. En Venezuela, la problemática energética alcanzó en los últimos años un incremento significativo debido a que los niveles de agua de las represas donde se genera el mayor porcentaje de energía eléctrica que se consume (62%) ha disminuido considerablemente, por lo cual el gobierno se ha visto en la necesidad de instalar plantas termoeléctricas que emiten gases a la atmosfera aumentando el efecto invernadero.

En los últimos cuarenta años Venezuela ha suscrito convenios internacionales donde se dictan pautas para la disminución de la emisión de gases a la atmosfera y ha suscrito declaraciones relacionadas con el medio ambiente, el desarrollo sostenible y el efecto invernadero, donde los participantes involucrados establecen compromisos. Entre estas declaraciones se encuentran: la Declaración de Estocolmo de 1972, la Declaración de Rio

sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, el Protocolo de Kioto de 1997 y Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible de 2002.

En el documento de la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, Estocolmo (1972) hay una frase que evidencia la esencia de la conferencia: *“La Conferencia encarece a los gobiernos y a los pueblos que aúnen sus esfuerzos para preservar y mejorar el medio ambiente en beneficio del hombre y de su posteridad”* (p. s/n).

Asimismo, en la Declaración de Estocolmo se encuentra el siguiente principio:

Principio 6

Debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas o de otras materias y a la liberación de calor, en cantidades o concentraciones tales que el medio no pueda neutralizarlas, para que no se causen daños graves irreparables a los ecosistemas. Debe apoyarse la justa lucha de los pueblos de todos los países contra la contaminación” (p. s/n).

En Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, se realizó la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. En esta reunión, de las Naciones Unidas, se reafirmó la Declaración de Estocolmo de 1972, con la proclamación de principios y para *“(…) alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial”*.

Algunos de los principios aprobados en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo son:

PRINCIPIO 4.

A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.

PRINCIPIO 7.

Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. En vista de que han contribuido en distinta medida a la degradación del medio ambiente mundial, los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas. Los países desarrollados reconocen la responsabilidad que les cabe en la búsqueda internacional del desarrollo sostenible, en vista

de las presiones que sus sociedades ejercen en el medio ambiente mundial y de las tecnologías y los recursos financieros de que disponen.

PRINCIPIO 8.

Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.

PRINCIPIO 11.

Los Estados deberán promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente. Las normas, los objetivos de ordenación y las prioridades ambientales deberían reflejar el contexto ambiental y de desarrollo al que se aplican. Las normas aplicadas por algunos países pueden resultar inadecuadas y representar un costo social y económico injustificado para otros países, en particular los países en desarrollo.

PRINCIPIO 17.

Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente.

El Protocolo de Kioto aprobado el 11 de diciembre de 1997, contempla lo siguiente:

“El Protocolo representa un importante paso hacia adelante en la lucha contra el calentamiento del planeta, ya que contiene objetivos obligatorios y cuantificados de limitación y reducción de gases de efecto invernadero”.

En el año 2002, en Johannesburgo, se dio la reunión de las Naciones Unidas en donde se firmó la Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible. Entre los acuerdos que contiene la declaración se extraen aquellos que están directamente orientados hacia el desarrollo sostenible y por ende con el ahorro energético. Entre ellos están:

1. Nosotros, los representantes de los pueblos del mundo, reunidos en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (Sudáfrica) del 2 al 4 de septiembre de 2002, reafirmamos nuestro compromiso en pro del desarrollo sostenible.

5. Por consiguiente, asumimos la responsabilidad colectiva de promover y fortalecer, en los planos local, nacional, regional y mundial, el desarrollo económico, desarrollo social y la protección ambiental, pilares interdependientes y sinérgicos del desarrollo sostenible.

6. Desde este continente, cuna de la humanidad, proclamamos, por medio del Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible y la

presente Declaración, nuestra responsabilidad hacia nuestros semejantes, hacia las generaciones futuras y hacia todos los seres vivientes.

En el ámbito nacional a partir del año 2009, cuando se agudiza la crisis energética, el gobierno asume una postura con respecto a esta situación sancionando leyes, decretos y resoluciones para poder controlar el uso indiscriminado de la energía, y así poder disminuir el efecto invernadero, el agotamiento de los recursos no renovables, el racionamiento eléctrico y las fallas eléctricas que dejan sin servicio a la población con sus consiguientes consecuencias.

Entre los documentos legales que hacen referencia a la protección del medio ambiente, se menciona el artículo 127 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela Publicada en Gaceta Oficial N° 36.860 (1999) que reza así:

Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley. (p. 107)

La crisis energética que vive Venezuela se inició el mismo día en que se dejaron de revisar las tarifas, de evaluar, de planificar, de controlar y de invertir en el Sistema Eléctrico Nacional. Tal como se mencionó anteriormente, esta crisis se manifestó en el año 2009 cuando por efecto del fenómeno climatológico “El Niño” se tuvo en el país un periodo de sequía tan prolongado que los niveles hídricos de los embalses, donde se genera el mayor porcentaje de energía que se consumen en el país, bajaron hasta alcanzar cotas que ponían en riesgo el funcionamiento de los equipos instalados en dichas represas.

Esta situación aunada a las bajas tarifas que incitan a la población a un consumo exagerado e indiscriminado y a la falta de cultura hacia el ahorro llevó a una crisis que puso en peligro la estabilidad del Sistema Eléctrico Nacional y que provocó la reacción de las autoridades. En tal sentido Chávez (2009) anunció lo siguiente:

(...) medidas excepcionales, entre ellas la creación de un ministerio, para enfrentar la sequía y las dificultades para cubrir la demanda nacional de electricidad.

Entre las medidas excepcionales anunciadas por el presidente está el alquiler de un avión especial para que bombardee las nubes sobre el gigantesco embalse de Guri (en el este del país) y se produzcan lluvias, ya que sus reservas de agua están llegando al nivel de “alerta”, que es lo mismo que “al promedio de su mínimo histórico.

En la Gaceta Oficial N° 39.332 del 21 de diciembre de 2009 se publica la Resolución N° 005, donde el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica le gira instrucciones expresas a Corpoelec y a sus filiales para que le sea exigido a los centros residenciales y a los comerciales la elaboración de planes de ahorro energético de acuerdo a lineamientos planteados en dicha resolución:

CONSIDERANDO

Que dentro de las competencias de este Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica se encuentra la de controlar, fiscalizar y promover las medidas para el uso eficiente de la energía eléctrica, además de garantizar un servicio eléctrico justo y equitativo, que garantice el desarrollo económico y social de la población venezolana.

RESUELVE

Artículo 1

En pro del interés general y la primacía de los derechos colectivos de los ciudadanos y ciudadanas de la República Bolivariana de Venezuela, la presente Resolución tiene por objeto, garantizar el uso equitativo y la optimización del uso de la energía eléctrica suministrada por la corporación Eléctrica Nacional, S.A. (CORPOELEC) y sus filiales, además de realizar el control del uso del servicio eléctrico por personas jurídicas de carácter privado, en tal sentido, se instruye a la Corporación Eléctrica Nacional S.A. (CORPOELEC) y a todas sus filiales, para que exijan a los usuarios y usuarias del Servicio Eléctrico Nacional que tengan una demanda mayor a 5MW, en los casos de industrias pesadas y 2MW en los casos de industrias ligeras, centros o locales comerciales y centros residenciales, la elaboración de los planes de ahorro energético, los cuales una vez elaborados son de obligatorio cumplimiento para las instituciones privadas. Estos planes deberán contemplar un ahorro energético de al

menos veinte por ciento (20%) con respecto al consumo del mismo mes del año anterior y será evaluado mensualmente.

El 8 de Febrero de 2010 el presidente de Venezuela Hugo Chávez emite el Decreto de Emergencia Eléctrica N° 7.228, publicado en la Gaceta Oficial N° 39.363, cuya finalidad es mantener las medidas emitidas anteriormente (Gaceta Oficial N° 39.332, Resolución N° 005) para lograr que el Sistema Eléctrico Venezolano se establezca completamente. Este decreto contempla:

Por 60 días fue extendido el decreto de emergencia eléctrica en Venezuela. Así lo informó el presidente de la República, Hugo Chávez, este jueves durante una transmisión desde el Palacio de Miraflores.

DECRETA

Artículo 1. *Se declara el estado de emergencia sobre la prestación del servicio eléctrico nacional y sus instalaciones y bienes asociados, por un lapso de sesenta (60) días, prorrogables, en virtud de lo cual se autoriza al ministro del Poder Popular para la Energía Eléctrica.*

Artículo 5. *Se instruye a los ministros del Poder Popular para la Educación, la Educación Superior, la Comunicación e Información y la Energía Eléctrica a elaborar un programa educativo dirigido a los niveles de educación media y superior, así como el diseño de una campaña de difusión nacional que instruya a la población acerca del uso eficiente de la energía y el ahorro de la electricidad.*

El 11 de Febrero de 2010, en Gaceta Oficial N° 39.366, se publica la Resolución N° 09 que establece que los usuarios, con demanda asignada contratada superior a 25 KVA, deben reducir en consumo eléctrico en un 20%. Además indica cómo se debe hacer la reducción y la regulación para los usuarios del sector residencial cuyo consumo mensual supere los 500 KWH.

El 7 de junio de 2010, se publica la Gaceta Oficial N° 39.440 el decreto N° 7.462, donde a partir del 8 de junio se prorroga la emergencia eléctrica por sesenta días más.

El 14 de diciembre de 2010 se publicó en la Gaceta Oficial N° 39.573 la Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico la cual establece en el artículo 5, los principios

rectores para la prestación del servicio eléctrico: “2 *Sustentabilidad ambiental.* 5 *Uso racional y eficiente de los recursos.* 6 *Diversificación del uso de las fuentes de energía primarias.* 7 *Utilización de fuentes alternativas de energía*”.

El artículo 56 de esta Ley que se refiere a los fundamentos de la retribución:

La retribución de las actividades del Sistema Eléctrico Nacional para la prestación del servicio está orientada por el principio de uso racional y eficiente de la energía eléctrica, así como por los criterios de sustentabilidad económica y financiera, equidad, estabilidad, simplicidad de cálculo, transparencia, y en (...)

El Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica publicó, en la Gaceta Oficial N° 39.694 (ob. cit) cinco (5) resoluciones referentes al ahorro energético, las cinco Resoluciones contemplan las mismas consideraciones a saber: Que Venezuela tiene el más alto consumo eléctrico promedio en relación al Producto Interno Bruto, comparado con los demás países de América Latina; que en los últimos años se ha incrementado el consumo eléctrico; que habiéndose suspendido las medidas de ahorro energético establecidas en el 2010, se ha incrementado el consumo eléctrico; y que debido a diferencias climáticas existen en el país, también existen diferentes patrones de consumo.

La Segunda Resolución es la N° 74 la cual resuelve: promover el uso eficiente de la energía y reducir el consumo mensual excesivo en los usuarios residenciales; especifica los valores máximos de consumo de acuerdo a la ubicación del usuario dentro del territorio nacional y los incentivos que tendrán los mismos en función del cumplimiento de estos.

En virtud de que la crisis energética no se había resuelto, para finales de 2011, el Gobierno Nacional el 19 de Diciembre de 2011 publica en la Gaceta Oficial N° 39.823 la Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía (ob. cit). Esta nueva Ley tiene como objeto:

(...) promover y orientar el uso racional y eficiente de la energía en los procesos de producción, generación, transformación, transporte, distribución, comercialización, así como el uso final de la energía, a fin de preservar los recursos naturales, minimizar el impacto ambiental y social, contribuir con la equidad y bienestar social, así como, con la eficiencia

económica del país, mediante el establecimiento de políticas enfocadas en el uso racional y eficiente de la energía, la educación energética, la certificación de eficiencia energética y la promoción e incentivos para el uso racional y eficiente de la energía. (p. 390.291)

Por otra parte esta Ley en el artículo 3 “...*declara de interés social, público y de prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía*”.

El artículo 22 se refiere a la promoción que debe realizar el Ministerio, con competencia en la educación universitaria, para:

(...) la inclusión de contenidos, formación de cátedras, seminarios, talleres, asignaturas o materias que permitan complementar los conocimientos en materia de aprovechamiento de fuentes de energía renovable y el uso racional y eficiente de la energía, en los niveles técnicos, en las carreras de ingeniería, arquitectura y urbanismo, así como en todas aquellas disciplinas del saber que considere necesarias (...). (p. 390.292)

En el artículo 23 la Ley se refiere al Ministerio con competencia en la educación universitaria que debe impulsar “(…) *el desarrollo de líneas curriculares para el establecimiento de especializaciones, postgrados y doctorados en materia de uso racional y eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes de energía renovables*” (p. 390.292).

El 4 de diciembre de 2013, el Gobierno Nacional publica en la Gaceta Oficial No 6.118 Extraordinario, el Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013- 2019 el cual contempla:

El quinto de los grandes objetivos históricos se traduce en la necesidad de construir un modelo económico productivo eco-socialista, basado en una relación armónica entre el hombre y la naturaleza, que garantice el uso y aprovechamiento racional y óptimo de los recursos naturales, respetando los procesos y ciclos de la naturaleza.

En tal sentido, es necesario ratificar la defensa de la soberanía del Estado venezolano sobre los recursos naturales vitales. (p. 5)

En la Gaceta Oficial N° 40.370 (ob. cit) el Gobierno Nacional publicó una resolución que establece la eliminación progresiva del uso de bombillos incandescentes: “*Resolución Conjunta mediante la cual se establece de forma progresiva la prohibición de la*

producción, importación, distribución y comercialización de lámparas incandescentes de tipo convencional, en todo el territorio de la República Bolivariana de Venezuela” (p. 409.927). Esta resolución tiene un cronograma de implementación que inicia en marzo 2014 y finalizará en el segundo semestre de 2016.

Los países del mundo, incluyendo a Venezuela, están preocupados por el cambio climático, por la conservación del medio ambiente, por el desarrollo sostenible y por la emisión de gases de efecto invernadero; esta preocupación se evidencia en las declaraciones y protocolos suscritos, con la finalidad de lograr la solución a estos problemas. Entre las soluciones a esta crisis está la eficiencia y el ahorro energético.

Para Venezuela la preocupación es mayor debido a los problemas que se han presentado en los últimos años y que han puesto en peligro el Sistema Eléctrico Nacional; es por esta razón que además de suscribir convenios internacionales se han aprobado leyes, decretos y resoluciones relacionados con la eficiencia y el ahorro energético que conforman las bases legales que soportarán la elaboración de los criterios de diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares.

Capítulo 3.

LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES.

Toda edificación debe contar con instalaciones eléctricas adecuadas. Es a través de éstas que se le suministra y distribuye la energía eléctrica requerida para el uso de todos los equipos que garantizan el buen funcionamiento en las edificaciones.

Una instalación eléctrica debe cumplir con algunos elementos que determinarán su óptimo aprovechamiento, entre las cuales Harper (1997) menciona:

Los principales elementos de diseño que se deben considerar en las instalaciones de alumbrado, fuerza y sistemas auxiliares son los siguientes:

- 1) Magnitudes como son: Características de la carga, factores de demanda, diversidad, coincidencia y de carga.*
- 2) Servicios como son niveles de voltaje a emplear y distribución por niveles de voltaje en la instalación.*
- 3) Flexibilidad y previsión para ampliaciones futuras.*
- 4) Confiabilidad (seguridad en el suministro de la energía eléctrica).*
- 5) Seguridad del personal.*
- 6) Costos de operación y mantenimiento.*
- 7) Fuente de alimentación.*
- 8) Planta de emergencia.*
- 9) Cumplimiento con normas y especificaciones oficiales. (p.14)*

Cada diseño de las instalaciones eléctricas dependerá de las características arquitectónicas de la edificación y responderán a los criterios y normas que deben tenerse en cuenta al momento de diseñarlas.

Como el presente trabajo se refiere específicamente al diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliar, serán revisados los requerimientos necesarios para este tipo de edificaciones.

Un diseño apropiado de las instalaciones eléctricas en una edificación residencial multifamiliar permitirá el buen funcionamiento de la iluminación, de los equipos

electrodomésticos, de los aires acondicionado, de los ascensores, de las bombas, los motores, del sistema de seguridad.

La energía eléctrica llega a las edificaciones a través de la red de distribución que tiene en el sector la empresa que presta el servicio eléctrico. Esta red puede ser aérea o subterránea. En la Tabla 9 se pueden observar los niveles de tensión, normalizados, que tienen las redes de distribución en Venezuela.

Tabla 9

Tensiones nominales y límites permisibles de la tensión de servicio en el punto de medición de los sistemas de distribución hasta 34,5 KV.

| Tensión Nominal | | Zona A | | Zona B | |
|---|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 3 Hilos | 4 Hilos | Tensión mínima | Tensión máxima | Tensión mínima | Tensión máxima |
| 2400 | | 2340 | 2520 | 2280 | 2540 |
| 4800 | | 4680 | 5040 | 4560 | 5080 |
| | 8320 Y/ 4800 | 8110 Y/ 4680 | 8730 Y/ 5040 | 7900 Y/ 4560 | 8800 Y/ 5080 |
| | 12470 Y/ 7200 | 12160 Y/ 7020 | 13090 Y/ 7560 | 11850 Y/ 6840 | 13200 Y/ 7620 |
| 13800 | | 13460 | 14490 | 13110 | 14520 |
| | 24000 Y/ 13800 (ver nota 3) | 23290 Y/ 13460 | 25100 Y/ 14490 | 22680 Y/ 13110 | 25150 Y/ 14520 |
| | 24940 Y/ 14400 | 24320 Y/ 14040 | 26190 Y/ 15120 | 23690 Y/ 13680 | 26400 Y/ 15240 |
| | 34500 Y/ 19920 | 33640 Y/ 19420 | 36230 Y/ 20920 | 32780 Y/ 18930 | 36510 Y/ 21080 |
| 34500 | | 33640 | 36230 | 32780 | 36310 |
| Notas | | | | | |
| 1) Los usuarios deben establecer contacto con la empresa de servicio correspondiente, a fin de conocer la tensión nominal que puede ser suministrada en la zona de utilización del equipo. | | | | | |
| 2) Existen en algunos sectores del país sistemas que no están dentro de los valores nominales indicados en la tabla 2 y que en lo posible deben pasar a algún valor normalizado en dicha tabla. | | | | | |
| 3) Se permite una tolerancia de - 0,42 %. | | | | | |

Fuente: Covenin 159:1997. Tensiones normalizadas de servicio. 2da Revisión. (p. 3)

A la red de distribución que existe en el sector se conectan los transformadores, que según la norma Covenin 3172-95 (1995): “*Es un aparato estático que por medio de inducción electromagnética, transforma un sistema de tensión y corriente a otros niveles, usualmente diferentes, de tensión y corriente alterna de la misma frecuencia entre dos o más devanados*”. (p. 16)

Estos transformadores disminuirán los voltajes a los niveles requeridos por las instalaciones eléctricas de las edificaciones y son llamados de baja tensión. Estos niveles fueron mostrados en la Tabla 7, punto 2.2.18.

Como se dijo anteriormente, para llevar el voltaje de los niveles de distribución hasta los niveles de baja tensión que requiere la edificación residencial multifamiliar, se utilizan transformadores que pueden ser de tipo pedestal o bancos de transformadores monofásicos. Los transformadores (monofásico, banco de transformadores monofásicos o trifásico) pueden estar ubicados, dependiendo de la carga que requiera la edificación, del diseño arquitectónico y del factor económico en postes, en casetas subterráneas, en casetas superpuestas o a la intemperie sobre un pedestal.

Para Mevenca (s.f.) la característica más importante que tienen los transformadores tipo Pedestal es que “*...están especialmente diseñados para su instalación en sistemas de alimentación subterránea*” (p. 18).

Las especificaciones técnicas de los espacios que alojarán los transformadores están normalizadas y deben cumplir con el Código Eléctrico Nacional y con las normas y recomendaciones técnicas de la empresa que suministra el servicio eléctrico en la zona. En las Figuras 30 y 31 se pueden observar el transformador tipo pedestal y un transformador monofásico respectivamente.



Figura 30. Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted)

Fuente:

http://magnetron.com.co/magnetron_en/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=10



Figura 31. Transformador Monofásico.

Fuente:

<http://www.bing.com/images/search?q=transformadores+de+distribucion+electronica+tipo+pedestal&view=detailv2&&id=CE8B1AB23C883014CA2BAD78B8730C5AE6734940&selectedIndex=24&ccid=giksqZg7&simid=608054880181815186&thid=JN.Geup5phShCz2uuHZr54HgA&ajaxhist=0>

En las Figuras 32, 33, 34 y 35 se pueden ver los diferentes transformadores y su ubicación de acuerdo al tipo y la potencia de diseño requerida por la edificación.



Figura 32 Transformación tipo Pedestal Trifásico en una Edificación Residencial Multifamiliar. Calle 8 entre carreras 27 y 28, Barquisimeto.
Fuente: El autor

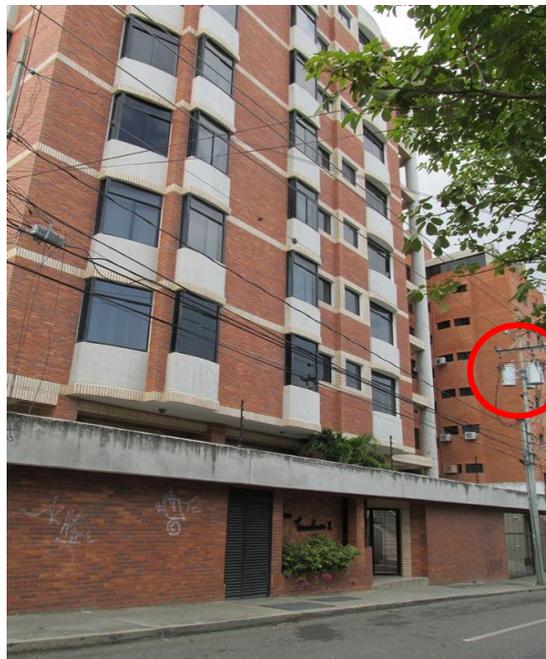


Figura 33. Banco de Transformadores Monofásicos en poste, en una Edificación Residencial Multifamiliar. Urb. Del Este, Barquisimeto.
Fuente: El autor



Figura 34. Caseta de transformación superpuesta que contiene un Banco de Transformadores Monofásicos en una Edificación Residencial Multifamiliar. Carrera 23 entre 9 y 10, Barquisimeto.

Fuente: El autor

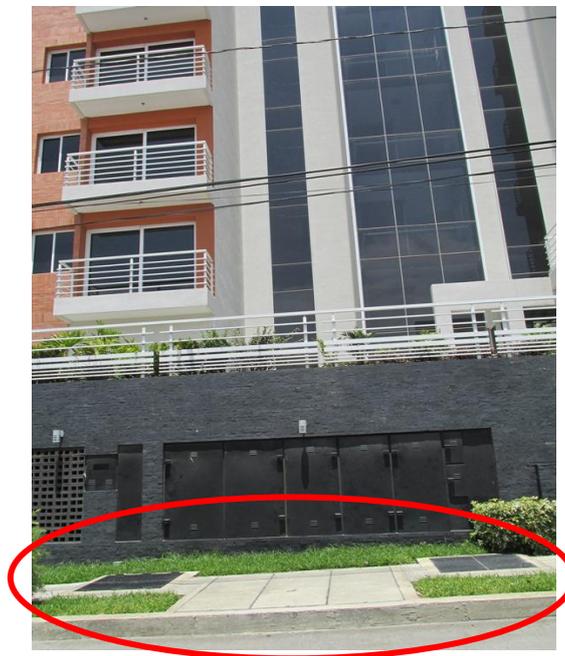


Figura 35. Caseta de transformación subterránea que contiene un Banco de Transformadores Monofásicos en una Edificación Residencial Multifamiliar. Urb. Del Este, Barquisimeto.

Fuente: El autor

Una vez que se tenga el voltaje de funcionamiento de los equipos que requieren electricidad, se realiza la conexión entre los transformadores y el Centro de Medición, pasando a través del interruptor principal o del interruptor de servicio preferencial. En el Centro de Medición estarán alojados todos los contadores (medidores de energía) requeridos para poder registrar los consumos de todos y cada uno de los usuarios o clientes y así la empresa que presta el servicio eléctrico en el sector, puede generar la factura correspondiente al periodo de tiempo registrado. En la Figura 36 se puede observar un Centro de Medición de una Edificación Residencial Multifamiliar con el compartimiento para el medidor de servicio preferencial, el de los interruptores (breakers) de corte, el compartimiento de los medidores de las áreas comunes y de los apartamentos y el compartimiento de los interruptores (breakers) de servicio.



Figura 36. Centro de Medición de una Edificación Residencial Multifamiliar, calle 10 entre carreras 22 y 23, Barquisimeto.
Fuente: El autor

Desde el Centro de Medición se llevarán los alimentadores (conductores y tuberías) a través de los ductos de electricidad, hasta los tableros principales de todos los clientes que poseen medidores (apartamentos, áreas comunes y equipos de seguridad) y desde estos tableros se distribuirá la energía de acuerdo al proyecto eléctrico que se haya diseñado, bien sea hasta tableros secundarios o directamente a los circuitos que alimentan las cargas proyectadas. El calibre de los conductores que alimentaran los tableros y los usados para los circuitos será calculado de acuerdo con el sistema que requieren y las cargas asociadas, y la tubería para alojar los conductores dependerá de los calibres de estos. En las Figuras 37 y 38 se puede observar un modelo de tablero usado en una unidad de vivienda (Apartamento) y un modelo de tablero usado para las áreas comunes, o para las cargas preferenciales, de un edificio residencial multifamiliar, respectivamente.



Figura 37. Tablero para unidad de vivienda de un Edificación Residencial Multifamiliar.

Fuente: Catálogo de Master Circuito, C.A.
<http://www.mastercircuito.com/bienvenidos.html>



Tablero NAB



Tablero NLAB

Figura 38. Tablero para áreas comunes de una Edificación Residencial Multifamiliar.

Fuente: Catálogo de Master Circuito, C.A.
<http://www.mastercircuito.com/bienvenidos.html>

En los apartamentos, independientemente del diseño arquitectónico, estarán localizados los electrodomésticos, luminarias, los calentadores, los aires acondicionados y todos los equipos que los propietarios o inquilinos deseen instalar, y en las áreas comunes estarán los ascensores, bombas, motores, sistema de bombeo de aguas blancas, bomba contra incendio, extractores, inyectores, iluminación, presurización y tomas. Siguiendo lo indicado en el Código Eléctrico Nacional y en las Normas Covenin se diseñarán los circuitos de alumbrado, de tomacorrientes y los circuitos exclusivos que alimentaran las cargas importantes. En las Tablas 10 y 11 se observan los listados de equipos que pueden estar presentes en las unidades de viviendas (apartamentos) y en la Tabla 12 se listan los equipos de seguridad y los posibles equipos presentes en las áreas comunes. La

construcción de estas tablas tuvo como base la información que aparece en El Manual para el Diseño de Instalaciones Eléctricas en Residencias de la C.A. La Electricidad de Caracas (1974) (p. 8). Asimismo, en las Figuras 39, 40 y 41 se puede observar algunos de los equipos que aparecen en dichas tablas y en la Figura 42 se muestran los consumos eléctricos por hora de algunos electrodomésticos comparados con un foco (bombillo) de 100watt.

Tabla 10.

Artefactos eléctricos en dormitorios y baños de unidades de viviendas (apartamentos).

| DORMITORIOS | BAÑOS |
|--------------------------|--------------------------|
| Alumbrado de techo. | Alumbrado de techo. |
| Alumbrado de pared. | Alumbrado de pared. |
| Lámpara de mesa. | Máquina de afeitar. |
| Reloj despertador. | Secador de pelo. |
| Radio. | Calentador de agua. |
| Televisión. | Extractor de aire. |
| Teléfono inalámbrico. | Aspiradora. |
| Teléfono celular. | Pulidora de pisos. |
| Secador de pelo. | Plancha para el cabello. |
| Plancha para el cabello. | Otros. |
| Radiador infrarrojo. | |
| Sol artificial. | |
| Almohadilla eléctrica. | |
| Fomentera eléctrica. | |
| Aspiradora. | |
| Pulidora de pisos. | |
| Ventilador portátil. | |
| Aire acondicionado. | |
| Otros. | |

Fuente: El Autor.

Tabla 11.

Artefactos eléctrico en cocina, lavadero, sala de estar, comedor, salón, hall y estudio.

| COCINA Y LAVADERO | SALA DE ESTAR, COMEDOR, SALÓN, HALL, ESTUDIO |
|---|---|
| Alumbrado de techo. | Alumbrado de techo directa. |
| Alumbrado de pared para mesa, armarios, fregadero, mostrador. | Alumbrado de techo indirecta. |
| Cocina eléctrica completa. | Alumbrado de pared. |
| Cocina sin horno, 4 unidades. | Lámpara de pie. |
| Cocina sin horno, 2 unidades. | Lámpara de mesa. |
| Campana. | Alumbrado de escalera. |
| Horno. | Radio. |
| Asador. | Televisión. |
| Mini horno eléctrico. | Equipo de sonido. |
| Tostador de pan. | Reloj eléctrico. |
| Sándwicheras. | Máquina de coser. |
| Cuchillo eléctrico. | Juguetes eléctricos. |
| Rebanadora. | Alumbrado Árbol de navidad. |
| Filtro de agua. | Refrigeradora portátil. |
| Cafetera. | Aspiradora. |
| Sartén eléctrico. | Ventilador portátil. |
| Olla arrocera. | Pulidora. |
| Teléfono celular y/o inalámbrico. | Aire acondicionado. |
| Calentador de teteros. | Pulidora de piso. |
| Esterilizador de tetero. | Timbre de llamada servicio. |
| Calentador de agua. | Teléfonos. |
| Refrigerador. | Otros. |
| Congelador. | |
| Batidora. | |
| Licuadora. | |
| Pica todo. | |
| Extractor de jugo. | |
| Microonda. | |
| Lavaplatos. | |
| Tostador. | |
| Lavaplatos con triturador. | |
| Reloj eléctrico. | |
| Ventilador de cocina. | |
| Radio. | |
| Lavadora no-automática | |
| Lavadora automática. | |
| Planchadora - Plancha. | |
| Secadora de ropa 240 o 120 v. | |
| Otros. | |

Fuente: Autor.

Tabla 12.

Artefactos eléctricos en áreas comunes en edificaciones residenciales multifamiliares.

| ÁREAS RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR. | COMUNES | EN | EDIFICACIONES |
|---|----------------|-----------|--------------------------------------|
| | | | Luces de seguridad. |
| | | | Luces de pasillos. |
| | | | Alumbrado de estacionamiento. |
| | | | Alumbrado de sótano. |
| | | | Alumbrado de áreas sociales. |
| | | | Alumbrado exterior. |
| | | | Alumbrado escaleras. |
| | | | Alumbrado piscina. |
| | | | Alumbrado Árbol de navidad |
| | | | Reflectores. |
| | | | Postes. |
| | | | Ascensores. |
| | | | Extractores en sótano. |
| | | | Inyectores en sótano. |
| | | | Extractores en planta techo. |
| | | | Presurización de escalera. |
| | | | Presurización en fosa de ascensores. |
| | | | Equipo de bombeo de aguas blancas. |
| | | | Bomba de achique. |
| | | | Bomba de aguas negras. |
| | | | Bomba de la piscina. |
| | | | Bomba contra incendio. |
| | | | Tomacorrientes de uso general. |
| | | | Timbre de llamada. |
| | | | Intercomunicadores. |
| | | | Asador portátil. |
| | | | Otros |

Fuente: El autor



Figura 39. Triturador de basura.

Fuente:

<http://articulo.mercadolibre.com.pe>



Figura 40. Plancha de pelo.

Fuente:

<http://listado.mercadolibre.com>



Figura 41. Planchadora.

Fuente: <http://img.mx.class.posot.com>



Figura 42. Consumos eléctricos, por hora, de algunos electrodomésticos comparados con un foco (bombillo) de 100watt.

Fuente:

http://www.maquinariayocio.com/WebRoot/StoreES2/Shops/61545888/MediaGallery/consumo_0020_electrodomesticos.jpg

Una vez que los responsables de los diseños de los diferentes equipos que estarán presentes en la edificación (instalaciones mecánicas, sanitarias, de seguridad, entre otras) determinen las especificaciones técnicas de cada uno de ellos, entre las que se encuentran la potencia, voltaje, corriente, número de fases, y cualquier otra información de importancia, éstas deberán ser consideradas para realizar los cálculos necesarios para determinar los calibres de los conductores, las tuberías, tableros, protecciones, cajas de paso, recorrido de los circuitos y alimentadores. Es importante mencionar que sin esas especificaciones el diseño de las instalaciones eléctricas sería deficiente o estaría sobrediseñado.

Penissi (1987, p. 91) presenta las fórmulas para calcular la corriente de acuerdo al sistema de distribución que se tenga en la edificación:

- a) Sistema Monofásico 120 voltios entre fase y neutro, dos hilos.

$$I = \frac{P}{V_n \times \text{COS } \Phi}$$

- b) Sistema Monofásico 240, 208 o 480 voltios entre líneas, 3 hilos.

$$I = \frac{P}{V_{\text{línea}} \times \text{COS } \Phi}$$

- c) Sistema Trifásico 240, 208 o 480 voltios entre líneas, 3 o 4 hilos.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{\text{línea}} \times \text{COS } \Phi}$$

Donde la corriente (I) está en amperios, la potencia (P) en vatios y la tensión (V) en voltios; siendo V_n la tensión de fase, $V_{\text{línea}}$ la tensión entre fases y $\text{COS } \Phi$ el factor de potencia. Esta corriente calculada será la utilizada para seleccionar el conductor por capacidad de corriente. Como puede observarse con una potencia de igual magnitud el valor de la corriente es mucho menor cuando se usa el sistema de distribución c) y es mayor cuando se usa el sistema de distribución a), por lo cual cuando los equipos tienen potencia de magnitud considerable, deben seleccionarse trifásicos o monofásicos 240 o 208 voltios.

En la Tabla 13 se observa los calibres de conductores, normalizados; y en la Tabla 14 se observan los diámetros de tubería, en pulgadas, y el número de conductores que puede alojar en función de los calibres de los mismos.

Tabla 13.

Capacidad de Corriente en Amperios para conductores de Cobre.

Tabla 310.16 Ampacidades Admisibles de los Conductores Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios y 60°C a 90°C (140°F a 194°F) con No Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización, Cable o Directamente Enterrados, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30°C (86°F).

| Calibre de los Conductores | Régimen de Temperatura del Conductor (véase la Tabla 310.13) | | | | | | Calibre de los Conductores |
|----------------------------|--|--|--|---|--|--|----------------------------|
| | 60° C (140°F) | 75° C (167°F) | 90° C (194°F) | 60° C (140°F) | 75° C (167°) | 90° C (194°) | |
| | TIPOS TW*, UF* | TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, IHHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW* | TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2 | TIPOS TW*, UF* | TIPOS RH*, RHW*, IHHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE* | TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, IHHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2 | |
| AWG/ kcmil | COBRE | | | ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE | | | AWG/ kcmil |
| 18 | .... | .... | 14 | .... | .... | .... | .... |
| 16 | .... | .... | 18 | .... | .... | .... | .... |
| 14 * | 20 | 20 | 25 | .... | .... | .... | .... |
| 12 * | 25 | 25 | 30 | 20 | 20 | 25 | 12* |
| 10 * | 30 | 35 | 40 | 25 | 30 | 35 | 10* |
| 8 | 40 | 50 | 55 | 30 | 40 | 45 | 8 |
| 6 | 55 | 65 | 75 | 40 | 50 | 60 | 6 |
| 4 | 70 | 85 | 95 | 55 | 65 | 75 | 4 |
| 3 | 85 | 100 | 110 | 65 | 75 | 85 | 3 |
| 2 | 95 | 115 | 130 | 75 | 90 | 100 | 2 |
| 1 | 110 | 130 | 150 | 85 | 100 | 115 | 1 |
| 1/0 | 125 | 150 | 170 | 100 | 120 | 135 | 1/0 |
| 2/0 | 145 | 175 | 195 | 115 | 135 | 150 | 2/0 |
| 3/0 | 165 | 200 | 225 | 130 | 155 | 175 | 3/0 |
| 4/0 | 195 | 230 | 260 | 150 | 180 | 205 | 4/0 |
| 250 | 215 | 255 | 290 | 170 | 205 | 230 | 250 |
| 300 | 240 | 285 | 320 | 190 | 230 | 255 | 300 |
| 350 | 260 | 310 | 350 | 210 | 250 | 280 | 350 |
| 400 | 280 | 335 | 380 | 225 | 270 | 305 | 400 |
| 500 | 320 | 380 | 430 | 260 | 310 | 350 | 500 |
| 600 | 355 | 420 | 475 | 285 | 340 | 385 | 600 |
| 700 | 385 | 460 | 520 | 310 | 375 | 420 | 700 |
| 750 | 400 | 475 | 535 | 320 | 385 | 435 | 750 |
| 800 | 410 | 490 | 555 | 330 | 395 | 450 | 800 |
| 900 | 435 | 520 | 585 | 355 | 425 | 480 | 900 |
| 1000 | 455 | 545 | 615 | 375 | 445 | 500 | 1000 |
| 1250 | 495 | 590 | 665 | 405 | 485 | 545 | 1250 |
| 1500 | 520 | 625 | 705 | 435 | 520 | 585 | 1500 |
| 1750 | 545 | 650 | 735 | 455 | 545 | 615 | 1750 |
| 2000 | 560 | 665 | 750 | 470 | 560 | 630 | 2000 |

| FACTORES DE CORRECCION | | | | | | | |
|------------------------|--|------|------|------|------|------|---------------------|
| Temp. Ambiente (°C) | Para Temperaturas Ambiente Distintas de 30°C, (86°F) : se Multiplican las Ampacidades Anteriores por los Factores Apropriados Siguietes: | | | | | | Temp. Ambiente (°F) |
| 21 - 25 | 1.08 | 1.05 | 1.04 | 1.08 | 1.05 | 1.04 | 70-77 |
| 26 - 30 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 78-86 |
| 31 - 35 | 0.91 | 0.94 | 0.96 | 0.91 | 0.94 | 0.96 | 87-95 |
| 36 - 40 | 0.82 | 0.88 | 0.91 | 0.82 | 0.88 | 0.91 | 96-104 |
| 41 - 45 | 0.71 | 0.82 | 0.87 | 0.71 | 0.82 | 0.87 | 105-113 |
| 46 - 50 | 0.58 | 0.75 | 0.82 | 0.58 | 0.75 | 0.82 | 114-122 |
| 51 - 55 | 0.41 | 0.67 | 0.76 | 0.41 | 0.67 | 0.76 | 123-131 |
| 56 - 60 | .... | 0.58 | 0.71 | .... | 0.58 | 0.71 | 132-140 |
| 61 - 70 | .... | 0.33 | 0.58 | .... | 0.33 | 0.58 | 141-158 |
| 71 - 80 | .... | .... | 0.41 | .... | .... | 0.41 | 159-176 |

Nota: * Véase 240.4 (D)

Fuente: Código Eléctrico Nacional. Fondonorma 200:2004. (7ª Revisión.)

Tabla 14.
Número de conductores por ducto.

| N° | NUMERO DE CONDUCTORES POR DUCTO | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 14 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 3/4 | 3/4 | 3/4 | 1 | 1 |
| 12 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 3/4 | 3/4 | 1 | 1 | 1 | 1 1/4 |
| 10 | 1/2 | 1/2 | 3/4 | 3/4 | 1 | 1 | 1 | 1 1/4 | 1 1/4 |
| 8 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 |
| 6 | 1/2 | 1 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 1/2 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 1/2 |
| 3 | 3/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 | 2 | 2 1/2 | 2 1/2 |
| 2 | 3/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 | 2 1/2 | 2 1/2 | 2 1/2 |
| 1 | 3/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 2 | 2 | 2 1/2 | 2 1/2 | 3 | 3 |
| 1/0 | 1 | 1 1/2 | 2 | 2 | 2 1/2 | 2 1/2 | 3 | 3 | 3 |
| 2/0 | 1 | 2 | 2 | 2 1/2 | 2 1/2 | 3 | 3 | 3 | 3 1/2 |
| 3/0 | 1 | 2 | 2 | 2 1/2 | 3 | 3 | 3 | 3 1/2 | 3 1/2 |
| 4/0 | 1 1/4 | 2 | 2 | 2 1/2 | 3 | 3 | 3 1/2 | 3 1/2 | 4 |

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos100/disenio-electrico-casa/disenio-electrico-casa.shtml>

Capítulo 4.

MARCO METODOLÓGICO.

La principal fuente de energía de las edificaciones en Venezuela es la energía eléctrica que se toma directamente de la red pública de electricidad, que es un monopolio exclusivo del estado venezolano. Luego, para hacer instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en una edificación, se debe minimizar el uso de la energía eléctrica sin disminuir el desempeño y/o el confort de la instalación. ¿Cómo lograrlo? es el objetivo primordial de este trabajo.

Se investigará sobre los criterios, técnicas y prácticas de diseño empleadas en otros países y se evaluarán aquellas que puedan ser adaptadas a las condiciones geo-climáticas, económicas y técnicas imperantes en nuestro país.

4.1. Naturaleza de la Investigación.

La metodología utilizada para realizar el presente trabajo se enmarca en una investigación documental, descriptiva y de campo. Arias (1998) se refiere a la investigación documental como aquella que se concentra en la recopilación de información, proveniente de material impreso o digital, para luego proceder a analizarla. Para la realización de este trabajo, se recurrió a catálogos, folletos, revisión de trabajos, nacionales e internacionales, información en línea, relacionados con las instalaciones eléctricas energéticamente eficientes y una serie de documentos impresos o virtuales que indican las especificaciones técnicas de los equipos más modernos que usan la energía eléctrica para su funcionamiento.

Hernández et. al (ob. cit) definen la investigación descriptiva como aquella que describe y analiza las características y aspectos más importantes de un fenómeno. Para realizar este trabajo se debe revisar detalladamente cuales son los equipos que utilizan las

instalaciones eléctricas de una edificación residencial multifamiliar como lo son los destinados a la iluminación, electrodomésticos, motores y las diferentes cargas que pueden encontrarse en este tipo de edificaciones.

Arias (ob. cit) plantea que la investigación de campo es aquella donde el equipo de trabajo recolecta la información de primera mano sin intermediación de ninguna naturaleza.

4.2. Diseño de la Investigación.

Para Ballestrini (2001) el diseño de una investigación es:

(...) el plan global de la investigación que integra de un modo coherentemente correcto técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos e intenta dar respuestas claras y no ambiguas a las preguntas planteadas en la misma. (p.131).

Para realizar el presente estudio se recurrirá a la recopilación y consulta de diversos materiales impresos y estudios realizados en el ámbito nacional e internacional; a catálogos digitales y en físico; a normas y especificaciones técnicas; a decretos, resoluciones y leyes nacionales y a declaraciones internacionales, desarrollando un diseño de investigación documental. Según Arias (ob. cit) el propósito de este diseño es aportar nuevos conocimientos. (pag.27)

4.3. Procedimiento de la Investigación.

El proceso de investigación de este trabajo se fundamenta en el diseño de una planificación con la finalidad de obtener la información necesaria para dar respuesta a los objetivos planteados en el Capítulo 1. Dicha planificación se ve reflejada en un esquema de trabajo que fue elaborado con base en el proceso de investigación diseñado por Hernández,

et al. (ob. cit). El mismo se diseñó en fases de desarrollo tal como se muestra en la Figura 43.

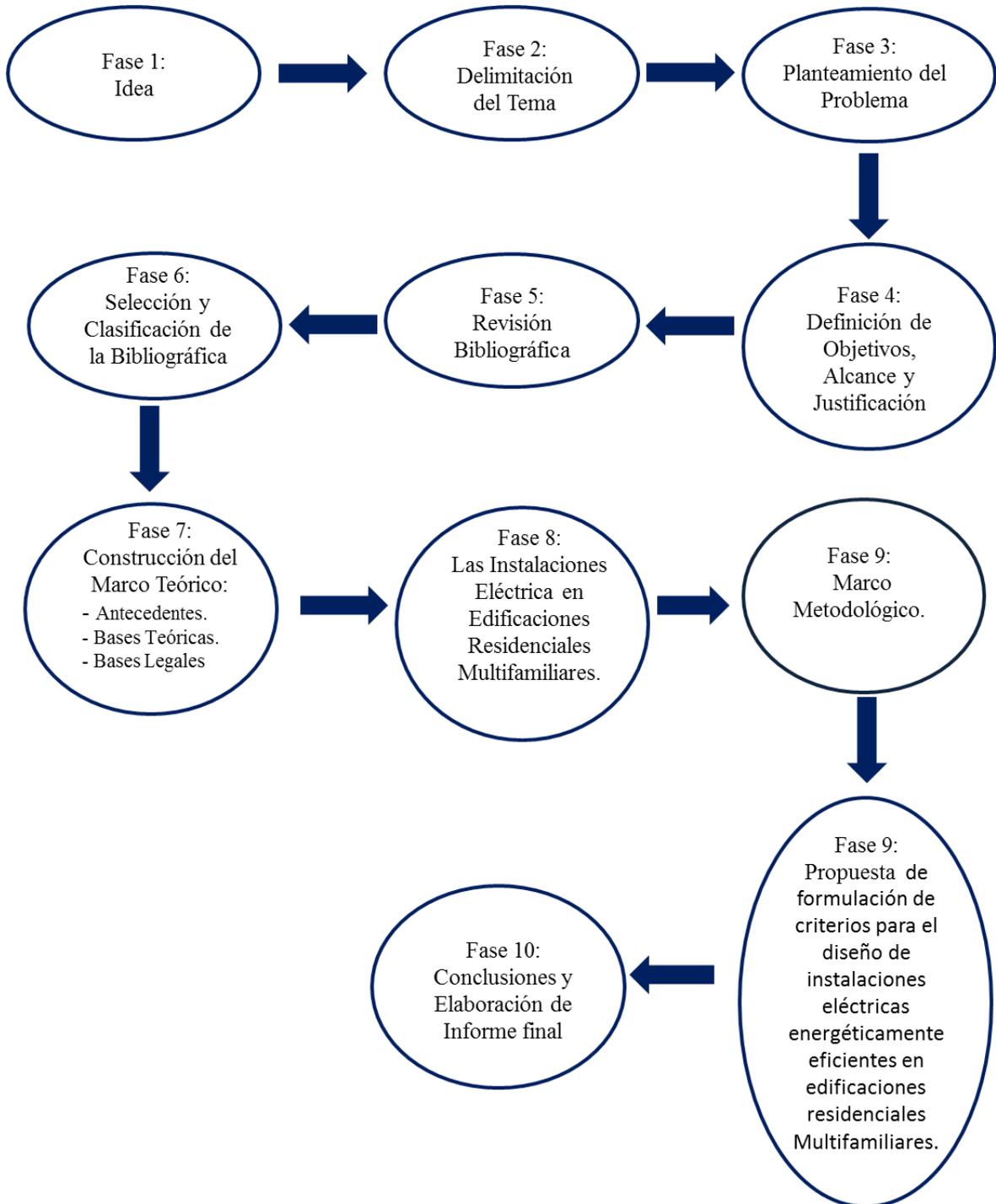


Figura 43. Esquema de trabajo sobre la base del proceso de investigación diseñado por Hernández, Fernández y Baptista (2006).

Fuente: El Autor.

Se quiere resaltar que esta investigación se hizo con la siguiente interrogante en mente:

¿Cuáles son los criterios para el diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones Residenciales Multifamiliares, que deben ser considerados por estudiantes y profesionales? Cuando se da respuesta a esta interrogante se podrá afirmar que se cuenta con una edificación residencial multifamiliar energéticamente eficiente.

La primera fase, correspondiente a la Idea, se plantea en el Capítulo 1, y surge de la preocupación por la crisis energética a nivel mundial y particularmente a nivel nacional. A partir de esta preocupación se plantea la necesidad de considerar algunos aspectos que inciden en esta problemática, siendo uno de ellos el relacionado con las instalaciones eléctricas.

La segunda fase, también contemplada en el Capítulo 1, tiene que ver con la delimitación del tema. Como se ha dicho anteriormente, el uso de la energía eléctrica se ha extendido universalmente, por lo que desarrollar un trabajo de investigación para el diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en general sería demasiado extenso, razón por la cual el presente trabajo está enfocado en las edificaciones residenciales multifamiliares. Otro factor que contribuyó en la delimitación del tema surgió al revisar la bibliografía impresa encontrando que Sosa et al. (ob. cit) acotan que “...*el sector residencial y el comercial representan el 60% del consumo de energía eléctrica en Venezuela*” (p.8), correspondiendo el residencial a un 35% y el comercial a un 25%.

La fase 3 corresponde al Planteamiento del Problema que surge ante la crisis energética a la cual ningún venezolano está exento sin importar su condición social, política, económica, geográfica.

En la fase 4, se procedió a la definición de objetivos, alcance y justificación, teniendo como objetivo general: “*Formular criterios para el diseño de instalaciones eléctricas*”

energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares”, cuyo logro daría respuesta a la pregunta planteada: ¿Cuáles son los criterios para el diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares, que deben ser considerados por estudiantes y profesionales?

Para el desarrollo del Capítulo 2, marco teórico, se siguió el esquema de Volcanes (2.009) el cual contempla tres fases: fase de revisión bibliográfica, fase de investigación y fase de análisis de datos. Una vez cubierta la fase 4, se procede a realizar la revisión bibliográfica correspondiente a la fase 5. Al respecto se revisaron libros, tesis de maestría, manuales, documentos en la web, catálogos de fabricantes, artículos y guías relacionadas con el tema, ordenanzas municipales, normas, leyes y resoluciones, y se consultó a expertos en la materia; luego se procedió a la selección y clasificación del material bibliográfico, fase 6. Una vez revisada, seleccionada y clasificada la literatura se diseñó el marco teórico, donde se exponen los antecedentes, bases teóricas y bases legales como parte de la fase 7, con lo cual se le dio orientación al presente trabajo.

En la octava fase, Capítulo 3, se da una descripción de la instalación eléctrica de una edificación residencial multifamiliar desde el punto de conexión con la empresa que presta el servicio eléctrico en la zona, hasta el equipo que se desea energizar, pasando por los transformadores, centro de medición y los tableros de electricidad.

En la fase 9 se formularon los criterios para el diseño de instalaciones eléctricas, energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares. La formulación de criterios, Capítulo 5, se basó en incorporar el diseño de técnicas y tecnologías que permitan que futuras instalaciones sean inherentemente eficientes energéticamente y que incorpore características que habiliten a los futuros usuarios para aplicar prácticas de ahorro de energía, sin causar molestias ni disminución en la calidad de vida ni del confort que proporciona la instalación bajo diseño.

Y por último, la fase 10, se refiere a las conclusiones con base en la información procesada, lo cual permitió elaborar el presente informe.

4.4. Unidades de Datos.

Todo el material bibliográfico que sirvió para lograr los objetivos conforman las unidades de datos. Sabino (1992) plantea que las “(...) fuentes, que pueden ser personas, situaciones o hechos que se observan directamente, o materiales bibliográficos de diversa naturaleza, son las que llamamos unidades de datos (...)” (p.91).

4.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos.

La observación documental fue la técnica que se empleó para la obtención de la información, en tal sentido Sabino (ob. cit) la define así: “(...) registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido recogidos y muchas veces procesados por otros investigadores.” (p.114).

Para la recolección de los datos se utilizó la ficha, la cual es un instrumento del cual Sabino (ob. cit, 1992) refiere que para su elaboración se puede recurrir a: “(...) cualquier clase de papel o en archivos específicos de los procesadores de texto de las computadoras o en bases de datos específicas para guardar tales registros.” (p.134).

4.6. Análisis de Datos.

Una vez clasificada y seleccionada la información se analizó en función de los objetivos para dar origen a los criterios. Hurtado (2000) se refiere al análisis de los datos como: “El propósito de análisis es aplicar un conjunto de estrategias y técnicas que le

permiten al investigador obtener el conocimiento que estaba buscando, a partir del adecuado tratamiento de los datos recogidos.” (p.181)

Capítulo 5.

FORMULACION DE CRITERIOS.

La formulación de criterios se basará, en la incorporación al diseño de las instalaciones eléctricas, definida en el punto 2.2.8, de técnicas y tecnologías que permitan que las instalaciones eléctricas sean energéticamente eficientes y que incorporen características que le proporcionen a los usuarios calidad de vida y confort, tal como hacen referencia los autores citados en el punto 2.2.1.

En el punto 2.2.9 el Ing. Valderrama hace referencia a los beneficios de una instalación eléctrica energéticamente eficiente, y Sosa et al. (ob. cit) e Imergia (ob. cit) hacen referencia de los aspectos donde el diseñador de las instalaciones eléctricas debe enfocarse para lograrlo.

Es evidente que si no se desea sufrir del racionamiento eléctrico planteado en el punto 2.2.11, ni se quiere sufrir de fallas que perjudiquen los equipos e impidan la realización de las actividades cotidianas, el esfuerzo debe concentrarse en primera instancia en diseñar instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares que les permitan comportarse como tales a lo largo de su vida útil y en segunda instancia tal como lo señalan los autores en el punto 2.2.2, implementar acciones que conlleven al ahorro energético, entre las cuales están la sustitución de bombillos, el uso de electrodomésticos eficientes, entre otros.

Una vez construida la edificación, si las instalaciones utilizan el mínimo de energía necesaria para la prestación del servicio, disminuyendo las pérdidas técnicas y satisfaciendo las necesidades y requerimientos de confort, se podrá afirmar que las instalaciones eléctricas son energéticamente eficientes.

Diseñando instalaciones eléctricas energéticamente eficientes y practicando el ahorro energético se logra un desarrollo sustentable, el impacto ambiental se reduce y se

disminuye la emisión de gases producto de la generación de energía los cuales contribuyen con el efecto invernadero, tal como puede verse en los puntos referidos a estos conceptos en las bases teóricas.

Para lograr este propósito, el equipo de trabajo multidisciplinario debe estar comprometido.

La evaluación correcta de la ubicación de la parcela le servirá al equipo de trabajo para aprovechar la ventilación y la iluminación natural así como el requerimiento o no de equipos de aire acondicionado necesarios para garantizar el confort con el menor consumo eléctrico.

Los profesionales que intervendrán en el diseño de las instalaciones deben definir todos los equipos y sus especificaciones técnicas, que serán instalados en las áreas comunes y en los apartamentos cuya selección y aprobación debe estar basada en la eficiencia energética de cada uno de ellos.

Esta información le será entregada al ingeniero electricista quien hará el diseño de las instalaciones eléctricas de acuerdo a las normas Covenin, al Código Eléctrico Nacional, a las especificaciones y recomendaciones técnicas de la empresa que presta el servicio eléctrico en la zona y con la base legal que ha surgido en los últimos años, a raíz de la crisis energética y que están listados en el punto 2.3.

Para la formulación de los criterios se han considerado las dos cargas fundamentales de las instalaciones eléctricas, como lo son el alumbrado y los tomacorrientes. Adicionalmente, se incluyen las salidas para equipos especiales, el cableado y las canalizaciones eléctricas, áreas destinadas a los medidores de electricidad, tableros principales y ducto de electricidad, tableros eléctricos, y cajas de derivación, medición y conexiones.

5.1. Alumbrado.

Al diseñar los criterios de alumbrado para las diferentes áreas contenidas en la edificación, el proyectista debe tener presente los conceptos de iluminación dados en el punto 2.2.12, así como los niveles de iluminación recomendados en las Normas Covenin 2249-93, mencionados en el mismo punto; además, cuando se está diseñando el alumbrado, tal como lo indica la Westinghouse en el punto 2.2.13, se debe escoger los equipo, luminarias y lámparas, que den mayor confort visual, mayor rendimiento y que contribuyan a la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas de una edificación. Esta selección se realizará tomando en cuenta lo indicado en el punto 2.2.14 donde se refiere a los tipos de lámparas, entre las que se encuentran las LED que son las más eficientes energéticamente; y en el punto 2.2.15, Tabla 6, donde Westinghouse hace referencia a los tipos de luminarias. Aunado a esto se debe tener presente las declaraciones suscritas, desde el año 1972, por los países que conforman la Organización de las Naciones Unidas mencionadas en el marco legal, y a las leyes, resoluciones y decretos aprobados y publicados por el Gobierno Nacional a partir de diciembre de 2009 producto de la crisis energética que se presentó en ese año y que aún persiste, entre las que se encuentra la resolución publicada en la Gaceta N° 40.370 donde se establece la eliminación progresiva de los bombillos incandescentes y las declaraciones aparecidas en la web donde el ministro Chacón, señaló que los bombillos ahorradores serían sustituidos por los LED debido a que los ahorradores causan daño al ambiente y a las personas por su contenido de mercurio.

Para el control y la regulación de las luminarias y de otros equipos se tendrá presente lo planteado en el punto 2.2.19, donde la Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico (AFME) hace referencia a una serie de dispositivos que al ser incorporados a la instalación reducirán el consumo de energía, tales como temporizadores, interruptores horarios, detectores de movimiento o presencia, entre otros.

Otras consideraciones que se tendrán presentes para complementar la elaboración de este criterio tienen que ver con: el material y color de acabados y diseño de ventanas. Los colores tenues y claros tienen mayor incidencia de reflexión de la luz, es por eso que deben escogerse para los acabados de paredes, pisos y techos.

Entre los criterios de diseño del alumbrado de las unidades de vivienda y áreas comunes de las edificaciones residenciales multifamiliares, se han estimado los siguientes:

1. Diseñar la iluminación con luminarias de distribución directa. (Ver Tabla 6).
2. Diseñar la iluminación de los diferentes ambientes considerando la contribución que se tiene de luz natural completamente gratuita y considerada saludable, por lo que se debe aprovechar al máximo para minimizar el consumo eléctrico.
3. En caso de que el diseño arquitectónico contemple áreas sin ventanas (baños, habitaciones, estar, otros), en las unidades de viviendas ubicadas en el último nivel de la edificación, se propone utilizar claraboyas para minimizar el uso de la iluminación artificial y la ventilación mecánica.
4. Las luminarias ubicadas en las paredes contribuyen muy poco con los niveles de iluminación por lo que el alumbrado se sugiere que se diseñe con puntos de luz de techo, dejando los puntos de luz de pared para la iluminación de áreas de trabajo específicas o con fines decorativos.
5. Diseñar la iluminación con luminarias que contengan el número de lámparas (bombillos) requeridos.
6. En las unidades de viviendas (apartamentos) colocarle un interruptor (apagador) a cada luminaria para evitar encender las que no son requeridas.
7. Diseñar los interruptores (apagadores) que no contengan luz piloto. Si bien es cierto que su consumo de energía es mínimo hay que contabilizarla por vivienda y a su vez multiplicarla por el número de viviendas que contiene la edificación. Si la energía

consumida por estas luces pilotos en una edificación residencial multifamiliar la proyectamos a nivel nacional, el consumo innecesario sería significativo.

8. Diseñar luminarias que utilicen bombillos tipo LED. En la Figura 44 se aprecian luminarias de mesa con los diferentes tipos de bombillos y su efecto lumínico. Y en las Figuras 45 y 46 se aprecia la iluminación interior con luminarias que contienen tiras LED.



Figura 44. Comparación de los niveles de iluminación Vs la potencia eléctrica.

Fuente: <http://www.accion-solar.org/cgi-bin/accion-solar/imagenes.pl?que=contenido&imagen=1824-fotografia>



Figura 45. Tiras LED para interior. Catálogo: Ingeniería de Proyectos CITY-LUZ

Fuente: <http://www.youblisher.com>



Figura 46. Tiras LED para interior. Catálogo: Ingeniería de Proyectos CITY-LUZ

Fuente: [http:// www.youblisher.com](http://www.youblisher.com)

9. Diseñar los circuitos de alumbrado de las áreas comunes independientes del circuito de alumbrado de las escaleras usadas como vías de escape.

10. En las áreas comunes de las plantas tipo, que no cuenten con iluminación natural, colocar luminarias con sensor de movimiento y bombillos LED para que se accionen sólo en el caso de ser necesario. En la Figura 47 se aprecia un bombillo LED con sensor de movimiento incorporado.



Figura 47. Bombillo LED Ahorrador De Energía Sensor Movimiento Y Luz 4 W.

Fuente: http://mco-d1-p.mlstatic.com/bombillo-led-ahorrador-de-energia-sensor-movimiento-y-luz-6w-1387-MCO3659834534_012013-O.jpg

11. Todas las luminarias ubicadas en las áreas comunes deben ser controladas a través de interruptores o apagadores. Por ningún motivo se usarán los interruptores ubicados en los tableros para encender o apagar estas luminarias.

12. En las áreas comunes tales como el área social, hall de entrada, hall de ascensor, colocar luminarias con bombillos LED y revisar, de acuerdo con el proyecto arquitectónico, el número de luminarias controladas con un sólo apagador de tal manera que sea la cantidad mínima que garantice la seguridad de los usuarios y que no permita tener encendidas más de las estrictamente necesarias.

13. En el área de estacionamiento, si es cubierto (sótano por ejemplo), diseñar el alumbrado con luminarias de distribución directa (Ver Tabla 6), que utilicen bombillos LED, que tengan un índice de reflexión alto, controladas con sensores de movimiento y apagadores, y que el número de luminarias que se enciendan, con un mismo apagador, sea el mínimo necesario para garantizar la seguridad de los usuarios con un mínimo consumo eléctrico.

14. Si el estacionamiento es a la intemperie escoger para los postes luminarias con bombillos LED, y controlarlas con células fotoeléctricas, o diseñar un tablero (automático-manual) que se energice a través de un contactor que recibirá la señal de una fotocelda o de un reloj con temporizador. De esta manera se puede controlar el encendido de las luminarias cuando anochece y se apagan al amanecer.

15. En las áreas de jardines y parques, diseñar el alumbrado con luminarias que utilicen bombillos tipo LED. Estas luminarias estarán conectadas a circuitos controlados con interruptores horarios los cuales permitirán conectarlos y desconectarlos durante un lapso de tiempo previamente programado.

5.2. Tomacorrientes.

Los criterios para el diseño de las tomas de energía serán clasificados de acuerdo a las características de las cargas eléctricas que serán conectados a ellas.

Un criterio general de diseño, referente a las tomas de energía monofásicos 120 voltios, monofásicos 208/240 voltios y trifásicos 208/240 voltios, es que todas tendrán su respectiva conexión de puesta a tierra como lo plantea El Código Eléctrico Nacional, planteado en el punto 2.2.28.

La energía necesaria para hacer funcionar los electrodomésticos señalados en el punto 2.2.21, los motores y la ventilación forzada indicada en el punto 2.2.26, se toma de los tomacorrientes, cuya descripción la hace Domínguez en el punto 2.2.20. Dependiendo del uso que se le dará pueden ser llamados de uso general o exclusivos y son diseñados, en las diferentes áreas de las edificaciones con la finalidad de conectar todos y cada uno de los equipos que requieren electricidad para su funcionamiento.

Una consideración importante en el diseño de las tomas para los equipos de aires acondicionado, ascensores, motores, ventiladores, inyectores, compresores y bombas es que estos contendrán variadores de frecuencia, que los convierten en equipos eficientes energéticamente, como lo plantean los autores y fabricantes mencionados en los puntos 2.2.23 y 2.2.24.

Entre los criterios de diseño de tomacorrientes de las unidades de vivienda y áreas comunes de las edificaciones residenciales multifamiliares, se han estimado los siguientes:

5.2.1 Tomacorrientes de uso general.

En ellos se conectan equipos de baja potencia cuyo sistema de alimentación es monofásico 120 voltios. Cuando se definen los criterios para los tomacorrientes de uso general en las unidades de vivienda y en las áreas comunes de edificaciones residenciales

multifamiliares, se tendrá presente que la mayoría de los equipos modernos tienen un consumo eléctrico cuando están en espera (stand by) como se dijo en el punto 2.2.21.

1. Diseñar los tomacorrientes de uso general necesarios en los diferentes ambientes para evitar la instalación de varios equipos en un mismo tomacorriente o la conexión de una toma múltiple, ya que cuando esto ocurre se puede originar recalentamiento con posibles daños a la instalación y a los equipos. Adicionalmente, las tomas múltiples poseen un interruptor o apagador con luz piloto que tiene un consumo eléctrico estén siendo utilizados o no los equipos conectados a ella. Al tomar en cuenta la cantidad de tomas necesaria en un ambiente y realizar su correcta distribución se evita la colocación de extensiones que pueden originar fallas eléctricas y accidentes al estar los conductores sin canalización. Un ejemplo de esta situación se puede observar en la Figura 48 donde varios equipos están conectados a un mismo tomacorriente y en la Figura 49 se muestra una toma múltiple llamada regleta con luz piloto.

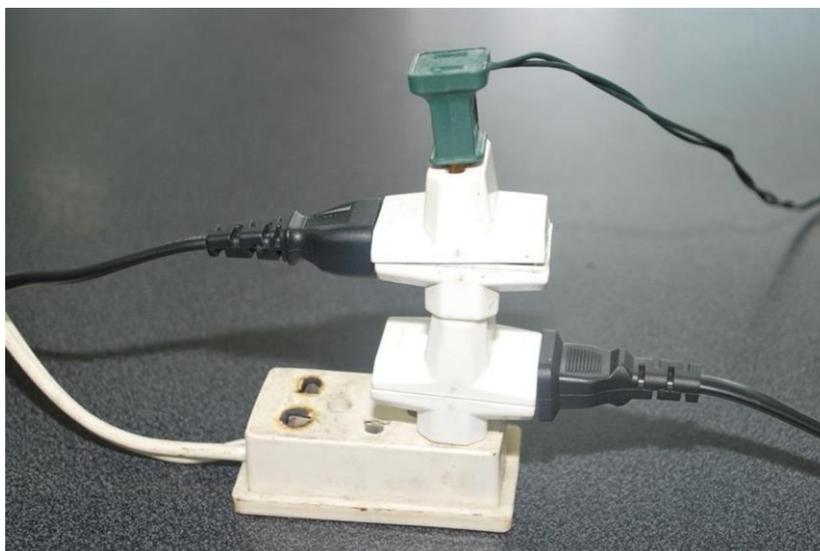


Figura 48. Varios enchufes conectados a un tomacorriente.

Fuente: <http://www.deperu.com/noticias/cuerpo-general-de-bomberos-voluntarios-brinda-consejos-para-esta-navidad-n8033.html>



Figura 49. Regleta 6 tomas 110 V.

Fuente: <http://img.clasf.co.ve/2014/02/10/Regleta-Multi-Toma-De-6-Enchufe-Corriente-110v-800-Watts-20140210233949.jpg>

2. Los tomacorrientes destinados a la conexión de equipos que en espera (stand by), mantienen encendida luces indicadoras tales como televisores, computadoras, equipos de sonido, equipos de video y los equipos que se conecten a través de reguladores de voltaje, se diseñaran agregándoles un interruptor o apagador que desenergice el tomacorriente. Esto con la finalidad de evitar el consumo en espera (stand by- “vampiros eléctricos”) de estos equipos y hacer mas cómodo para el usuario el apagado de los mismos evitando tener que conectarlos cuando se quieran utilizar y desconectarlos cuando se deseen apagar.

5.2.2. Tomacorrientes en la cocina de las unidades de vivienda.

1. Diseñar la cantidad de tomas necesaria para evitar la instalación de una toma múltiple.

2. Colocar un interruptor o apagador con capacidad suficiente, para desconectar los tomacorrientes de la cocina que correspondan a los electrodomésticos que consumen energía en espera (stand by).

3. El circuito de microonda es exclusivo; se diseñará un toma-interruptor; el interruptor servirá para desenergizar completamente el equipo y así evitar el consumo en estado de reposo correspondiente al reloj que estos equipos traen.

5.2.3. Tomacorrientes para equipos de refrigeración y aire acondicionado en las unidades de vivienda.

Los circuitos donde se conectan estos equipos son exclusivos. Cada equipo de aire acondicionado o de refrigeración tendrá un circuito independiente.

1. Para el diseño de las tomas destinadas a los equipos de refrigeración se recomienda que estos deben estar lo más alejado posible de los rayos del sol y de la cocina para evitar la incidencia de calor que estos producen manteniendo su eficiencia energética.

2. Se considerará la capacidad de los aires acondicionados que se instalarán de acuerdo a varios factores, entre los cuales están: el área, la orientación geográfica, los acabados de las paredes, techos y pisos, número de ventanas, el uso que se le dará al recinto, cantidad de personas que usarán el recinto, artefactos que generan calor, entre otros; y se diseñará la toma de acuerdo a las especificaciones de cada uno de ellos. Cada ambiente, tendrá su equipo de aire acondicionado individual, para que el usuario los encienda de acuerdo a sus necesidades. Los equipos recomendados son los mostrados en el punto 2.2.24 por ser los más eficientes energéticamente pues incluyen los variadores de velocidad explicados en el punto 2.2.23.

3. Al diseñar las tomas para los equipos de aire acondicionado, tipo Split, se hará tomando en cuenta que el compresor debe estar lo más próximo posible a la consola para evitar las pérdidas en la tubería y así garantizar su rendimiento. Además, las tomas para los compresores deben estar ubicados de tal manera que al ser instalado el compresor, éste tenga ventilación natural por ambos lados a fin de mejorar su enfriamiento y disminuir la acumulación de polvo en las aspas del ventilador, garantizando la eficiencia energética. Si se cuenta con varios compresores, ubicados en la misma área, se diseñarán los puntos de conexión ubicados de tal manera que al ser instalados los compresores la ventilación de cada uno de ellos no sea interrumpida por los otros.

4. Se diseñarán puntos de electricidad para la colocación de ventiladores de techo, con la finalidad de mejorar la ventilación en los días menos calurosos.

5. Los circuitos que alimentarán los equipos de aire acondicionado se diseñarán con un termostato programable que permita energizar y desenergizar el circuito con una programación horaria; y que a voluntad pueda ser encendido o apagado en forma manual. La programación horaria se hará de tal manera que los aires se enciendan media hora antes de la hora de llegada a la vivienda y se apaguen media hora antes de salir de la vivienda.

5.2.4. Tomacorrientes para calentadores en unidades de vivienda.

Existe una variedad de calentadores de agua de uso residencial, dependiendo de la energía que use para funcionar, tal como se indica en el punto 2.2.22.

1. Diseñar los calentadores de agua a gas. El gas es una fuente de energía fósil más eficiente y menos contaminante. La ventaja de este tipo de calentador es que si se instalan los de encendido electrónico no consumirá energía eléctrica; además, este tipo de calentadores se enciende sólo cuando detecta el consumo de agua caliente como indica Leroy Merlin en el punto 2.2.22. Las edificaciones residenciales multifamiliares cuenta con bombonas de gas tipo industrial el cual es utilizado para la cocinas de los apartamentos. Seleccionando los calentadores a gas solo sería necesario diseñar y construir un punto de gas donde se ubique el calentador de forma segura. Esto garantizaría la disponibilidad de agua caliente todo el tiempo y se eliminaría por completo la carga eléctrica asignada a estos equipos.

5.2.5. Tomacorrientes para lavadoras y lava vajillas en las unidades de viviendas.

1. La eficiencia energética con estos equipos va a depender de qué tan eficientes energéticamente sean. La misma vendría dada por el bajo consumo de electricidad, el bajo consumo de agua y del uso que se les dé. El mayor consumo de energía que tienen estos equipos se produce cuando calientan el agua que utilizan durante el proceso de lavado; al diseñar los calentadores a gas la eficiencia de estos equipos es mayor.

5.2.6. Tomacorrientes para secadora de ropa en unidades de vivienda.

1. La eficiencia energética dependerá de las características del equipo que se adquiera y de la frecuencia con que se utilice.

5.2.7. Tomacorrientes para cocina y horno.

1. El criterio para estos equipos es similar al criterio de los calentadores. Se eliminarán del diseño de las instalaciones eléctricas, y se proyectarán cocinas y hornos a gas, sólo se diseñará el punto eléctrico para la iluminación interior y para la luz indicadora de encendido.

5.3. Salidas para equipos especiales.

En las áreas comunes de la edificación residencial multifamiliar se encuentran los equipos que tienen mayor consumo eléctrico y que por sus especificaciones técnicas deben ser revisados con detenimiento, estos equipos son: el sistema de bombeo de aguas blancas, la bomba para riego, los ascensores, los motores, bombas, ventilación forzada y los equipos de seguridad. Tomando en consideración las fórmulas de cálculo de corriente vistas en el Capítulo 3, estos equipos deben ser diseñados trifásicos.

5.3.1. Salida para el sistema de bombeo de aguas blancas en la edificación.

El sistema de bombeo de agua potable es fundamental en toda la edificación. Sin agua potable estaría en riesgo la salubridad de los usuarios de la misma. El funcionamiento del sistema de bombeo de agua depende de la electricidad, por lo que la ineficiencia de la instalación sanitaria afecta directamente al consumo eléctrico. Al diseñar el sistema de bombeo de aguas blancas se tomará en cuenta lo siguiente:

1. Diseñar el sistema de bombeo con equipos modernos que incluyan variadores de frecuencia y presión constante, como se hace referencia en el punto 2.2.23. Los mismos son de bajo consumo eléctrico y sustituyen el convencional equipo hidroneumático que en edificaciones multifamiliares ocupan grandes espacios y las bombas que utilizan tienen alto consumo eléctrico. Los sistemas de bombeo con variadores de frecuencia y controladores digitales suelen ser más eficientes energéticamente en el caso de edificaciones de gran ocupación. Aunque representan una considerable inversión inicial, su adquisición es justificada por su impacto en el ahorro y consumo de energía, así como también en los costos de funcionamiento y mantenimiento en su ciclo de vida.

2. Especificar las griferías de los lavamanos del tipo de empuje (“push”), las cuales poseen cierre automático; o del tipo de griferías con sensor de movimiento, esto garantiza un ahorro en el consumo de agua y por consiguiente una disminución del consumo eléctrico puesto que disminuye el funcionamiento de las bombas. En las Figuras 50 y 51, se observan algunos modelos de estos tipos de grifería.



Figura N° 50. Grifería para lavamanos tipo de empuje (“PUSH”)
Fuente: <http://www.co.all.biz/img/co/catalog/7059.jpeg>



Figura N° 51. Grifería para lavamanos con sensor de movimiento.
Fuente: http://mlv-s1-p.mlstatic.com/griferia-para-lavamanos-automatica-con-sensor-ir-icon-cares-13567-MLV3225107657_102012-O.jpg

3. Especificar los WC (excusados) ecológicas con tanque bajo y doble botón. Este tipo de pieza sanitaria ahorra agua, disminuyendo el funcionamiento del equipo de bombeo y por ende el consumo eléctrico.

5.3.2. Salida para las bombas de riego.

Cuando se cuenta con áreas verdes es fundamental instalar bombas para el riego. En este sentido se sugiere:

1. Diseñar el sistema de riego considerando bombas modernas de alta eficiencia energética, recordando que aunque la inversión inicial sea mayor en el largo plazo se contará con ahorro en el consumo eléctrico.

2. Diseñar el tablero de control con interruptor horario para que la bomba arranque en el siguiente horario: 6:30 a.m. y a las 10:00 p.m., por un lapso de tiempo entre 5 y 8 minutos cada vez, dependiendo de las dimensiones del área verde y de la región donde esté ubicada la edificación. En este horario el agua no se evaporará tan rápido, ya que no tiene la incidencia del sol manteniendo el suelo húmedo en las primeras horas de la mañana y durante la noche. El horario de arranque de la bomba de riego debe ser reprogramado cuando llegue la temporada de lluvia y la nueva programación dependerá del comportamiento de la misma.

3. Cuando se diseñe el sistema de riego se debe tener cuidado con la ubicación de los aspersores de tal manera de que cubran toda el área verde.

5.3.3 Salida para los ascensores.

En las edificaciones residenciales multifamiliares se cuenta con ascensores para el desplazamiento vertical, como se indica en el punto 2.2.25. Estos equipos deben contar con los variadores de frecuencia, tal como se indica en los puntos 2.2.23.

1. Se diseñará el alimentador de las tomas para los ascensores tomando en cuenta las especificaciones eléctricas de estos equipo, los cuales serán de última generación y alta eficiencia energética.

2. Cuando la edificación, por su altura, requiera más de un ascensor se diseñará un sistema automatizado de control que permita que solo arranque un ascensor a la vez, en un horario de 6 am a 9 pm. En el horario de 9 pm a 6 am el sistema automatizado permitirá que sólo funcione un ascensor y será el denominado ascensor preferencial, el cual estará

alimentado por el tablero de servicio preferencial (destinado al uso de los bomberos en caso de un siniestro).

5.3.4. Salida para Motores, Bombas y Ventilación Forzada.

1. En caso de que no sea posible contar con ventilación natural, se diseñará la ventilación forzada con equipos trifásicos.

2. Los inyectores y extractores correspondientes a la ventilación forzada, de los sótanos, deberán contar con variadores de flujo tal como se menciona en el punto 2.2.26, que funcionarán de acuerdo a las señales de los sensores de monóxido de carbono (CO) que se instalarán para medir los niveles de este gas.

3. La incorporación de salas de baño en niveles por debajo del colector de aguas negras debe evitarse en la medida de las posibilidades; esto con la finalidad de prescindir de la instalación de bombas de aguas negras y su respectivo consumo eléctrico.

5.3.5. Salidas para los equipos de seguridad.

1. Tal como se indica en el punto 2.2.27, se diseñará la presurización de las vías de escape que no contienen ventilación natural cruzada, tales como las escaleras, pasillos y la fosa del ascensor con llamada preferencial aplicando la norma Covenin 1018-78.

2. Para la salida de la Bomba Contra Incendio se revisará la norma Covenin 823:2002, con la finalidad de verificar si la edificación residencial multifamiliar, que se está diseñando, requiere la instalación de este equipo. Una vez verificada que la edificación amerita la instalación de la bomba se seguirán las indicaciones contempladas en la norma Covenin 1331:2001 “Extinción de incendios en edificaciones. Sistema fijo de extinción con agua con medio de impulsión propio”, y la norma Covenin 2453-93 “Bombas Centrifugas para Uso en Sistemas de Extinción de Incendios”. La salida para la conexión

va a depender de la potencia de la bomba. El consumo eléctrico de este equipo no incide en la eficiencia energética de las instalaciones ya que cuando se requiera de ella, el resto de la instalación eléctrica debe estar desenergizada. Las pruebas de funcionamiento de la bomba deberán ser programadas en horarios de bajo consumo eléctrico en la edificación.

5.4. Cableado y las canalizaciones eléctricas.

El cableado y las canalizaciones son parte importante de la instalación eléctrica pues son los encargados de transportar la energía tal como se hizo referencia en el punto 2.2.8. El cableado y las canalizaciones se proyectan tomando como base las especificaciones técnicas de los equipos que se van a instalar y la ubicación de los mismos. Posteriormente, cuando se está ejecutando la obra, el instalador debe tener cuidado de seguir las instrucciones y recomendaciones del ingeniero proyectista para garantizar la operatividad y eficiencia energética de la instalación.

1. Proyectar el cableado de los circuitos considerando márgenes de reserva para ampliaciones futuras. Para ello se seguirán las indicaciones del Código Eléctrico Nacional y las recomendaciones del fabricante.

2. Proyectar los conductores de acuerdo a la capacidad de conducción y a la caída de tensión, con lo cual se evitarán las pérdidas de energía.

3. Proyectar el diámetro de las canalizaciones, según las indicaciones del Código Eléctrico Nacional y las recomendaciones del fabricante, de tal manera de evitar que se transfiera calor de un conductor a otro, esto contribuye a la eficiencia energética de la instalación. Además se diseñará la canalización previendo ampliaciones futuras.

5.5. Áreas destinadas a los medidores de electricidad, tableros principales y ducto de electricidad.

Estas áreas se diseñaran según lo siguiente:

1. Estas áreas serán de uso exclusivo; y deben estar alejadas de todas las demás instalaciones como el agua, gas, señales, basura y de las vías de escape.

2. El área diseñada para los medidores tendrá las dimensiones indicadas en las especificaciones de la empresa que presta el servicio eléctrico en la zona, además las medidas serán suficientes para garantizar el enfriamiento de los medidores, de los interruptores y de los conductores.

3. Los ductos de electricidad se diseñarán con suficiente espacio para garantizar el enfriamiento de los conductores y evitar que la temperatura de uno incida sobre la temperatura de los otros.

4. El área diseñada para ubicar los tableros será un área limpia, ventilada, de fácil acceso y libre de agentes contaminantes.

5. El diseño de todas estas áreas debe garantizar que los conductores, tableros, interruptores y barras eléctricas estén libres de polvo y cualquier otra sustancia que los pueda deteriorar o evitar el enfriamiento de los mismos.

5.6. Tableros eléctricos.

Para distribuir y controlar la energía eléctrica en una edificación y proteger sus circuitos, se utilizan los tableros eléctricos los cuales responderán a las siguientes especificaciones:

1. Todos los tableros serán trifásicos. Esto permitirá balancear las tres fases en cada uno de ellos y por ende toda la instalación eléctrica estará balanceada. Esto quiere decir que en todas las fases circulará corriente con valores muy parecidos en magnitud y se

evitarán sobrecargas que producen pérdidas por calor lo que puede ocasionar daños a la instalación.

2 Los tableros serán diseñados de acuerdo a las normas Covenin y Código Eléctrico Nacional. Tendrán suficientes espacios de reserva para futuras ampliaciones.

5.7. Cajas de derivación, medición y conexiones.

En una instalación eléctrica cuando las conexiones no son adecuadas se produce calor (puntos calientes) lo que se traduce en pérdidas de energía. Estos puntos calientes pueden estar presentes en los empalmes entre conductores, en las conexiones de equipos tales como barras de tableros, interruptores, tomacorrientes, lámparas, apagadores, entre otros. Asimismo, con el tiempo, las conexiones se aflojan por el proceso de dilatación, cuando están calientes, y el de contracción cuando se enfrían, aflojando los tornillos produciéndose puntos calientes que sulfatan los conductores, aumentando la resistencia (en este caso en la conexión) restringiendo la conducción de la electricidad, dañando los conectores y debilitando el aislamiento, lo que con el pasar del tiempo produce fallas que pueden sacar de servicio la instalación. Por tal motivo se plantean los siguientes aspectos:

1. Diseñar las conexiones con dispositivos adecuados, siguiendo las especificaciones de los fabricantes, para garantizar la continuidad eléctrica evitando los puntos calientes en los empalmes y en las conexiones entre los conductores y los equipos. En la guía de AFME (ob. cit):

Las conexiones son otro de los puntos a los que se debe prestar una especial atención a fin de minimizar las pérdidas de energía en forma de calor de la instalación, ya que éstas pueden constituir puntos calientes en los que se focalizan parte de las pérdidas de energía de la instalación. (p. 38).

2. Diseñar las cajas de derivación o empalmes con suficiente holgura para garantizar la suficiente ventilación en los empalmes y conexiones.

3. Diseñar la Caja de Medición con instrumentos de medición ubicados antes del interruptor principal de la edificación, tales como Amperímetros, Voltímetros y medidor del Factor de Potencia a fin de monitorear el comportamiento de la instalación.

CONCLUSIONES

Este trabajo, muestra la evidente necesidad, por razones de supervivencia planetaria, de usar las fuentes de energía lo más eficientemente posible, sobre todo las de origen fósil.

1. La realización de este trabajo permitió puntualizar y especificar los diferentes equipos que consumen energía eléctrica como fuentes fundamental para su funcionamiento y que son requeridos en edificaciones residenciales multifamiliares.

2. A partir de la información consultada se logró la definición de los diferentes criterios que se pueden considerar para proyectar instalaciones eléctricas energéticamente eficientes en edificaciones residenciales multifamiliares.

Se manifiesta la importancia que tiene el trabajo de un equipo multidisciplinario en el diseño de una edificación con características de instalaciones que permitan el logro de la eficiencia energética.

A partir de la realización de este trabajo, se abre un abanico de posibilidades para futuros estudios que contribuyan con el ahorro energético y la eficiencia energética que garantiza el bienestar de las futuras generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Referencia de Libro.

Arias, F. (1998). *El proyecto de investigación.* (3ª ed.) Caracas: Episteme.

Asociación de fabricantes de Material Eléctrico (AFME) (2010). *Contribución del material eléctrico a la eficiencia energética de las instalaciones.* España: Edita AENOR.

Ballestrini, M. (2001). *Cómo se elabora el proyecto de investigación.* Caracas: Consultores Asociados Servicio Editorial.

Bombagua automatic (s.f.). *Catálogo de Sistema Inteligente de Presión Constante.* Barquisimeto.

Carasso, A. (2010). Asociación de fabricantes de Material Eléctrico (AFME). *Revista Contribución del material eléctrico a la eficiencia energética de las instalaciones,* 7. España: Edita AENOR.

Centro de Promociones de Tecnología Sostenible (2005). *Guía Técnica General de Producción más Limpia.* (1ª ed.) Bolivia.

Colegio de Arquitectos de Venezuela (1982). *Influencia de Las Instalaciones en los Proyectos de Arquitectura.* Caracas: Elipse Ingenieros S. A. y Elipse Instalaciones S. A.

Enríquez, G (1997). *El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión.* Editorial Limusa, SA. de CV. (6ª ed.) México: Grupo Noriega Editores.

Giménez, M. (2011). *Alternativas para la mejora de la eficiencia energética de los acristalamientos: los vidrios dinámicos* (Tesis de Doctorado). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación.* México: Mac Graw Hill Interamericana Editores.

Hurtado, J. (2000). *Metodología de la investigación holística.* (3ª ed.) Caracas: Editorial Sypal.

Jadraque, E. (2011). *Uso de la energía solar fotovoltaica como fuente para el suministro de energía eléctrica en el sector residencial.* (Tesis de Doctorado). Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Civil: Editorial de la Universidad de Granada.

La Electricidad de Caracas (1974): *El Manual para el Diseño de Instalaciones Eléctricas en Residencias de la C.A.* Caracas: C. A. La Electricidad de Caracas y C. A. Luz Eléctrica de Venezuela.

Mevenca (s. f.). *Catálogo de Transformadores.* Venezuela, [s.n.]

Penissi, O. (1987). *Canalizaciones Eléctricas Residenciales.* (2ª ed.) Valencia: Autor.

- Philips (1981).** *Manual de Alumbrado*. (3ª ed.) Madrid.
- Rey, F. y Velasco, E. (2006).** *Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas*. Madrid: Thomson.
- Sabino, C. (1992).** *El proceso de investigación*. Caracas: Editorial Panapo de Venezuela.
- Schneider Electric (s. f.).** *Eficiencia Energética. Manual de soluciones*. Schneider Electric Argentina S.A.
- Siem, G., Hobaica, M. E., Nediani, G., Sosa, M.E., Villalobos, E. y Abreu, M.A. (IDEC-FAU-UCV) (2002).** *Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctricas en Edificaciones Públicas*. Caracas: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC).
- Siem, G., Hobaica, M. E., Nediani, G., Sosa, M.E., Villalobos, E. y Abreu, M.A. (IDEC-FAU-UCV) (2002).** *Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctricas en Edificaciones Públicas*. Caracas: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC).
- Siem, G. y Sosa, M. E. (2011).** *Auditoría energética de una edificación universitaria patrimonial. Caso de estudio: Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela*. Trienal de Investigación: Ambiente y sostenibilidad. (pp. AS11 1-21) Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Caracas: Ediciones FAU UCV.
- Sosa, M. y Siem, G. (2012).** *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico*. Caracas: Ediciones FAU UCV.
- Sosa, M. y Siem, G. (s. f.).** *Guía del Consumidor de Energía Eléctrica en Viviendas y Oficinas*. Caracas: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC/FAU/UCV.
- Villalobos, N. (2002).** Prólogo. En Siem, G., Hobaica, M. E., Nediani, G., Sosa, M.E., Villalobos, E. y Abreu, M.A. (IDEC-FAU-UCV). *Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctricas en Edificaciones Públicas*. Caracas: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC).
- Westinghouse (1976).** *Manual del alumbrado*. (2ª ed.) Madrid: Editorial Dossat, S.A.

Referencia de leyes y normas.

- Covenin 159:1997.** *Tensiones Normalizadas de Servicio*. (2ª ed. rev.) Caracas: FONDONORMA.
- Covenin 200:2004 (2004).** *El Código Eléctrico Nacional*. (7ª ed. rev.) Caracas: FONDONORMA.

Covenin 542:1999 (1999). *Tableros Eléctricos para Alumbrado y Artefactos y de Distribución hasta 600 V, 1600 A y de Máximo 42 circuitos ramales con interruptores automáticos en caja moldeada.* (1ª ed. rev.) Caracas: FONDONORMA.

Covenin 810-1998 (1998). *Norma Venezolana. Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación.* (2ª ed. rev.) Caracas: FONDONORMA.

Covenin 823:2002 (2002). *Norma Venezolana. Guía Instructiva sobre Sistemas de Detección, Alarma y Extinción de Incendios.* (1ª ed. rev.) Caracas: FONDONORMA.

Covenin 1018-78 (1978). *Requisitos para la presurización de medios de escape y ascensores en Edificaciones.* Caracas: FONDONORMA.

Covenin 1331:2001 (2001). *Norma Venezolana Extinción de Incendios en Edificaciones. Sistema Fijo de Extinción con agua con Medio de Impulsión Propio.* 3ª Revisión. Caracas: FONDONORMA.

Covenin 2249:93 (1993). *Iluminancias en tareas y áreas de trabajo.* Caracas: FONDONORMA.

Covenin 2453-93 (1993). *Bombas Centrifugas para Uso en Sistemas de Extinción de Incendios.* Caracas: FONDONORMA.

Covenin 2783:1998 (1998). *Tableros Eléctricos de Media y baja Tensión. Definiciones.* (1ª ed. rev.) Caracas: FONDONORMA.

Covenin 3172:1995 (1995). *Transformadores de Potencia. Métodos de ensayo. Definiciones.* (1ª ed. rev.) Caracas: FONDONORMA.

Gaceta municipal del Municipio Iribarren (2003). *Ordenanza de Reforma de la Ordenanza del Plan de Desarrollo Urbano Local de la Ciudad de Barquisimeto PDUL.* Barquisimeto: Concejo del Municipio Iribarren.

Gaceta Oficial N° 4.044, (1988). *Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones.* Mindur, MSAS.

Gaceta Oficial No 5.833 Extraordinario (2006). *Ley Orgánica del Ambiente.*

Gaceta Oficial No 6.118 Extraordinario, (2013). *Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013- 2019.*

Gaceta Oficial, N° 36.860 (1999). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.*

Gaceta Oficial N° 37.825 (2003). *El Reglamento de Servicio.*

Gaceta Oficial N° 39.332 (2009). *Resolución N° 005.*

Gaceta Oficial N° 39.363 (2010). *Decreto de Emergencia Eléctrica N° 7.228.*

Gaceta Oficial N° 39.366 (2010). *Resolución N° 09.*

Gaceta Oficial N° 39.440 (2010). *Decreto N° 7.462.*

Gaceta Oficial N° 39.573 (2010). *Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico.*

Gaceta Oficial N° 39.694 (2011). *Resoluciones N° 73, 74, 75, 76 y 77.*

Gaceta Oficial N° 39.823 (2011). *Ley de Uso Racional y Eficiente de la Energía.*

Gaceta Oficial N° 40.370 (2014). *Resolución que establece la eliminación progresiva del uso de bombillos incandescentes.*

Organización de las Naciones Unidas (ONU), (1972). *Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano.* Estocolmo, Suecia.

Organización de las Naciones Unidas (ONU), (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.* Río de Janeiro.

Organización de las Naciones Unidas (ONU), (1997). *Protocolo de Kioto sobre el cambio climático.* Japón.

Organización de las Naciones Unidas (ONU), (2002). *Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible.* Sudáfrica.

Entrevista.

Valderrama, G. (2014). Entrevista con el Ingeniero Electricista, Master o science in electrical engineering y magister scientiarum en Ingeniería Industrial, Director de Proyectos de LS Energía Inc,

Referencia de Recurso Electrónicos e Internet (web).

B&L Controles, (s.f.). *Ascensores S.A.C.* Recuperado 15 de enero de 2015, del sitio web <http://www.bylcontroles.com/datos-de-interes-para-usted/>.

Cáceres, R. (s. f). *Eficiencia Energética y Aplicaciones de la Energía Solar.* Recuperado 20 de octubre de 2014, del sitio web http://www.e-market.cl/paginas/expertos/E_SOLAR_SOLEM.pdf

Cammarata, U. (2013). *Ahorro y Eficiencia Energética.* Recuperado 15 de enero de 2015, del sitio web <https://eficienciaenergeticaainversion0.wordpress.com/2011/06/13/definicion-de-ahorro-energetico/>

Chávez, H. (2009). Declaración del Presidente de la República Bolivariana de Venezuela. *Noticias 24*. Recuperado 26 de enero de 2013, del sitio web <http://www.noticias24.com/actualidad/noticia/103957/chavez-crea-un-ministerio-para-que-se-ocupe-del-tema-electrico>

Chacón, J. (2013). Declaración del Ministro sobre nuevo modelo Tarifario. *El Mundo*. Recuperado 15 de febrero de 2014, del sitio web <http://www.elmundo.com.ve/noticias/economia/energia/en-enero-presentaran-nuevo-modelo-tarifario-electr.aspx#ixzz3c22LqHL9>

Chacón, J. (2013). Misión Eléctrica Venezuela. *Avn*. Recuperado 12 de diciembre de 2013, del sitio web <http://www.avn.info.ve/contenido/mision-eléctrica-venezuela-tiene-como-objetivo-central-defender-y-transformar-sen>

Coll, J., Eguren, J., González, G., Kuster, L., Mussari, S., Kwater, J., Detta, J., Kokollo, J., Fernández, S., Roccazzella, G. (s.f). *Por un mundo mejor ahorre energía eléctrica*. Recuperado 18 de enero de 2013, del sitio web <http://www.oni.escuelas.edu.ar>.

Corpoelec. (s. f). *Guía de la buena energía: consumo y abastecimiento energético*. Recuperado 28 de julio de 2013, del sitio web <http://www.corpoelec.gob.ve/sites/default/files/AhorroE/Anexo%20%20Gu%C3%ADa%20Buena%20Energia.pdf>

Corpoelec (s.f). *Generación*. Recuperado 28 de julio de 2013, del sitio web <http://www.corpoelec.gob.ve/generaci%c3%b3n>.

Corpoelec, (s. f). *Simulador de Consumo en Línea para Usuarios - Corpoelec*. Recuperado 26 de julio de 2013, del sitio web http://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.corpoelec.gob.ve%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FCasa_virtual%2FCasaVirtual.swf&ei=PeNfVOKbCo7jau-gbgP&usg=AFQjCNHP8zDW3JobgSV2iKiQ3a97LxJvJQ

Definición ABC (2007). *Diccionario*. Recuperado 15 de abril de 2013, del sitio web <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/impacto-ambiental.php#ixzz3IbH9qAIq>.

Definición ABC (2007). *Diccionario*. Recuperado 22 de Enero de 2015, del sitio web <http://www.definicionabc.com/general/alumbrado.php>

Definición.DE, (2008). *Diccionario*. Recuperado 22 de enero de 2015, del sitio web <http://definicion.de/iluminacion/>

Domínguez, R. (2014). *Tipos de tomacorrientes eléctricos y sus aplicaciones*. Faradayos Tecnología Eléctrica. Recuperado 15 de junio de 2015, del sitio web <http://faradayos.blogspot.com.ar/2014/01/tipos-tomacorrientes-nema-aplicacion.htm>.

EMOTRON, (s.f). *Catálogo de productos*. Recuperado 20 de mayo de 2015, del sitio web <http://www.emotron.es/productos-soluciones/productos/variadores-de-velocidad/fdu/>

Enersac, Energía Renovable, (s.f.). *¿Qué diferencia hay entre cargas inductivas y cargas resistivas?* Recuperado 25 de enero de 2015, del sitio web <http://www.enersac.com/energia-solar-faq-que-diferencia-hay-entre-cargas-inductivas-y-cargas-resistivas.php>

Fernández, A. (2009). *Vampiros eléctricos en los hogares: cómo combatirlos.* Fundación EROSKI. Recuperado 19 de marzo de 2012, del sitio web http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2009/03/19/184128.php.

H2O TEK, S.A. de C.V., (2015). *Calentador de agua.* Recuperado 16 de marzo de 2015, del sitio web <http://h2otek.com/informacion/calentador-de-agua.html>

Imergía (s. f). *Ingeniería de Medición y Gestión de Energía, S.L.* Recuperado 28 de enero de 2013, del sitio web <http://www.imergia.es/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica>

Leroy Merlin (2014). *Catálogo de Productos.* Recuperado 26 de enero de 2015, del sitio web http://www.leroymerlin.es/productos/fontaneria_y_tratamiento_del_agua/calentadores/como-elegir-calentadores.html#¿Qué-calentador-necesito?

Life's Good, LG (2015). *Catálogo de Productos, Aire Acondicionado.* Recuperado 2 de julio de 2015, del sitio web <http://www.lg.com/es/aire-acondicionado>

Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (2014). Venezuela es el mayor consumidor de electricidad en América Latina: la demanda supera los 18.000 MW. *Noticias 24.* Recuperado 20 de enero de 2015, del sitio web <http://www.noticias24.com/venezuela/noticia/239938/venezuela-es-el-pais-con-mayor-consumo-de-energia-electrica-en-latinoamerica>

Organización Mundial de la Salud (2014). Organización mundial de la salud alerta sobre efectos del cambio climático. *Correo del Orinoco.* Recuperado 28 noviembre 2014, del sitio web <http://www.correodelorinoco.gob.ve/investigacion/organizacion-mundial-salud-alerta-sobre-efectos-cambio-climatico/>

Panasonic (2012). *Catálogo de aire Acondicionado.* Panasonic de México S.A. de CV. Recuperado 18 de mayo de 2015, del sitio web <http://www.panasonic.com/mx/consumo/electrodomesticos/aires-acondicionados/tipo-split/cs-s24nkv-6.html>

Real Academia Española (2001). *Diccionario de la lengua española.* (22ª ed.) Madrid, España: Autor. Recuperado 25 de agosto de 2014, del sitio web <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val>

Sebastián, M. (2008). *Plan de Ahorro de Energía.* Instituto para le diversificación y ahorro de la energía (IDAE). Recuperado 3 de marzo de 2013, del sitio <http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/recategoria.1154/id.397/reلمenu.1>

Seminario Universidad de Chile: Abastecimiento, Eficiencia Energética y Racionamiento (2007). *Racionamiento Eléctrico marco jurídico chileno.* Recuperado 30 de enero de 2012, del sitio web http://146.83.6.25/lvargas/courses/PPTS/Racionamiento_Ricardo%20Julian.pdf

Schindler, (2015). *Catálogo de productos.* Recuperado 23 de junio de 2015, del sitio web <http://www.schindler.com/ar/internet/es/soluciones-de-movilidad/productos.html#Ascensores>

Soto, L. (s.f.). *Explorando la ingeniería Electromecánica.* Recuperado 21 de febrero de 2014, del sitio web <http://explorandolaingenieriaelectromecanica.wikispaces.com/Ingenieria+electromecanica?responseToken=17659badcf3f8e67c7a191eb07642176>

Soto, L. (s.f.) *Instalaciones eléctricas.* [On-line]. Recuperado 21 de febrero de 2014, del sitio web <http://www.mitecnologico.com>.

Sustenta (2014). *Corrección del Factor de Potencia.* Recuperado 24 de abril de 2015, del sitio web <http://sustentacorp.com/serviciosyproductos/correccion-del-factor-de-potencia/>

Paullo, R., Cutimbo, G., Ramos, D., Barbachan, A., Lazo, M. y Vargas B. (2009). *Taller de Diseño II, Vivienda Multifamiliar.* Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes. Recuperado 23 de mayo de 2013, del sitio web <http://es.slideshare.net/cutimbo/taller-2-vivienda-multifamiliar>

Valenzuela, L. (2010). *Arquitectura Sostenible.* Tercer Foro Internacional de Energía. Recuperado 20 de enero de 2014, del sitio web <http://www.slideshare.net/LuisMarceloValenzuela/arquitectura-sostenible>

Volcanes, B. (2009). *La incomparecencia del trabajador a la audiencia preliminar en el proceso judicial laboral venezolano.* Trabajo de Grado para optar al título Magister Scientiarum en Derecho Laboral y Administración del Trabajo. Universidad del Zulia. Recuperada 20 de noviembre de 2014, del sitio web: http://tesis.luz.edu.ve/tde_busca/archivo.php?codArchivo=2375

LISTADO DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 1. | Edif. Nacional, Barquisimeto. | 24 |
| Figura 2. | Banco Industrial de Venezuela. | 24 |
| Figura 3. | Intercomunal Barquisimeto-Cabudare. | 24 |
| Figura 4. | Cancha deportiva. Urb. Obelisco. | 24 |
| Figura 5. | Edif. Residencial Multifamiliar. Av. Leones. | 25 |
| Figura 6. | Edif. Residencial Multifamiliar. Av. Lara. | 25 |
| Figura 7. | Triángulo de Potencia Aparente, Activa y Reactiva. | 27 |
| Figura 8. | Porcentajes de Ahorro energético Vs Consumo Eléctrico, en función del tipo de bombillo seleccionado. | 37 |
| Figura 9. | Tablero automático para control de riego con interruptor horario. | 42 |
| Figura 10. | Luminaria de Alumbrado Público con fotocelda. | 43 |
| Figura 11. | Interruptor temporizado. | 43 |
| Figura 12. | Interruptor giratorio. Dimmer. | 44 |
| Figura 13. | Reflector LED controlado con sensor de movimiento. | 44 |
| Figura 14. | Termostato Programable. | 45 |
| Figura 15. | Partes de un tomacorriente monofásico 120 voltios. | 46 |
| Figura 16. | Tomacorriente monofásico 240 voltios. | 47 |
| Figura 17. | Tomacorriente monofásico 120- 240 Voltios. | 47 |
| Figura 18. | Tomacorriente trifásicos 120- 240 Voltios. | 48 |
| Figura 19. | Etiqueta de Eficiencia Energética de un Televisor. | 49 |
| Figura 20. | Regulador de Voltaje con el computador apagado y cargador de celular enchufado sin ningún celular conectado. | 50 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 21. | Cafetera Eléctrica, apagada, con reloj digital encendido. | 51 |
| Figura 22. | Tipos de Calentadores de agua. | 52 |
| Figura 23. | Unidad de ventana. | 57 |
| Figura 24. | Unidad de partición (Split) | 57 |
| Figura 25. | Sistemas Centrales (CHILLER). | 57 |
| Figura 26. | Etiqueta de Eficiencia Energética de un Aire Acondicionado. | 58 |
| Figura 27. | Tomacorriente y enchufe con conductor de puesta a tierra. | 62 |
| Figura 28. | Electrodoméstico con puesta a tierra y sin puesta a tierra. | 63 |
| Figura 29. | Electrodo de puesta a tierra y su conexión. | 63 |
| Figura 30. | Transformador Tipo Pedestal (Pad Mounted). | 76 |
| Figura 31. | Transformador Monofásico. | 76 |
| Figura 32. | Transformación tipo Pedestal Trifásico en una Edificación Residencial Multifamiliar. Calle 8 entre carreras 27 y 28, Barquisimeto. | 77 |
| Figura 33. | Banco de Transformadores Monofásicos en poste, en una Edificación Residencial Multifamiliar. Urb. Del Este, Barquisimeto. | 77 |
| Figura 34. | Caseta de transformación superpuesta que contiene un Banco de Transformadores Monofásicos en una Edificación Residencial Multifamiliar. Carrera 23 entre 9 y 10, Barquisimeto. | 78 |
| Figura 35. | Caseta de transformación subterránea que contiene un Banco de Transformadores Monofásicos en una Edificación Residencial Multifamiliar. Urb. Del Este, Barquisimeto. | 78 |
| Figura 36. | Centro de Medición de una Edificación Residencial Multifamiliar, calle 10 entre carreras 22 y 23, Barquisimeto. | 79 |
| Figura 37. | Tablero para unidad de vivienda de un Edificación Residencial Multifamiliar. | 80 |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Figura 38. | Tablero para áreas comunes de una Edificación Residencial Multifamiliar. | 81 |
| Figura 39. | Triturador de basura. | 85 |
| Figura 40. | Plancha de pelo. | 85 |
| Figura 41. | Planchadora. | 85 |
| Figura 42. | Consumos eléctricos, por hora, de algunos electrodomésticos comparados con un foco (bombillo) de 100watt. | 86 |
| Figura 43. | Esquema de trabajo sobre la base del proceso de investigación diseñado por Hernández, Fernández y Baptista (2006). | 92 |
| Figura 44. | Comparación de los niveles de iluminación Vs la potencia eléctrica. | 101 |
| Figura 45. | Tiras LED para interior. Catálogo: Ingeniería de Proyectos CITY-LUZ. | 101 |
| Figura 46. | Tiras LED para interior. Catálogo: Ingeniería de Proyectos CITY-LUZ. | 102 |
| Figura 47. | Bombillo LED Ahorrador De Energía Sensor Movimiento Y Luz 4 W. | 102 |
| Figura 48. | Varios enchufes conectados a un tomacorriente. | 105 |
| Figura 49. | Regleta 6 tomas 110 V. | 106 |
| Figura 50. | Grifería para lavamanos tipo de empuje (“PUSH”). | 111 |
| Figura 51. | Grifería para lavamanos con sensor de movimiento. | 111 |

LISTADO DE TABLAS.

| | | |
|------------------|--|----|
| Tabla 1. | Equivalencia de Potencias y características y aplicaciones de los diferentes tipos de bombillos. | 33 |
| Tabla 2. | Comparación de los tres tipos de bombillos en función de su consumo energético. | 34 |
| Tabla 3. | Consumo, aproximado, en watts y lúmenes de potencia luminosa de diferentes lámparas para alumbrado general. | 35 |
| Tabla 4. | Tabla comparativa de diferentes características entre lámparas LEDs, CFLs, e incandescentes. | 36 |
| Tabla 5. | Comparación del ahorro anual que se tiene al sustituir los bombillos incandescentes o ahorradores por bombillos LED. | 36 |
| Tabla 6. | Clasificación de las luminarias. | 38 |
| Tabla 7. | Tensiones normalizadas de los diferentes sistemas. | 41 |
| Tabla 8. | Características de los diferentes tipos de aire acondicionado usados en las unidades de viviendas. | 55 |
| Tabla 9. | Tensiones nominales y límites permisibles de la tensión de servicio en el punto de medición de los sistemas de distribución hasta 34,5 KV. | 74 |
| Tabla 10. | Artefactos eléctricos en dormitorios y baños de unidades de viviendas (apartamentos). | 82 |
| Tabla 11. | Artefactos eléctrico en cocina, lavadero, sala de estar, comedor, salón, hall y estudio. | 83 |
| Tabla 12. | Artefactos eléctricos en áreas comunes en edificaciones residenciales multifamiliares. | 84 |
| Tabla 13. | Capacidad de Corriente en Amperios para conductores de Cobre. | 88 |
| Tabla 14. | Número de conductores por ducto. | 89 |