

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

**Manual para la Selección de Métodos de Alambrado y Materiales Requeridos para la
Construcción de Instalaciones Eléctricas en Grandes Superficies**

Francisco Javier García Ovalle, Arlongth Jairo León Gómez

Trabajo de Grado Para Optar el título de Ingeniero Electricista

Director

Dr. Oscar Arnulfo Quiroga

Doctorado en Tecnología

Codirector

Msc. Manuel José Ortiz Rangel

Maestría en Ingeniería Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2018

Dedicatoria I

Principalmente a Dios, por darnos la sabiduría y la fuerza de espíritu para culminar esta etapa de nuestro desarrollo profesional.

A mi padre, el Sr. Luis Arturo García Muñoz y a mi madre, la Sra. María Eugenia Ovalle Sosa quien con su gran amor y corazón y sus grandes enseñanzas fue siempre mi apoyo moral, ayudándome a ser excelente persona.

A mi esposa Viviana Victoria Vargas Uribe, sin ella hubiera sido imposible la realización de este trabajo, pues con su apoyo incondicional, sus comentarios, su amor, cariño, paciencia, y su gran confianza, me ayudó para seguir adelante superando todos los obstáculos presentados.

A mi pequeña hija Martina García Vargas, quien alegra mi vida, que hermoso ha sido su nacimiento, su presencia en nuestro hogar es una fuente inagotable de alegría y optimismo.

Dedicatoria II

En primera instancia al Creador de todo lo existente, por permitirme llegar a este momento para ser ingeniero y así culminar una etapa más en mi vida.

A mi padre Dr. Jairo León León y a mi madre Sra. Ana Jimena Gómez Poveda, por ser ellos mi ejemplo de vida, mi apoyo en las dificultades y quienes con amor, cariño y disciplina supieron formarme en valores humanos que me identifican quien soy.

A mis hermanos Jhorman y Daniel por apoyarme siempre con su afecto, igualmente siempre los estaré apoyando en sus ideas, sus proyectos y sus sueños.

A mis tías(os) en particular a María y a Rosalba por sus consejos y cariño, a mis primas(os) en singular a Raquel y a Bernarda por su apoyo, y en especial a mis nonas Teresa y Evarista por sus oraciones, afecto y cariño.

A Yadira por su apoyo incondicional, por su amor en cada palabra y por su inspiración en los momentos cruciales de este proceso.

Y a todos mis compañeros, amigos y conocidos que son pocos, pero que siempre estuvieron atentos en apoyarme y colaborarme.

Agradecimientos

A nuestro director de proyecto Dr. Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga y codirector de proyecto Msc. Manuel José Ortiz Rangel, por su dirección y orientación al motivar a sus alumnos, para el logro de las metas alcanzadas.

A los amigos que nos apoyaron y creyeron en nosotros, a pesar de los años y las dificultades.

A los maestros que inculcaron sus enseñanzas y conocimientos en la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

A la comunidad de la Facultad de Físico Mecánicas, y en general a la Universidad Industrial de Santander (UIS) por darme el conocimiento y la formación, sin los cuales no hubiera sido posible nuestro desarrollo profesional.

Tabla de Contenido

Introducción	15
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. Hipermercados y sus instalaciones eléctricas internas	19
2.1. ¿Qué es un hipermercado?	19
2.2. Desarrollo de los hipermercados actuales	21
2.3. Distribución de áreas en los hipermercados	23
2.3.1. Área administrativa.	24
2.3.2. Área ventas	25
2.3.3. Área servicios generales	26
2.3.4. Áreas complementarias	27
2.4. Instalaciones eléctricas en hipermercados	27
3. Reglamentaciones asociadas a hipermercados	33
3.1. Reglamentación sobre los métodos de alambrado	33
3.2. Reglamentación sobre riesgos eléctricos	37

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...	9
3.2.1. Clasificación de lugares peligrosos eléctrico	38
3.2.2. Clasificación lugares con alta concentración de personas	40
3.2.3. Clasificación por factores de riesgo eléctrico	41
3.3. Riesgos asociados a la instalación eléctrica en un hipermercado	44
4. Elaboración de la herramienta interactiva y manual de uso	45
4.1. Funcionamiento de la herramienta	45
4.2. Requerimientos de la herramienta	48
4.2.1. <i>Software</i> para el desarrollo de la herramienta	49
4.2.2. Criterio de selección de <i>software</i> para el desarrollo de la herramienta	49
5. Conclusiones y recomendaciones	51
Referencias Bibliográficas	53
Apéndices	56

Lista de Tablas

Tabla 1. Conceptos de hipermercados	20
Tabla 2. Descripción área administrativa.	24
Tabla 3. Descripción área ventas	25
Tabla 4. Descripción área servicios generales	26
Tabla 5. Áreas y circuitos asociados	28
Tabla 6. Métodos de alambrado y las secciones en la norma NTC2050	35
Tabla 7. Clasificación de lugares específicos	38
Tabla 8. Definición de los lugares peligrosos	39
Tabla 9. Clasificación de lugares.	40
Tabla 10. Decisiones y acciones para controlar el riesgo.	41
Tabla 11. Factores de riesgo.	42
Tabla 12. Factores de riegos en hipermercados.	44
Tabla 13. Evaluación de los criterios de selección del software.	50

Lista de Figuras

Figura 1. Gráfica de ventas nominales y personal ocupado en los GAHM,	15
Figura 2. Interior de supermercado	20
Figura 3. Descripción de procesos del hipermercado	21
Figura 4. Infograma del número de almacenes por marcas en Colombia	22
Figura 5. Planos de un supermercado.	23
Figura 6. Bodegas, estacionamientos del hipermercado	29
Figura 7. Infograma de conexión de iluminación en ducto de barra.	30
Figura 8. Infograma de Bus Barra de iluminación y potencia.	31
Figura 9. Cajas, oficinas	32
Figura 10. Infograma Canalización por suspensión.	32
Figura 11. Artículos del RETIE que lo fundamentan hacia los métodos de alambrado.	34
Figura 12. Diagrama de flujo de la herramienta	46
Figura 13. Archivos de la Herramienta	47
Figura 14. Entorno de visualización de la herramienta.	47
Figura 15. Entorno de visualización NTC_2050.	48

Lista de Apéndices

Apéndice A: Manual de la herramienta.

Apéndice B: Archivos herramienta.

NOTA: Véase apéndices en carpeta adjunta en CD-ROM.

RESUMEN**TITULO:**

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN GRANDES SUPERFICIES.*

AUTORES:

Francisco Javier García Ovalle, Arlongth Jairo León Gómez**

PALABRAS CLAVE:

Métodos, alambrado, NTC, RETIE, instalaciones, hipermercado, superficies, manual, actualización.

DESCRIPCIÓN:

En este trabajo de grado se realiza un manual para la selección de métodos de alambrado y materiales requeridos para la construcción de instalaciones eléctricas en grandes superficies, basado en los requisitos de las instalaciones eléctricas especiales que dan cumplimiento al marco reglamentario y normativo vigente en Colombia. Se propone como ayuda en la selección adecuada de los métodos de alambrado en grandes superficies como los hipermercados, con el propósito de evitar malas prácticas en las instalaciones eléctricas.

Se describe cada área del hipermercado, su operación y maniobra, teniendo en cuenta las necesidades de carga y los factores de riesgo eléctrico que pueden provocar accidente y afectar la vida de las personas que estén en contacto con las instalaciones eléctricas o equipos de uso final, basado en una clasificación de lugares húmedos, peligrosos o con alta concentración de personas. Además, se documentó los métodos de alambrado y su uso en cada sub área, donde se relaciona los niveles de tensión permitidos, certificaciones para uso, requisitos de operación y accesorios.

Se desarrolla una herramienta interactiva complementada con imágenes ilustrativas y catálogos, que ayuda al profesional del sector eléctrico y al estudiante de ingeniería eléctrica, para la consulta, interpretación y profundización de los métodos de alambrado en los hipermercados. Por otra parte, se sugiere desarrollar nuevos complementos a esta herramienta con base en futuras actualizaciones de catálogos o de reglamentación.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. Ingeniero Electricista, Dr. Codirector: Manuel José Ortiz Rangel. Ingeniero Electricista, Msc.

ABSTRACT**TITLE:**

MANUAL FOR THE SELECTION OF METHODS OF WIRING AND MATERIALS REQUIRED FOR THE CONSTRUCTION OF ELECTRICAL FACILITIES IN LARGE SURFACES.*

AUTHORS:

Francisco Javier García Ovalle, Arlongth Jairo León Gómez**

KEYWORDS:

Methods, wiring, NTC, RETIE, facilities, hypermarket, surfaces, manual, update.

DESCRIPTION:

In this graduation project a manual for the selection of wiring methods and materials required for the construction of electrical installations in large areas is made, it is based on the requirements of special electrical installations that comply with the obligatory and regulatory framework in force in Colombia. It is proposed as an aid in the adequate selection of wiring methods in large areas such as hypermarkets, in order to avoid bad practices in electrical installations.

Each area of the hypermarket is described, its operation and maneuver, taking into account the load needs and the electrical risk factors that can cause accidents and affect the lives of people who are in contact with electrical installations or end use equipment, based on a classification of wet, dangerous or highly concentrated places of people. In addition, the wiring methods were documented and their use in each sub-area, where the permitted voltage levels, certifications for use, operation requirements and accessories are related.

An interactive tool complemented with illustrative images and catalogs is developed, which helps the professional of the electrical sector and the student of electrical engineering, for the consultation, interpretation and deepening of the methods of wiring in the hypermarkets. On the other hand, it is suggested to develop new complements to this tool based on future updates of catalogs or regulations.

* Graduation project.

** Faculty of Physical – Mechanical Engineering. Electric, Electronic and Telecommunications School. Director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. Electrical Engineer, Dr. Co-Director: Manuel José Ortiz Rangel. Electrical Engineer, Msc.

Introducción

El ingreso de grandes hipermercados al mercado colombiano a través de procesos de integración empresarial, hizo que la organización industrial tradicional del sector se viera alterada significativamente. La aparición de nuevos supermercados ofrece mayores ventajas a los consumidores, mejora el precio y la calidad de los productos (Soler , 2006). Las ventas del país de acuerdo a los datos del DANE en el 2017 en los grandes almacenes e hipermercados minoristas (GAHM), lideran con 67,4% del total de ventas, lo que indica el crecimiento de estos establecimientos ante la inclusión de nuevo personal como se puede observar en la Figura 1; **Error!** No se encuentra el origen de la referencia., (DANE, 2017).

Diciembre 2014 – Diciembre 2017

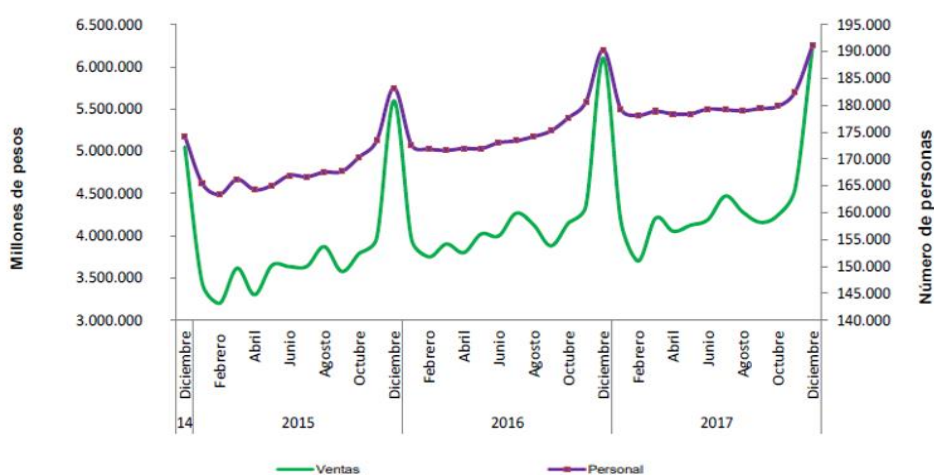


Figura 1. Gráfica de ventas nominales y personal ocupado en los GAHM. Adaptado de DANE.

(6 de Diciembre de 2017). Encuesta mensual de comercio al por menor. Obtenido de EMCM:

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmcm/bol_emcm_dic17.pdf

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

A partir de este crecimiento se deben asociar indicadores para las instalaciones eléctricas que permitan flexibilidad en el montaje y desmontaje de circuitos de alimentación con salidas: de alumbrado, aire acondicionado, a contacto polarizados, bifásicas, trifásicas, etc.; por el cambio de ubicación de las góndolas debido a las nuevas estrategias de mercadeo del hipermercado, por la estética en la visualización de cada producto y por el entorno en donde se exhibirá al usuario, lo cual implica la adecuada ubicación de las instalaciones eléctricas. Y, por último, que sea económicamente viable por el tipo de cargas en los GAHM, ya que según el método de alambrado recurriría en gastos elevados y no prácticos en la implementación.

En Colombia existe una reglamentación de carácter obligatorio (RETIE A.G. , 2015) exigida para garantizar el funcionamiento de las instalaciones eléctricas en general, conforme a lo establecido por la normativa colombiana NTC 2050, se especifican los métodos y materiales de las instalaciones eléctricas que se deben utilizar, pero no se encuentran clasificados por áreas para la aplicación, por lo cual se realizó una categorización de las áreas interiores del hipermercado para mitigar los factores de riesgo eléctrico y así tener una mejor selección de los métodos de alambrado y materiales para su construcción.

En el primer capítulo se describe el hipermercado, se identifica las áreas, el desarrollo de los hipermercados en la actualidad y los tipos de cargas relacionadas a cada área en las instalaciones eléctricas. El siguiente capítulo documenta y se establece la reglamentación en las instalaciones eléctrica correspondiente a los factores de riesgos eléctricos, los lugares clasificados, los métodos de alambrado y los productos usado en las instalaciones eléctricas que exige el RETIE. Finalmente, en el último capítulo se desarrolla la herramienta para la selección de los métodos de alambrado,

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

que define los criterios de evaluación y de selección del *software* para la implementación, los requerimientos y el funcionamiento de la herramienta; incluye dos archivos, apéndice B: manual para la utilización de la herramienta, apéndice A: archivos de la herramienta.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un manual que oriente la selección de los métodos de alambrado y materiales requeridos para las instalaciones eléctricas en grandes superficies, acorde a la Norma Técnica Colombiana – NTC 2050.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los riesgos eléctricos asociados con las instalaciones eléctricas en cada una de las áreas específicas de un hipermercado.
- Documentar los métodos de alambrado y materiales eléctricos acorde con los usos de las distintas áreas de la instalación, basados en norma NTC 2050 y RETIE.
- Desarrollar una hoja de cálculo que facilite la consulta y actualización de los métodos de alambrado y materiales usados en instalaciones eléctricas de grandes superficies.

2. Hipermercados y sus instalaciones eléctricas internas

En este capítulo se describirán los hipermercados y su funcionamiento, seguidamente se abordará el tema del crecimiento y el potencial comercial del GAHM, finalizando con una descripción de las instalaciones eléctricas internas de los hipermercados.

2.1. ¿Qué es un hipermercado?

Los hipermercados se establecen para suplir la necesidad de consumo de productos comestibles y no perecederos, generalmente se encuentran localizados en zonas con un alto flujo vehicular, dirigiéndose en la ventas de productos de consumo de abarrotes y no perecederos, ampliando la diversidad del negocio con servicios adicionales como farmacia, restaurante, bar, panadería, cuidado de niños, integrados en un solo lugar o edificación como se describe en: (Gimeno Gómez, 2011, pág. 94).

Con un área mínima de construcción desde 2500 m² (DANE, 2017), que se dedica a la comercialización de productos al por mayor y detal, ofreciendo un amplio espacio para los parqueaderos, cafeterías y restaurantes para sus clientes (ver Figura 2), por lo general pueden ser parte de una cadena de tiendas en la región o país (ROSERO, 2014).



Figura 2. Interior de supermercado. Adaptado de FEILO SYLVANIA COLOMBIA. (2011).

Obtenido de <http://www.sylvaniacolombia.com/Colsubsidio>

Existen diferentes conceptos de hipermercado los cuales se focalizan en aspecto de ventas de productos específico, marcas únicas, o compendio de conceptos, lo cual se resume en la **¡Error!**
No se encuentra el origen de la referencia..

Tabla 1.

Conceptos de hipermercados

Conceptos de hipermercados	Definición
Lúdico	Son gran número de elementos de publicidad, abarca un área menor, especificando una marca en particular y con demostraciones para la introducción de los productos.
Confortable	Es el concepto básico de productos alimenticios y con un entorno para el consumo familiar
Purista	Basan su comercialización de productos al descuento por los artículos ante la masiva adquisición de productos, focalizados y no extendiéndola a la demás gama.
Electrónico	Se establece por la digitalización de sus productos para su fácil adquisición y venta, reduciendo su área de caja, automatizando el control de la mercancía.
Convivencia	Es la integración de la gama de negocios, en el mismo lugar y tomando lo práctico de cada uno de los diferentes conceptos.

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

Adaptado de Miquel Peris, S., Parra Guerrero, F., Lhermie, C., & Miguel Romero, J. (2006). *DISTRIBUCIÓN COMERCIAL*. Madrid, ESPAÑA: ESIC EDITORIAL.

El último concepto de hipermercado de convivencia expuesto en la tabla 1, según las cifras del DANE es de mayor influencia en las grandes ciudades como Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali y Medellín, que referencia en marcas como ÉXITO, JUMBO y OLÍMPICA, entre otras marcas. En el desarrollo de la actividad comercial se realiza una coordinación de procesos para la continuidad del negocio del GAHM, y se ejecutan para brindar los productos al por menor y mayor, esto requiere el aprovisionamiento, almacenamiento y distribución de los productos dentro del hipermercado. Estos procesos se describen en la Figura 3.

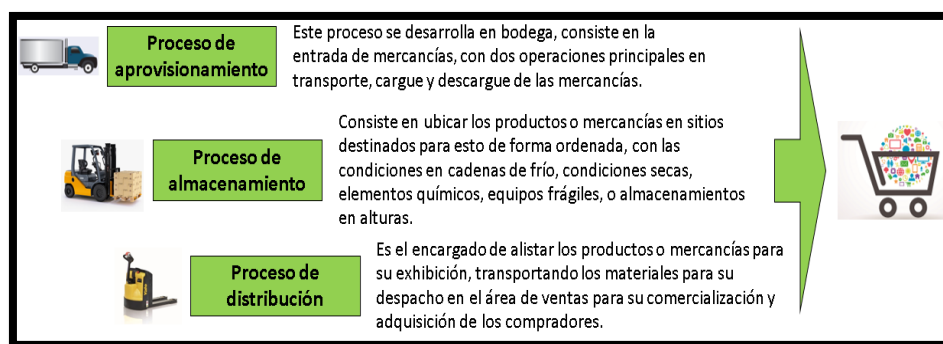


Figura 3. Descripción de procesos del hipermercado. Adaptado de Miquel Peris, S., Parra Guerrero, F., Lhermie, C., & Miguel Romero, J. (2006). *DISTRIBUCIÓN COMERCIAL*. Madrid, ESPAÑA: ESIC EDITORIAL.

2.2. Desarrollo de los hipermercados actuales

El crecimiento ante la llegada de nuevos competidores para los hipermercados establecidos conlleva a cambiar las estrategias para seguir vigentes en el mercado como lo describe el periódico

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

“El Tiempo” (Valencia Cadavid, 1995), una de estas estrategias es el anuncio de la construcción de nuevos establecimientos como se observa en la Figura 4.

Los hábitos de consumo de los colombianos en busca de ofertas, mejores servicios y calidad en los productos; ha generado un entorno comercial, en donde existe un supermercado por cada 31 mil habitantes cifra baja en comparación con otros países, como Chile en donde este índice es un supermercado por cada 17 mil habitantes, pero mejor que en otros países como Bolivia y Perú en donde hay un supermercado por cada 75 mil habitantes; y aún no se ha saturado el mercado, por lo cual permite la expansión (Inmaculada Iglesias Sevillano, 2014).



Figura 4. Infograma del número de almacenes por marcas en Colombia. Adaptado de SECTORIAL. (01 de MARZO de 2017). ¿Cuántos Almacenes de Cadena Hay en Colombia?

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

Obtenido de <https://www.sectorial.co/articulos-especiales/item/52640->

[%C2%BFcu%C3%A1ntos-almacenes-de-cadena-hay-en-colombia-infograf%C3%ADa](#)

Ante la apertura de nuevos hipermercados, es importante resaltar que las instalaciones eléctricas en estos establecimientos exigen métodos de alambrado adecuados, a continuación, en la siguiente sección se describirán este tipo de instalaciones eléctricas.

2.3. Distribución de áreas en los hipermercados

La distribución del hipermercado se sectoriza por áreas como administrativa, ventas, servicios generales y complementarias, donde cada uno tiene a su vez zonas vinculadas para su funcionamiento. En la Figura 5 se sitúan algunas de las áreas y subáreas dentro del hipermercado y en esta sección se describirán las condiciones de riesgo eléctrico a considerar en cada una de estas áreas (ver secciones 1.2.1 al 1.2.4).

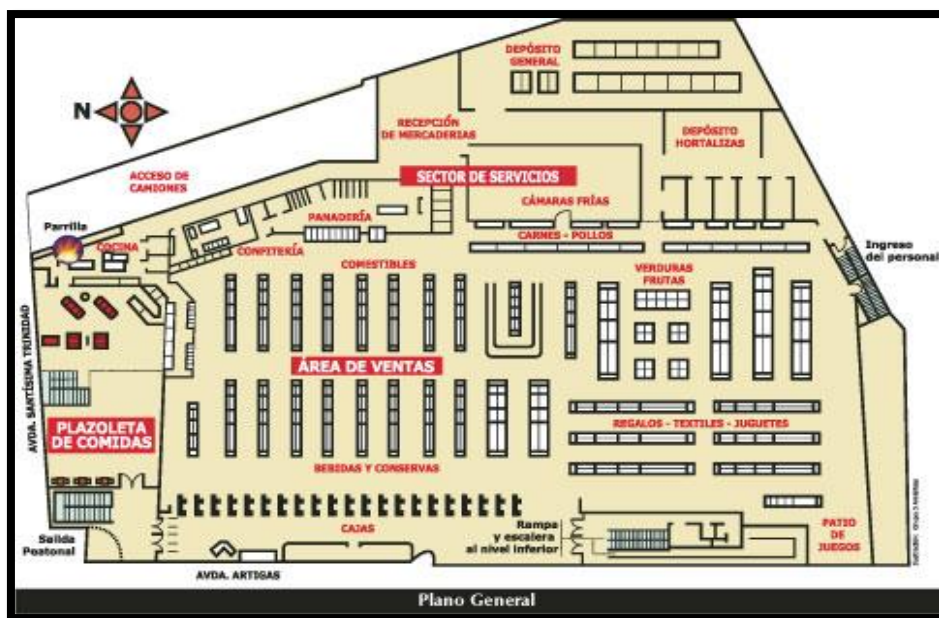


Figura 5. Planos de un supermercado. Adaptado de Álvarez, E. D., & Moncada, J. A. (2004).

NFPA Jurnal latinoamericano. Obtenido de <http://www.nfpajla.org/archivos/edicion->

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

impresora/lugares-de-reuniones-publicas-discotecas/986-el-incendio-del-supermercado-ycau-bolanos

2.3.1. Área administrativa. Los procesos administrativos como el registro, vigilancia y operaciones administrativas requieren de equipos de cómputo, equipos POS, equipos de comunicaciones, UPS y CCTV; los cuales deben ser provistos de energía eléctrica.

Tabla 2.

Descripción área administrativa.

Área	Sub-Área	Definición
ÁREA ADMINISTRATIVA	Oficinas	Las oficinas están destinadas para el uso administrativo, en las cuales se lleva la coordinación administrativa de cada aspecto dentro del hipermercado.
	Valores (tesorería)	Para la disposición del almacén en la recolección de los dineros y títulos valores de las cajas, requieren de un cuarto de valores o tesorería, este cuarto debe contar con los sistemas de seguridad, y mantener un bajo flujo de personas.
	Computo	La ambientación y los sistemas de comunicación que se deben mantener entre los equipos de cómputo como cajas (post), computadores, sonido ambiental, y las comunicaciones, requieren de una disposición de un rack central que comande esta actividad.
	Seguridad	La accesibilidad de los productos o mercancías en el almacén y el cuidado de los mismos para la actividad comercial además de velar por la seguridad de los clientes, debe velar por la seguridad de los productos y se hacen necesarios los equipos de seguridad, computadores, radios de comunicación, y sistemas de cámaras.
	Punto de información, y cajas	Las transacciones por la adquisición de la mercadería, hace necesario ubicar un área de cajas, en las cuales se registrarán la salida de las mercancías y en caso necesario se dará orientación para la ubicación de productos o formulación de felicitaciones quejas o reclamos; se necesitarán equipos como cajas, computadores y sonido ambiental remoto.

2.3.2. Área ventas. Aquí se distribuyen según el tipo de producto y las necesidades ambientales para su conservación, productos crudos, productos no perecederos (electrónicos, aseo, textiles y varios) y productos preparados (plazoletas de comidas), descritos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, con la interacción de las diferentes áreas, con el fin que el consumidor adquiera los artículos que satisfagan su necesidad.

En el proceso de venta las góndolas son el eje central para la exhibición de los productos, algunos de ellos necesitan refrigeración o iluminación especial, además de la iluminación para tráfico de personas y uno o varios puntos de lectura de códigos de productos que se exhiben, estos implementos requieren de suministro energético flexible ante las necesidades del hipermercado.

Tabla 3.
Descripción área ventas

Área	Sub-Área	Definición
ÁREA VENTAS	Góndolas no refrigeradas	Se ubican las mercancías no comestibles y comestibles que no necesitan refrigeración.
	Góndolas refrigeradas	Se ubican las mercancías comestibles que necesitan refrigeración.
	Cocina	Se ubican equipos como: refrigerador, cocina, licuadoras, etc., necesarios para la manipulación de alimentos.
	Panadería	Se ubican equipos como: refrigerador, cocina, licuadoras, etc., necesarios para la elaboración de los platos preparados
	Plazoleta de comidas	Se ubican las mesas o zona en donde las personas pueden tomar sus alimentos.

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

2.3.3. Área servicios generales. Esta zona tiene entre sus funciones proveer de servicios tanto a la empresa como al público, se encuentra el área de mantenimiento, subestación eléctrica, servicios sanitarios, estacionamientos, bodegas, cuartos fríos, depósito de residuos, descritas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Los procesos al interior de esta área se refieren a la distribución eléctrica de los circuitos eléctricos del almacén, y a algunos circuitos especiales.

Tabla 4.

Descripción área servicios generales

Área	Sub-Área	Definición
ÁREA SERVICIOS GENERALES	Mantenimiento	En esta subárea, se ejecutan los mantenimientos a diferentes equipos y góndolas del almacén, así mismo contiene elementos combustibles, corrosivos y/o tóxicos
	Subestación eléctrica	En esta subárea se ubica el transformador seco del nivel de tensión, para distribuir la energía eléctrica al supermercado.
	Servicios sanitarios	En esta subárea se ubican los baños, lavamanos y equipos eléctricos para uso de los clientes.
	Estacionamiento	En esta subárea se encuentra el estacionamiento de vehículos, está generalmente aislada, por situarse en muchos casos en subterráneos o al aire libre.
	Bodega	En esta subárea, se reciben las mercancías que se almacenan, y contiene elementos combustibles. Se establece que existen elementos de combustión y corrosivos
	Cuartos fríos	En esta subárea se ubican los laboratorios de carne, pollo, pescado y pastelería con mercancías comestibles que necesitan refrigeración.
	Depósito de residuos	En esta subárea, se recolectan los residuos del almacén, así mismo contiene elementos combustibles
	Cuarto eléctrico	Esta subárea es para distribuir la energía eléctrica al supermercado.
	Terraza técnica	Esta subárea es donde se ubican los equipos de aire acondicionado del hipermercado.

2.3.4. Áreas complementarias. En esta área se ubican las entidades bancarias, locales comerciales y stand inmobiliario, que requieren de un suministro energético flexible.

2.4. Instalaciones eléctricas en hipermercados

Las instalaciones eléctricas en hipermercados, exige al profesional y diseñador de las instalaciones eléctricas, que deben considerar su funcionalidad y operación en cada área que determinan las salidas eléctricas (considerando los circuitos para alumbrado, tomas corrientes de respaldo emergencia y especiales), para la distribución eléctrica y revisar los métodos de alambrado de acuerdo al RETIE.

En los hipermercados la distribución eléctrica está a niveles de tensión de 220/127 [V] para iluminación en el interior y exterior de hipermercado, y 208/120 [V] los circuitos para tomas corrientes se dividen en reguladas utilizados para equipos de cómputo y no reguladas, tensión de 480/277 [V] para motores y equipos especiales. De la subestación a la acometida en media tensión puede ser 13,2 [kV] o 34,5 [kV] trifásico.

El sistema eléctrico de respaldo abastece los equipos vitales de funcionamiento y operación del hipermercado como son las cajas (POS), equipos de seguridad e iluminación. El sistema eléctrico de emergencia utiliza planta eléctrica a diésel, para iluminación de emergencia en la evacuación del hipermercado. Los circuitos especiales alimentan equipos con conexión bifásica y trifásica como el motor del aire acondicionado o del cuarto frío. En la **¡Error! No se encuentra el origen**

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

de la referencia., se establecen las áreas y los tipos de circuitos eléctricos asociados en cada subárea del hipermercado.

Tabla 5.

Áreas y circuitos asociados

Áreas	Circuitos de:	Iluminación	Toma corriente	Respaldo	Emergencia	Especiales
	Sub-áreas:					
Servicios generales	Bodega	X	X	X	X	X
	Estacionamiento	X	X	X	X	
	Cuarto frío	X		X	X	X
	Baños	X			X	
	Residuos	X	X		X	
	Subestación eléctrica	X	X	X	X	X
	Mantenimiento	X	X	X	X	
	Cuarto eléctrico	X	X	X	X	X
	Terraza técnica	X	X			X
Ventas	Góndolas no refrigeradas	X	X		X	
	Góndolas refrigeradas	X	X	X	X	X
	Cocina	X	X		X	
	Panadería	X	X		X	
	Plazoleta	X	X		X	
Administrativa	Tesorería	X	X		X	X
	Comunicaciones	X	X		X	
	Seguridad	X	X		X	X
	Oficinas	X	X		X	
Complementarias	Punto de información y cajas	X	X		X	X
	Locales comerciales, entidades bancarias, stand inmobiliario	X	X	X	X	

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

Comúnmente se distingue en los supermercados que los materiales e instalaciones eléctricas son similares en la mayoría, por los tipos de carga (góndolas, iluminación, equipos eléctricos, comunicaciones, etc.), como ejemplo las bandejas y ductos portacables y canalizaciones de forma aérea, llegando a múltiples áreas de forma rápida y ordenada, aplicando métodos de alambrado; como las canalizaciones con ductos de barras, para iluminación (ver Figura 6), y distribución de energía que simplifica la instalación, rendimiento energético y flexibilidad a los cambios en instalaciones nuevas o temporales.



Figura 6. Bodegas, estacionamientos del hipermercado. Adaptado de Montenegro, M. (2018).

COLLIERS. Obtenido de COLLIERS INTERNATIONAL: <http://www.colliers.com/es-pa/panama/properties/p-pan7000198/alquiler-bodega-de-146446-m%C2%B2>

En el caso del ducto de barra, es una solución en el tema de regulación y potencia, al momento de la distribución eléctrica al considerar las dimensiones del hipermercado, siendo una solución viable y práctica, que permite hacer cambios en la instalación (ver Figura 7).

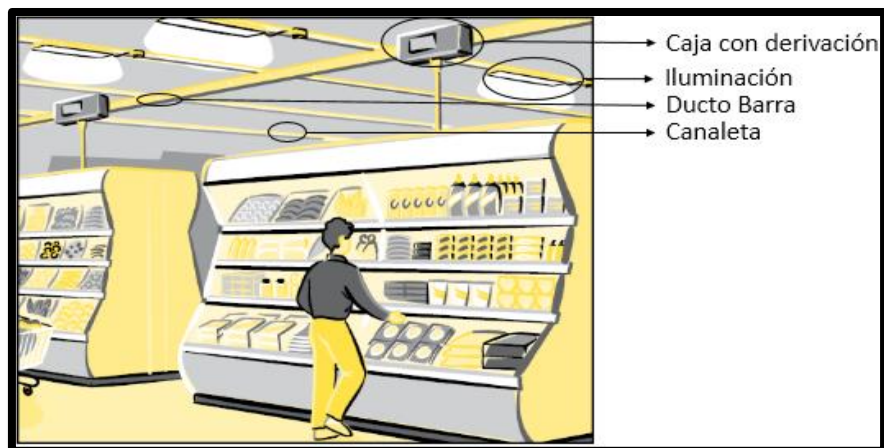


Figura 7. Infograma de conexión de iluminación en ducto de barra. Adaptado de Legrand.

(2018). Catalogo - Sistema de ducto de barras. Obtenido de

www.legrand.com.pe/catalogos/book/ducto_barra/files/ductobarra.pdf

También se puede detallar más acerca de los ductos barra en la Figura 8, donde se observa la facilidad en su instalación, sus accesorios como son los enchufes que van desde los 25 hasta los 63 A, para iluminación y potencia eléctrica, permitiendo una instalación más flexible y adaptable a posibles cambios.

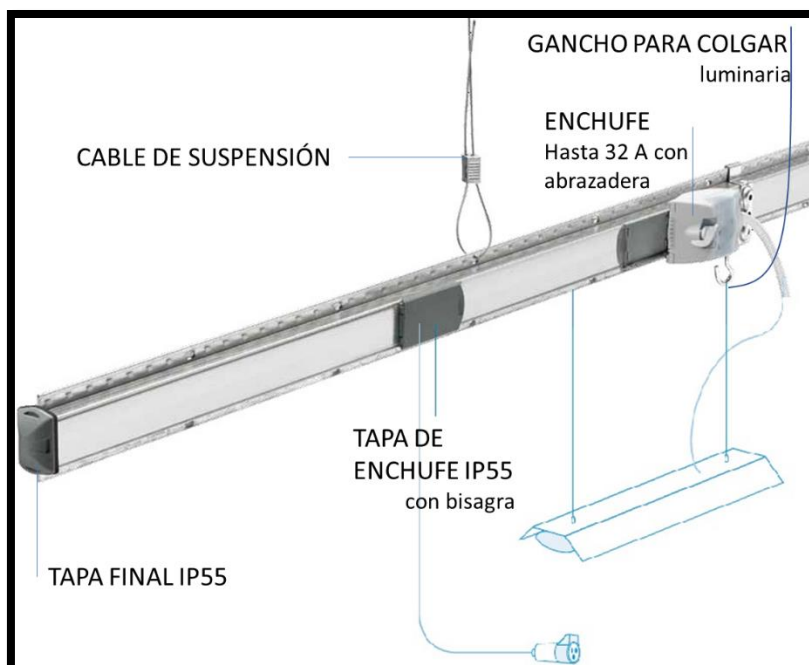


Figura 8. Infograma de Bus Barra de iluminación y potencia. Adaptado de Legrand. (2018).

Catalogo - Sistema de ducto de barras. Obtenido de

www.legrand.com.pe/catalogos/book/ducto_barra/files/ductobarra.pdf

La instalación de los ductos de barras en los hipermercados se construye por suspensión aérea, con soporte al techo, por medio de ganchos, abrazaderas, cadenas y otros soportes de suspensión especificados en los catálogos de accesorios para ductos de barras por los diferentes proveedores.

Otro método usado es, canalizar con tubería EMT, ubicada en la estructura del techo o pared, ya sea para iluminación de góndolas de exhibición, CCTV o sonido ambiental. En la Figura 9, se observan las diferentes canalizaciones usadas, para la distribución del alambrado de fuerza, iluminación y comunicaciones, distribuidos por el supermercado.



Figura 9. Cajas, oficinas. Adaptado de FEILO SYLVANIA COLOMBIA. (2011). Obtenido de <http://www.sylvaniacolombia.com/Colsubsidio>

Es típico en los supermercados que las instalaciones con canaletas, bandejas portacables y ductos de barras, deben ir selladas y fijadas al techo por medio de estructuras o soportes de suspensión, como se ilustra en la Figura 10.

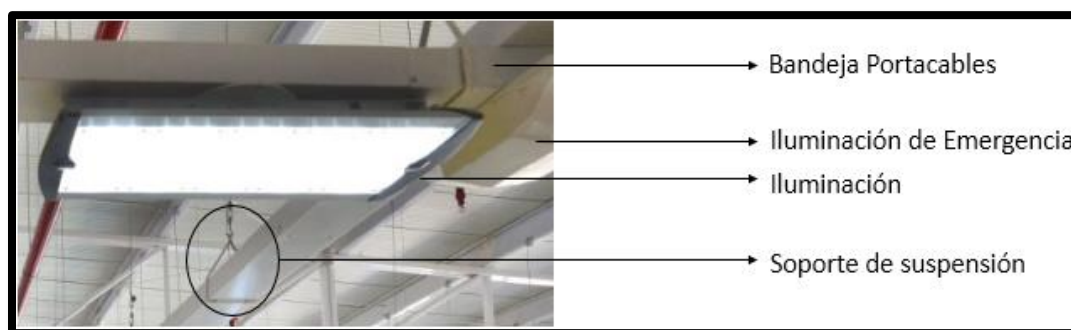


Figura 10. Infograma Canalización por suspensión. Adaptado de FEILO SYLVANIA COLOMBIA. (2011). Obtenido de <http://www.sylvaniacolombia.com/Colsubsidio>

3. Reglamentaciones asociadas a hipermercados

Las exigencias de las instalaciones eléctricas están establecidas en el RETIE 2013, con mención a la norma NTC 2050 primera actualización 1998. Se recopilan en este capítulo, las menciones que dan referencia a los métodos de alambrado en las instalaciones eléctricas, los riesgos eléctricos, y finalmente la clasificación de las áreas del hipermercado por factores de riesgos que apliquen.

Con respecto al borrador del proyecto de Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE que se encuentra en la página del ministerio de minas y energía, este se divide en dos partes, una parte sobre las instalaciones eléctricas y otra parte sobre los productos usados en las instalaciones eléctricas, no hay cambios significativos en el borrador del reglamento con el vigente, para el desarrollo del presente documento.

3.1. Reglamentación sobre los métodos de alambrado

El RETIE, en Colombia es de obligatorio cumplimiento, en el Artículo 3 del RETIE se establecen las definiciones, las cuales se remiten a la norma NTC 2050, ésta permite definir cada producto que se utiliza en las instalaciones; asimismo en el artículo 10 del RETIE se encuentran los requerimientos generales de las instalaciones eléctricas, las cuales deben soportar el diseño y la competencia profesional. Aparte del certificado de conformidad del producto expedido por un organismo acreditado, debe dar cumplimiento a lo exigido por el RETIE en el artículo 20; en compendio con el capítulo 4 y capítulo 6 de la NTC 2050 y requisitos de alambrado en la sección

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

300 de NTC 2050 que orienta en la metodología, como se observa en la Figura 11; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

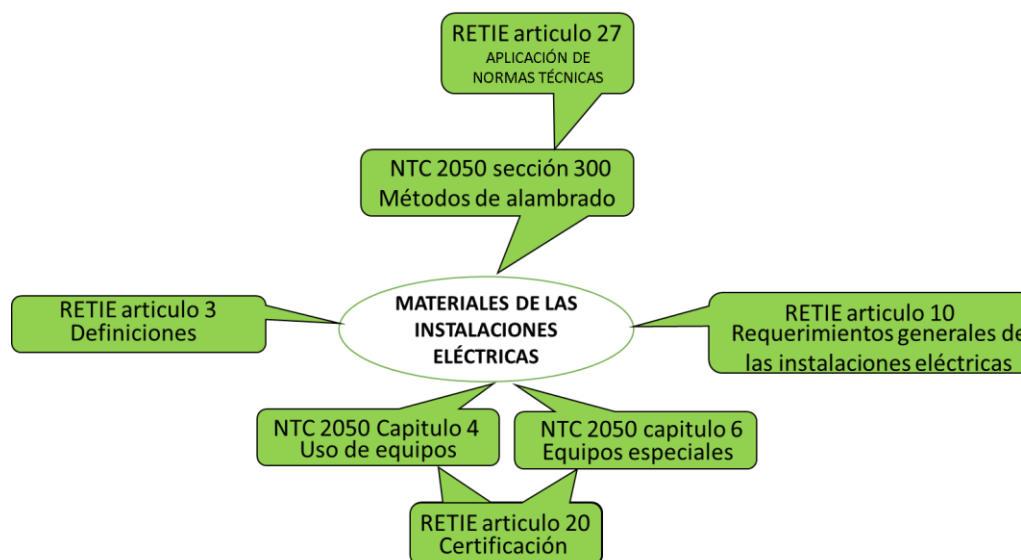


Figura 11. Artículos del RETIE que lo fundamentan hacia los métodos de alambrado.

Los métodos de alambrado y los materiales para las instalaciones están descritos en el capítulo 3 de la NTC 2050, en donde se establecen las generalidades, que dan las pautas de limitaciones y características eléctricas de los materiales eléctricos a usar, conductores, protecciones, canalizaciones, etc.; que están en las secciones 300, 310 y 318 de la NTC 2050. Así mismo, los requisitos generales de los alambrados y los accesorios, protecciones, tipo de canalización, instalación de conductores, puestas a tierra, continuidad eléctrica y mecánica, las derivaciones, los factores de seguridad y la adecuada identificación visible de las canalizaciones, deben tener en cuenta las secciones 300-4 a la 300-24 de la NTC 2050.

Asimismo, en la sección 310 de la NTC 2050, se establecen los requerimientos de los conductores en los que se denomina el tipo, aislamiento, etiquetas, etc., a su vez en las secciones

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

de la 325 a la 340 de la NTC 2050, se presentan los tipos y las características de implementación, que brindan los primeros métodos de alambrado.

Las tuberías y canalizaciones se especifican en las secciones 341 al 356, 358, 362 al 365, y 374 de la NTC 2050, brindando los métodos de alambrado para ductos. En las siguientes secciones 370, 373, 380 y 384 de la NTC 2050, se establecen las cajas, armarios interruptores y cuadros de distribución, los cuales se pueden observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 6.

Métodos de alambrado y las secciones en la norma NTC2050

Sección	Título	Uso
341	Tuberías eléctricas plegables no metálicas	La instalación eléctrica con este método permite la maleabilidad del material para dar curvas sin que sufra daños en la integridad de la tubería, esto lo hace ideal para exteriores cuando la certificación lo califique para este uso, teniendo en cuenta la exposición química corrosiva o del sol, o en el interior de las paredes que permita este uso, es frecuente que se utilice en oficinas del hipermercado y áreas similares, con niveles de tensión del conductor o conductores no mayor a 600 [V].
345	Tubo (conduit) metálico intermedio(tipo IMC)	Estos métodos de alambrado son comunes en lugares clasificados como peligrosos, en las áreas del hipermercado el almacenamiento del combustible para el generador requiere de método por lo expuesto en la sección 2.2.1 del este capítulo, y es aplicado al interior de muros de concreto o sobre puesto en los muros y techo en el interior de área con soportes, cajas de salida, y asesorías (codos, uniones, etc.), certificados para este uso.
346	Tubo (conduit) metálico rígido (tipo RMC)	
347	Tubo (conduit) rígido no metálico	En lugares como la cocina o el laboratorio donde se procesa productos cárnicos, y las operaciones típicas es el lavado de paredes y pisos, estas operaciones mantiene presencia de humedad en el lugar, por lo que exige una protección que resista la humedad presente, lo cual requiere de un aislamiento para evitar que entre

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

		el agua a los sistemas de alimentación eléctricos, este método con sus soportes, uniones, cajas y demás accesorios, brindan un trabajo seguro ante este tipo de actividades.
348	Tubería eléctrica metálica (tipo EMT)	Este tipo de tubería es utilizado en el cuarto de comunicaciones o en el cuarto de seguridad, por no estar sometido a daños físicos graves, permite utilizar el aluminio para los accesorios con este método de alambrado, al momento de la instalación se debe tener cuidado de no estar en contacto con otro tipo de metal para evitar la reacción galvánica que genere algún factor de riesgo eléctrico por contacto directo o indirecto.
349	Tubería metálica flexible	Estos métodos no se permiten en lugares mojados, lugares peligrosos, huecos de ascensores y si están expuestos a daños físicos: para garantizar la integridad de los conductores en su interior. Son utilizados en la sub-área de tesorería, y los accesorios certificados para este tipo de tubo y tubería.
350	Tubo (conduit) de metal flexible	
351	Tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos y tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos	Los tubos herméticos metálicos y no metálicos son utilizados en uso exterior, como la terraza técnica del hipermercado en donde se expone a condiciones ambientales, y se debe certificar los accesorios para este uso, permitiendo la conexión y mantenimiento de los equipos como el aire acondicionado.
352	Canalizaciones Superficiales Metálicas y Canalizaciones Superficiales No Metálicas.	Este método se utiliza para los conductores de alimentación eléctrica de tensión no mayor a los 300 [V], esta canalización se instala en las oficinas, tesorería, cuarto de comunicaciones y cuarto de seguridad para la alimentación de los equipos, en estas sub-áreas del hipermercado, los accesorios deben mantener continuidad eléctrica y puesta a tierra.
374	Canaletas auxiliares	
362	Canaletas metálicas y no metálicas para cables	En el área de ventas del hipermercados, se instala las canaletas metálicas y no metálicas que mantiene los cables de alimentación eléctrica para el lugar de vetas o áreas próximas, esta canalización está suspendida por medio de cordones colgantes, no debe estar expuesta a la daños físicos y luz del sol.
364	Canalizaciones buses de barras	o Esta canalización permite flexibilidad en la conexión de derivaciones para alimentar luminarias o equipos, que permite cambios en las diferentes góndolas, ante los requisitos de operación del hipermercado, la canalización debe ser visible, aterrizada con puesta a tierra y poseer protección para sobre corrientes.

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

365	Bus de cables	Es una canalización de varios conductores aislados y separados entre sí con espacio de ventilación, se ubica esta canalización desde la subestación al cuarto eléctrico, los accesorios deben indicar el modo de uso su orientación vertical u horizontal, extremos finales o al interior de armarios o tableros, certificados para estas condiciones de uso.
370	Cajas de salida, de dispositivos, de paso y de empalmes, conduletas y sus accesorios	Estos elementos se ubican en todas las instalaciones del hipermercado, solo variando el material, el tipo de uso según la sub-área y el certificado correspondiente para la seguridad de la instalación. y no presentar riesgos eléctricos que pueden afectar la vida humana y la integridad de los equipos instalados.
373	Armarios, cajas de corte y tableros de medidores enchufables	La ubicación de estos elementos generalmente al lado de la sub estación o en el interior del cuarto eléctrico, y la clasificación de estas dos sub-áreas exige los certificados para el uso de elementos, que tiene en cuenta las dimensiones, el material, el tipo de aislamiento, y la condiciones de trabajo y mantenimiento.
380	Interruptores	
384	Cuadros de distribución y paneles de distribución	

Con estos métodos se debe seguir bajo la obligatoriedad del reglamento y por su exigencia en el artículo 27 del RETIE, para la implementación en instalaciones en los supermercados.

3.2. Reglamentación sobre riesgos eléctricos

La clasificación de los riesgos eléctricos, que pueden afectar al ser humano por exposición a ambientes que almacenen elementos tóxicos, inflamables o con material particulado, se toma para los hipermercados de alta peligrosidad; considerando igualmente que el flujo o concentración de personas en su interior dado por su área de disposición para el negocio, representan peligro a la integridad humana, además de las áreas focalizadas que manejan combustibles o humedad que pueden causar perjuicios.

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

Se hace indispensable reconocer que tipo de riesgo eléctrico existe, para la aplicación de los métodos de alambrado, que puedan alterar el diseño o los productos utilizados en las instalaciones eléctricas. Esta clasificación se reconoce por la funcionalidad o la actividad que se desarrolle en el lugar y por accidentes de contacto producidos por fenómenos eléctricos en las instalaciones eléctricas, internas o externas que le afecten.

3.2.1. Clasificación de lugares peligrosos eléctrico. Las condiciones de los lugares para ubicación de los elementos de las instalaciones eléctricas se indican en el capítulo 4, en la sección 410 de la NCT 2050, para el uso adecuado, por factores de riesgo o peligro bajo condiciones propias de funcionamiento operacionales y de contenido peligroso, a continuación se describirán lugares específicos, aparatos cerca o sobre de materiales combustibles 410 de la NTC 2050 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

Tabla 7.

Clasificación de lugares específicos

Lugares específicos (húmedos y mojados)	Aparatos cerca o sobre de materiales combustibles
Se consideran lugares húmedos aquellos que puedan acumular agua en los compartimientos de alambres, porta bombillas o cualquier parte eléctrica, que refiera al sección 410-4 a) de la NTC 2050.	Los aparatos deben estar contruidos, instalados o equipados con deflectores o protectores de modo que los materiales combustibles no se vean expuestos a temperaturas superiores a 90 °C. expuesto en el artículo sección 410-5 de la NTC 2050

Adaptado de RETIE A.G. . (24 de ABRIL de 2015). *Anexo General Reglamento Técnico de*

Instalaciones Eléctricas. Obtenido de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/>

Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-

b64dbabedb13

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

En el artículo 28 del RETIE, en la sección 28.3.1 Instalaciones eléctricas en lugares clasificados como peligrosos en la sección b: establece las definiciones de tipo de almacenamiento, en la sección c: las consideraciones de almacenamiento, en la sección d: competencia de clasificación y en la sección e: clasificación de lugar peligroso, ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 8.

Definición de los lugares peligrosos

RETIE sección 28.3.1 Instalaciones eléctricas en lugares clasificados como peligrosos	
Sección b: definición	Debido a almacenamiento de sustancias inflamables, productos químicos y derivados del petróleo es inevitable que pueden producir mezclas de una concentración explosiva.
Sección c: sustancias	Para la clasificación del área se deben considerar al menos los siguientes factores: a) temperatura ambiente, b) presión barométrica, c) humedad, d) ventilación, e) distancia a la fuente del gas o vapor y f) características fisicoquímicas del producto manejado.
Sección d: Competencia de clasificación	Para la clasificación de áreas, el alambrado y la selección de equipos deben estar supervisados por un ingeniero competente en estos procedimientos, demostrable con experiencia certificada profesional.
Sección e: clasificación	La clasificación de áreas debe hacerse de acuerdo a la metodología, de clase, división y grupo.

Adaptado de RETIE A.G. . (24 de ABRIL de 2015). *Anexo General Reglamento Técnico de*

Instalaciones Eléctricas. Obtenido de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/>

Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-

b64dbabedb13

Aquellos lugares que por su clasificación deben cumplir los requisitos de alambrado según su clase y división, para dar cumplimiento a la reglamentación del RETIE artículo 28.3.1 y a la norma NTC2050 capítulo 3 en donde se especifica cuáles métodos de alambrado son los adecuados por

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

la clasificación dando luces a la selección adecuada de cada método en lugares peligrosos como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 9.

Clasificación de lugares.

Lugares	Definición	Métodos de alambrado aplicables
Clase I	Son los lugares que presentan en el aire gases o vapores con mezclas explosivas o inflamables, que estén en forma líquida por licuado o almacenados. Y lo especificado en la norma NCT 2050 en el apartado 500-7-a y b-notas.	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo CONDUIT metálico rígido (tipo RMC) roscado NPT.
Clase II	Son los lugares en los que exista polvos combustibles no conductivos eléctricamente de origen orgánico, producidos por la manipulación de cereales, harinas, azúcares, cacao o leche en polvo, etc. Y lo especificado en la norma NCT 2050 en el apartado 500-8-a y b-notas.	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo CONDUIT intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT.
Clase III	Son los lugares con presencia de fibras o partículas combustibles que provengan de la industria textil o de materiales de naturaleza similares. Y lo especificado en la norma NCT 2050 en el apartado 500-9-a-notas.	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo eléctrico metálico (tipo EMT) • Bandejas portacables. • Cables tipo MI, PLTC, ITC, MV y TC.

3.2.2. Clasificación lugares con alta concentración de personas. En el artículo 28.3.3 en el RETIE, el cual establece las instalaciones eléctricas en lugares con alta concentración de personas, que corresponde a la reunión 50 o más personas simultáneamente en el caso de estudio el hipermercado por su actividad comercial alberga a empleados y clientes, y exige un sistema de emergencia para alimentar sistemas esenciales como la iluminación para las salidas de emergencia, bombas contra incendios etc.

Los productos usados en instalaciones eléctricas con la clasificación de lugar con alta concentración de personas, requiere un certificado de conformidad para las condiciones especiales

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

como lo estipula el artículo 20.28 productos utilizados en instalaciones eléctricas especiales y se trata con mayor detalle en los capítulos 5,6 y 7 de la NTC 2050.

3.2.3. Clasificación por factores de riesgo eléctrico. En el reglamento, una instalación eléctrica es de peligro inminente o de alto riesgo cuando carezca de las medidas de protección frente a condiciones donde se comprometa la salud o la vida de personas, para determinar la existencia de alto riesgo, la situación debe ser evaluada por un profesional competente en electrotecnia y basarse en los siguientes criterios de la tabla 9.4 del RETIE en el artículo 9, ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 10.

Decisiones y acciones para controlar el riesgo.

Nivel de riesgo	Decisión	Recomendación	Procedimientos
MUY ALTO	Inadmisible	Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide a hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
ALTO	Minimizarlo	Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
MEDIO	Aceptarlo.	Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
BAJO	Asumirlo	Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos	El líder del trabajo debe verificar: ¿Qué puede salir mal o fallar?


MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

		establecidos. EPP.	Utilizar	¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
MUY BAJO	No hacer nada	Vigilar cambios.	posibles	Vigilar cambios y documentar.


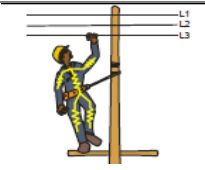


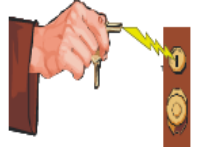



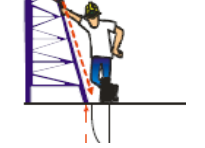
Adaptado de RETIE A.G. . (24 de ABRIL de 2015). Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Obtenido de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>

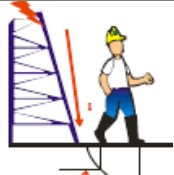
Para la mitigación de estos factores de riesgo eléctrico se debe seleccionar el método de alambrado, que hace seguras las instalaciones eléctricas al interior de las áreas del hipermercado (ver sección 2.4), los factores de riesgo eléctrico de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, esta referenciada de la “tabla 9.5 Factores de riesgos eléctricos más comunes” del artículo 9 del RETIE.

Tabla 11.
Factores de riesgo.

	Factor de riesgo eléctrico	Posibles causas	Ilustración
Arcos eléctricos		Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.	

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

Ausencia de electricidad	Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia.	
Contacto directo	Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.	
Contacto indirecto	Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.	
Cortocircuito	Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.	
Electricidad estática	Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.	
Equipo defectuoso	Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado	
Rayos	Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.	
Sobrecarga	Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.	
Tensión de contacto	Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.	

Tensión de paso	Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla	
------------------------	---	---

Adaptado de RETIE A.G. . (24 de ABRIL de 2015). Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Obtenido de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>

3.3. Riesgos asociados a la instalación eléctrica en un hipermercado

En esta sección se analizan los diferentes riesgos por área, y se define como abordar la selección de métodos de alambrado por su nivel de peligrosidad, a la hora de implementar una matriz de seguridad es verificar cada ítem para su cumplimiento, como la que presenta el RETIE en el artículo 9.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra con que relevancia pueden ocurrir los factores de riesgo eléctrico más comunes, que se debe prevenir en cada área del hipermercado, de esta forma mitigar la ocurrencia de los factores de riesgo eléctrico en el área de estudio, lo cual se definen en el artículo 9, sección 9.3 del RETIE.

Tabla 12.
Factores de riegos en hipermercados.

sub-áreas	Factores de riesgo eléctrico
	Arcos eléctricos
	Ausencia de electricidad
	Contacto directo
	Contacto indirecto
	Corto-circuito
	Electricidad estática
	Equipo defectuoso
	Rayos
	Sobrecarga
	Tensión de contacto
	Tensión de paso

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

Bodega		X		X								
Estacionamiento		X		X								
Tesorería		X		X			X		X			
Cuarto frio		X		X	X	X	X				X	
Baños		X		X	X	X	X					
Comunicaciones		X		X			X		X			
Seguridad		X		X			X		X			
Residuos		X		X								
Oficinas		X		X			X		X			
Subestación eléctrica	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Góndolas no refrigeradas		X	X	X								
Góndolas refrigeradas		X	X	X	X	X	X					
Cocina		X	X	X	X	X	X		X	X		
Panadería		X	X	X	X	X	X		X			
Plazoleta		X		X					X			
Mantenimiento		X	X	X	X	X	X		X			
Punto de información y cajas		X		X	X	X	X		X			
Complementarios		X	X	X	X	X	X		X			
Cuarto eléctrico	X	X	X	X	X	X			X	X		X
Terraza técnica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

4. Elaboración de la herramienta interactiva y manual de uso

En este capítulo se indican los criterios para la selección del *software* como Microsoft Access 2016, Visual FoxPro, MySQL, Data base, Visual C++, Microsoft visual Basic, Notepad++, y Scilab y el manual de usuario de la herramienta.

4.1. Funcionamiento de la herramienta

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

La herramienta se desarrolló en Excel, bajo los criterios expuesto en las sección 3.2 del presente capítulo, cómo un libro interactivo, por medio de hipervínculos, fórmulas y macros; para seleccionar información agregada en una base de datos, la cual puede ser actualizada sin afectar el formato, que facilita la consulta de los materiales de las instalaciones eléctricas en los hipermercados que cumpla con los requerimientos del lugar, apoyados por un uso común o frecuente en instalaciones de este tipo.

En la Figura 12 se ilustra el diagrama de flujo que describe como es el funcionamiento de la herramienta.

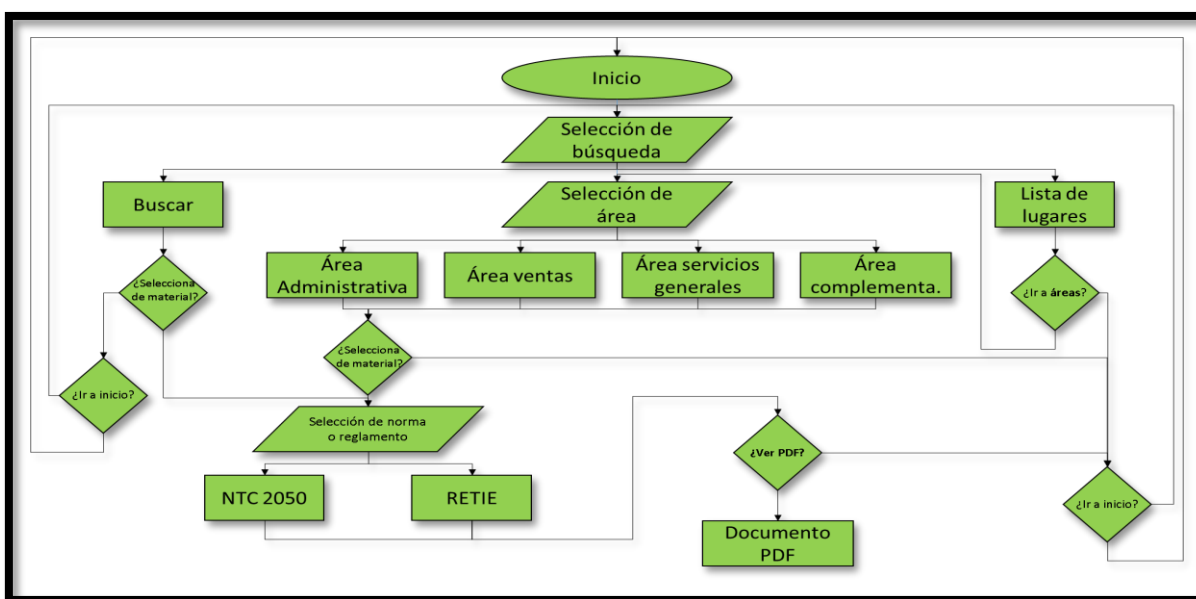
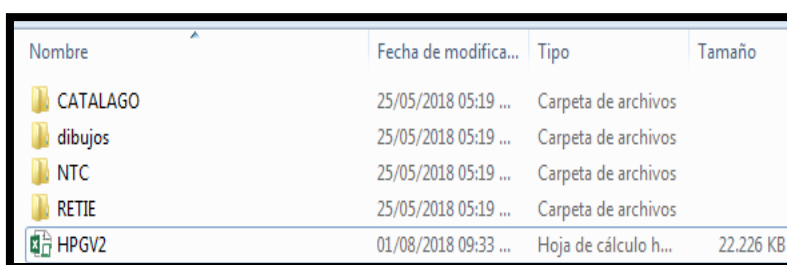


Figura 12. Diagrama de flujo de la herramienta

Para mostrar el funcionamiento de la herramienta se dará un ejemplo práctico para la consulta del método más usado en una subárea de forma aleatoria, así mismo se podría hacer con las demás subáreas.

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

En la Figura 13 se detallan las diferentes carpetas, que contienen archivos e imágenes del programa, la carpeta CATALOGOS contiene los archivos PDF con los materiales y las características que se enlazan en los hipervínculos de los paneles RETIE y NCT 2050, en las carpetas dibujos, NTC y RETIE por medio de macros se visualizan las imágenes de materiales de la instalación eléctrica en las subáreas de hipermercado y finalmente se encuentra el archivo HPGV2.xlsm el cual ejecuta la herramienta para consulta.



Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
CATALOGO	25/05/2018 05:19 ...	Carpeta de archivos	
dibujos	25/05/2018 05:19 ...	Carpeta de archivos	
NTC	25/05/2018 05:19 ...	Carpeta de archivos	
RETIE	25/05/2018 05:19 ...	Carpeta de archivos	
HPGV2	01/08/2018 09:33 ...	Hoja de cálculo h...	22.226 KB

Figura 13. Archivos de la Herramienta

Ejemplo: buscar en la subárea de mantenimiento que tipos de canalizaciones se pueden encontrar y cuál es la recomendada.

Abrir el archivo con nombre HPGV2.xlsm, dar clic en Servicios Generales, el cual se encuentra en ÁREAS DEL HIPERMERCADO, que se dirige a la pestaña donde se encuentra las sub-áreas de Servicios Generales, como se observa en la Figura 14; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en la que encontrará la sub-área de mantenimiento y automáticamente se visualizaran los materiales y productos respecto a la NORMA y el REGLAMENTO.

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...



Figura 14. Entorno de visualización de la herramienta.

En la parte inferior izquierda se encuentra los materiales típicos recomendados para esta sub-área en particular, que se dirige a la norma NTC 2050, aquí se hallará todo lo relacionado con la normativa y al dar clic en el hipervínculo que abrirá un catálogo de un proveedor comercial para observar detalles sobre el material, sus accesorios y características.(ver Figura 15).

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

SECCIÓN	TÍTULO	DEFINICIÓN	CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN
348	TUBERÍA ELÉCTRICA METÁLICA - NTC 105 (Tipo EMT)	Tubos de acero tipo "EMT", recubiertos de zinc para la conducción y protección de conductores eléctricos (tubería conduit), 1994 y NTC 1701 tubos de aluminio para la protección de conductores eléctricos, 1982.	Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos contra la corrosión por materiales resistentes contra la corrosión y altas temperaturas. corrosión. Artículo 348-4
349	TUBERÍA METÁLICA FLEXIBLE	Un tubo conduit de metal flexible es una canalización de sección circular hecha de una banda metálica preformada, entrelazada (grafada) y enrollada en espiral. Las disposiciones de esta sección se aplican a las canalizaciones de sección transversal circular, metálicas, flexibles e impermeables, sin recubrimiento no metálico, para conductores eléctricos.	Se permite usar tuberías metálicas flexibles en circuitos ramales 1) de lugares secos, 2) ocultos, 3) en lugares accesibles y 4) para instalaciones de tensión nominal máxima de 1 000 V. Artículo 349-3
350	TUBO (CONDUIT) DE METAL FLEXIBLE	Un tubo conduit de metal flexible es una canalización de sección circular hecha de una banda metálica preformada, entrelazada (grafada) y enrollada en espiral. Las disposiciones de esta sección se aplican a las canalizaciones de sección transversal circular, metálicas, flexibles e impermeables, sin recubrimiento no metálico, para conductores eléctricos.	Los tubos conduit de metal flexible deben estar certificados y se debe permitir su uso en lugares expuestos y ocultos. Los tubos de metal flexibles se deben sujetar bien, mediante medios aprobados, a menos de 30 cm de cada caja, armario, condeleta u otra terminación del tubo y deben ir apoyados y sujetos a intervalos no superiores a 1,4 m. Artículo 350-4 -18
351	TUBO (CONDUIT) METÁLICO FLEXIBLE HERMÉTICO A LOS LÍQUIDOS Y TUBO (CONDUIT) NO METÁLICO FLEXIBLE HERMÉTICO A	Un tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos es una canalización de sección circular que lleva un forro exterior hermético a los líquido, no metálico y resistente a la luz del sol sobre una parte central metálica flexible con sus acoplamientos, conectores y accesorios, y aprobado para la instalación de conectores eléctricos. Aparte 351- 2 Un tubo conduit no metálico flexible y hermético a los líquidos puede ser una canalización de sección transversal circular de uno de los siguientes tipos: 1) Una parte interior lisa y continua y una	Los tubos metálicos flexibles herméticos a los líquidos se deben sujetar bien mediante medios aprobados a menos de 30 cm de cada caja, armario, condeleta u otra terminación del tubo y deben ir apoyados y sujetos a intervalos no superiores a 1,4 m. Excepciones: 1) Cuando el tubo metálico flexible vaya sujeto por sus extremos. 2) Tramos que no superen los 0,9 mm entre terminales, cuando sea necesaria cierta flexibilidad. 3) Tramos que no superen los 1,80 m desde una derivación terminal para conductores de derivación de artefactos de alumbrado, como permite el Artículo 410-67.c). Artículo 351-8 Los tubos no metálicos flexibles herméticos a los líquidos, tal como se definen en el Artículo 351 -22.2), se deben sujetar bien a intervalos no superiores a 0,9 m y a menos de 30 cm de cada lado de todas las cajas de

Figura 15. Entorno de visualización NTC_2050.

4.2. Requerimientos de la herramienta

La herramienta requiere utilizar funciones con hipervínculos, fórmulas de búsqueda, macros de visualización de archivos externos y una interfaz con entorno Microsoft Windows, la UIS cuenta con el licenciamiento Campus agreement de Microsoft Colombia, el cual se obtiene al ser miembro de la entidad educativa.

4.2.1. Software para el desarrollo de la herramienta. Se revisaron diferentes programas para el manejo de base de datos y programación como Microsoft Access 2016, Visual FoxPro, MySQL, Data base, Visual C++, Microsoft visual Basic, Notepad++, y Scilab, los cuales ofrecen ventajas administrativas para el manejo de datos y el desarrollo de funciones macro como lenguaje de programación simplificado que puede agregar funciones de base de datos (**Microsoft , 2018**), que permiten la visualización práctica de los componentes que requiere la herramienta.

4.2.2. Criterio de selección de software para el desarrollo de la herramienta. Se definieron cuatro lineamientos para el desarrollo de la herramienta que se nombran a continuación:

- **Licenciamiento:** La UIS cuenta con el licenciamiento Campus agreement de Microsoft de Colombia el cual en el esquema de licenciamiento de Microsoft se denomina Microsoft Open Value Suscription for Educations solutions (OVS-ES), para estudiantes, profesores y empleados (UIS, 2017).
- **Base de Datos:** Las bases de datos pueden almacenar información, como una lista en una hoja de cálculo o de procesamiento de texto (Microsoft , 2018).
- **Programación:** La programación informática, es un conjunto de instrucciones basado en un lenguaje de programación (Bembibre, 2009).
- **Manejo del Software:** El manejo general de datos a través del ordenamiento de los mismos en columnas y filas (hoja de cálculo), presenta los datos de manera gráfica

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

(graficador) y, manipula datos con facilidad (base de datos), el *software* debe ofrecer la estructura que cubra estas indicaciones (García López, 2013).

En la búsqueda de *software* de licenciamiento gratuito en la web, y los lenguajes de programación que cada uno desarrolla, es necesario un conocimiento previo para el manejo del programa, y teniendo en cuenta la accesibilidad en cualquier equipo de cómputo para ser ejecutado en consulta, deben cumplir con los cuatro lineamientos para ser seleccionado e implementado.

Al evaluar cada *software*, se hicieron necesarios los conocimientos adquiridos en la universidad, y los programas que se utilizaron en el desarrollo fueron los disponibles como estudiantes de la UIS, las incorporaciones de estos conocimientos se indican en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 13.

Evaluación de los criterios de selección del software.

PROGRAMAS	LICENCIAMIENTO	BASE DE DATOS	PROGRAMACIÓN	MANEJO
Microsoft Access 2016	X	X	X	
Visual FoxPro		X	X	
MySQL Data base		X	X	
Visual C++			X	
Microsoft visual Basic	X		X	
Notepad++	X		X	
Scilab	X		X	X
Microsoft Excel	X	X	X	X

Se seleccionó Microsoft Excel por que cumple todos los requisitos descritos anteriormente para el desarrollo de la herramienta; con una programación de lenguaje, que no satura su

funcionamiento ante el manejo de datos. Para el manual de la herramienta ver Apéndice A y el archivo de la herramienta de consulta Apéndice B.

5. Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo de grado se realizó debido a la relevancia que tienen las instalaciones eléctricas en los GAHM* que de acuerdo con el DANE**, se han venido expandiendo en el país. Los objetivos que se fijaron para desarrollar el trabajo consistieron en: describir los riesgos asociados a este tipo de instalaciones, documentar los métodos de alambrado aplicables y finalmente, desarrollar una herramienta que permita una consulta rápida de los diferentes métodos de alambrado y materiales requeridos para la instalación.

En el documento se analizaron los factores de riesgo eléctrico y la clasificación de lugares al interior del hipermercado; estos criterios ayudan al diseñador a evitar las malas prácticas de ingeniería, orientándolo sobre la infraestructura de cada lugar, previniendo accidentes y daños que afecten la salud de las personas y/o el funcionamiento de los equipos eléctricos. Los resultados de este trabajo se pueden replicar en edificaciones donde existan áreas similares al hipermercado como cocina, estacionamiento, cuartos fríos, etc., que ayude al profesional de ingeniería eléctrica para la selección de los métodos de alambrado. Respecto a los riesgos, se encontraron diferentes áreas con condiciones de maniobra y operación que describían clasificaciones específicas para

* Grandes Almacenes e Hipermercados Minoristas - GAHM

** Boletín Técnico: Encuesta mensual de comercio al por menor – EMCM (diciembre de 2017).

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

cada una, por ejemplo, lugares clasificados como húmedos (cocina, cuarto frío, etc.), lugares peligrosos (almacenamiento de combustible para el generador de respaldo), y alta concentración de personas (área de ventas), cada área implica una instalación que debe adecuar los requerimientos que mitiguen los factores de riesgo eléctrico.

Sobre los métodos de alambrado se exigen materiales y aislamiento tanto de la canalización como del conductor de alimentación eléctrica, así mismo la continuidad eléctrica y mecánica que garantiza la integridad de los materiales utilizados junto a los accesorios que debe ser adecuado para cada método, el empleo de los métodos de alambrado en las diferentes áreas del hipermercado, debe considerar el uso permitido y sus excepciones que amplía su aplicación bajo supervisión profesional de ingeniera eléctrica, y contar con la certificación de conformidad del producto.

La herramienta interactiva para la consulta de los métodos de alambrado en hipermercados se complementa con catálogos de los materiales y accesorios, integrada en la plantilla automatizada, con imágenes ilustrativas, que facilitan la selección adecuada por parte del profesional en el sector eléctrico, desde el diseño hasta el mantenimiento, que se describe en los artículos y secciones del RETIE y la NTC 2050. Se sugiere desarrollar nuevos complementos a esta herramienta con base en las futuras nuevas actualizaciones del reglamento.

El reglamento obliga tener en cuenta en el diseño las condiciones de trabajo y clasificación de los lugares con humedad, alta concentración de personas o peligrosos. Se recomienda tener en cuenta los factores de riesgo eléctrico asociados a cada área de acuerdo con lo establecido en el reglamento, para que se brinde seguridad al personal de la empresa y a los usuarios del almacén.

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

La herramienta interactiva diseñada, es una ayuda al lector para efectos de la interpretación y profundización de los métodos de alambrado, pero no sustituye el reglamento ni la norma.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez , E. D., & Moncada, J. A. (2004). *NFPA Jurnal latinoamericano*. Obtenido de <http://www.nfpajla.org/archivos/edicion-impresa/lugares-de-reuniones-publicas-discotecas/986-el-incendio-del-supermercado-ycua-bolanos>
- Bembibre, V. (2 de OCTUBRE de 2009). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/visual-basic.php>
- DANE. (6 de Diciembre de 2017). *Encuesta mensual de comercio al por menor*. Obtenido de EMCM: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmcm/bol_emcm_dic17.pdf
- FEILO SYLVANIA COLOMBIA. (2011). Obtenido de <http://www.sylvaniacolombia.com/Colsubsidio>
- García López, T. (- de - de 2013). *LOTUS O EXCEL ¿CUÁL ELEGIR?* Obtenido de <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/lotus1997.pdf>
- Gimeno Gómez, V. (2011). *Gestión, aprovisionamiento y cocina en la unidad familiar de las personas dependientes*. Málaga, ESPAÑA: PUBLICACIONES VÉRTICES S.L.
- Inmaculada Iglesias Sevillano. (4 de Diciembre de 2014). *El país no se satura aún de supermercados*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14924556>

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

Legrand. (2018). *Catalogo - Sistema de ducto de barras*. Obtenido de www.legrand.com.pe/catalogos/book/ducto_barra/files/ductobarra.pdf

Microsoft . (2018). *Conceptos básicos sobre bases de datos*. Obtenido de <https://support.office.com/es-es/article/conceptos-básicos-sobre-bases-de-datos-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204>

Miquel Peris, S., Parra Guerrero, F., Lhermie, C., & Miguel Romero, J. (2006). *DISTRIBUCIÓN COMERCIAL*. Madrid, ESPAÑA: ESIC EDITORIAL.

Montenegro, M. (2018). *COLLIERS*. Obtenido de COLLIERS INTERNATIONAL: <http://www.colliers.com/es-pa/panama/properties/p-pan7000198/alquiler-bodega-de-146446-m%C2%B2>

RETIE A.G. . (24 de ABRIL de 2015). *Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas*. Obtenido de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>

ROSERO, J. (4 de DICIEMBRE de 2014). Obtenido de <http://crearliderazgo.blogspot.com.co>: <http://crearliderazgo.blogspot.com.co/2014/12/diferencia-entre-supermercado-e.html>

SECTORIAL. (01 de MARZO de 2017). *¿Cuántos Almacenes de Cadena Hay en Colombia?* Obtenido de <https://www.sectorial.co/articulos-especiales/item/52640-%C2%BFcu%C3%A1ntos-almacenes-de-cadena-hay-en-colombia-infograf%C3%ADa>

Soler , M. R. (2006). *Diseño de las instalaciones eléctricas del centro comercial metrópolis Barquisimeto* (Universidad Simón Bolívar ed.). Sartenejas: USB.

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE MÉTODOS DE ALAMBRADO ...

UIS. (17 de JULIO de 2017). *UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*. Obtenido de

<http://www.uis.edu.co>:

<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/rss/noticia.jsp?id=15&canal=3190.xml&facultad=ppal>

Valencia Cadavid, G. (05 de JUNIO de 1995). LA BATALLA DE LOS SUPERMERCADOS. *EL*

TIEMPO, pág. 1.

Apéndices

(Ver Apéndices en carpeta adjunta en CD-Rom)