

# SISTEMA ELÉCTRICO PARA EDIFICACIÓN TIPO GALPÓN

**Manuel A. Vivas C**  
**Franco V. Alumno**

## **Resumen**

La finalidad del artículo es proponer un sistema eléctrico para una edificación tipo galpón. Es producto de un estudio tipo proyecto factible, soportado por una investigación documental. Se concluye que: para garantizar los niveles de seguridad y calidad en las instalaciones de un servicio eléctrico de este tipo, es necesario considerar las normas y estándares establecidos por el Código Eléctrico Nacional (C.E.N.) y normas venezolanas COVENIN, tomando en cuenta, además, las mejores opciones desde el punto de vista técnico económico

**Palabras Clave:** Electricidad, Galpón, Sistema de Distribución, Tensión.

## **Abstract**

The purpose of the article is to propose an electrical system for a shed-like building. It is the product of a feasible project type study, supported by documentary research. It is concluded that: in order to guarantee the safety and quality levels in the facilities of an electrical service of this type, it is necessary to consider the norms and standards established by the National Electric Code (CEN) and Venezuelan COVENIN norms, also taking into account the best options from a technical-economic point of view

**Keywords:** Electricity, Distribution System, Voltage, Warehouse

## **Introducción**

La energía eléctrica constituye uno de los elementos más importantes en la sociedad, debido a que el desarrollo de un país se encuentra estrechamente ligado al crecimiento del sector eléctrico. Lo planteado es de esencial importancia para las industrias, permite el buen desempeño, comodidad, producción, entre otros aspectos. De ahí que las instalaciones eléctricas presentan un grado de complejidad que involucra las estructuras a

diseñar dependiendo del fin para el cual requiera ser construida una edificación y/o dependiendo del tipo de actividad que se desee desarrollar.

En este sentido, lo primordial es que el sistema eléctrico de una edificación funcione adecuadamente. Para ello es de suma importancia la planificación y aplicación que permitan adecuar los elementos necesarios para su diseño y se adapten a la demanda requerida de manera apropiada, tomando en cuenta la eficiencia energética; todo ello cumpliendo con las normas nacionales e involucrando el menor gasto posible. De ahí que el artículo tiene como objetivo proponer un sistema de distribución de energía eléctrica en media tensión (13,8kV) y baja tensión (208/120V) para una edificación tipo galpón, lo cual implicó determinar las necesidades energéticas requeridas y la elaboración de los planos del sistema eléctrico del galpón.

La necesidad de crear espacios industriales contemporáneos con sistemas eléctricos confiables y continuos en el suministro de energía, exige la ampliación, cambio de estructura y desarrollos para garantizar un servicio de calidad por un tiempo prolongado. En tal sentido, toda instalación eléctrica tiene el deber de ser diseñada para cumplir con todos los servicios para los cuales fue creada en general, y así proporcionar el servicio de energía eléctrica, de manera continua y con calidad, que satisfaga la demanda del o de los consumidores.

En tal sentido, algunas empresas que requieren de amplias y cómodas áreas de trabajo que cubran sus necesidades y mejoren su rendimiento de trabajo, construyen galpones para lo cual es necesario el diseño de un sistema eléctrico que tome en consideración: (a) las normas nacionales e internacionales que regulan el diseño de instalaciones

eléctricas; (b) los materiales y equipos que cumplan con los estándares de calidad; (c) las características de los equipos, sus condiciones de régimen de operación, punto de interconexión con la red local, capacidad disponible en las líneas de distribución, caída de tensión y nivel de cortocircuito.

Las especificaciones técnicas antes expuestas permitirán establecer las consideraciones pertinentes para el diseño de un sistema de suministro y distribución de la energía eléctrica, bajo criterios de seguridad y confiabilidad de sus instalaciones, para evitar riesgos que pongan en peligro la seguridad física del personal que laborará en el área y de las instalaciones.

### **Metodología**

El suministro de energía eléctrica para la edificación tipo galpón, corresponderá a la compañía eléctrica de la zona donde sale una línea aérea en el nivel de tensión 13,8 kV, que pasa a un costado del galpón. El diseño de la acometida (circuito primario), se hará bajo los lineamientos de topología y dimensionamiento de troncales de acuerdo a los Estándares de la IEEE: std. 835 del año 1994. La red de media tensión existente en la zona, tiene un conductor de aleación aluminio (tipo Arvidal) calibre 1/0, tres fases más neutro (desnudos) la cual opera bajo las siguientes características: tensión 13,8 Kv, tres fases, máxima caída de tensión 2,5% y conexión Delta-Estrella.

El **sistema de distribución de energía eléctrica** a utilizar es de tipo radial, elegido éste por razones económicas, de sencillez, características de suministro de energía y de la carga a alimentar. En el lado de media la tensión será de 13,8 kV, en baja tensión se tendrán 2 tensiones de utilización 208V y 120V. Según lo establece el CEN - 517, toda instalación

eléctrica prevista de alguna importancia deberá proveerse de un sistema de puesta a tierra, a fin de proporcionar una trayectoria de baja impedancia a corrientes de cualquier naturaleza y a equipos que así lo requieran.

El **sistema de puesta tierra** estará constituido por barras COPERWELD cuya sección se calculará en función; del 100% de la máxima corriente que circulará por la tierra, de la duración de la falla y de la resistencia mecánica de los conductores. La separación entre los electrodos debe ser como mínimo el doble de su longitud para evitar un solapamiento entre las zonas de influencia de los mismos. Las barras se colocarán a una distancia no menor de un metro del poste. Se empleará soldadura auto fundente o exotérmica en las uniones, pues ésta posee una elevada durabilidad y conductividad eléctrica. Los conductores de puesta tierra serán de cobre trenzado, ya que además de su alta conductividad es resistente a la corrosión.

La **unidad de transformación** será bancos de transformadores monofásicos (3), para operar con una tensión en el primario de 13,8 kV, en conexión delta y una tensión en el secundario de 208/120 voltios, con conexión estrella a tierra, 60 Hz, con la capacidad indicada en los planos.

El **centro de medición** es donde se agrupan las cargas y se distribuye la energía a través de los circuitos alimentadores. El centro de medición del galpón será ubicado de acuerdo a las normas y recomendaciones existentes por parte de la compañía suministradora de energía eléctrica, la cual va en el exterior de la edificación tipo galpón.

Los **tableros** son los dispositivos encargados dentro del sistema eléctrico de distribuir la energía a través de los circuitos ramales a las diferentes cargas y alojar los dispositivos de protección, control maniobra y desconexión. Cada tablero deberá tener una capacidad nominal no menor a

la capacidad mínima del alimentador que se calcula, ya que deberá contener todos los circuitos ramales correspondientes.

Los tableros ubicados en la edificación tipo galpón, alojarán todas las cargas y se ubicarán en sus respectivos espacios, los mismos estarán empotrados en la pared. Todos los tableros deberán identificarse y tener señaladas todas las cargas conectadas a éste de manera clara y real.

Para resumir la carga de los circuitos ramales asociados a un tablero se emplearon diferentes tablas, en las cuales quedan indicadas las características generales del tablero: tensión nominal, número de circuitos, identificación, entre otros aspectos. La carga de cada circuito, calibre del conductor, cargas suplidas y su protección. La carga total de cada tipo de consumo, iluminación, tomacorrientes, cargas especiales y el factor de demanda considerado. La demanda total del tablero, empleando los factores de demanda o diversidad que se establecieron en los criterios de diseño.

Para el diseño del sistema de alumbrado público será necesario apoyarse en la norma COVENIN 3290-1997, la cual se refiere específicamente a los criterios de cálculo y selección de tipo de luminarias necesarias para los diferentes espacios, en este particular, el diseño del alumbrado público debe cumplir con las necesidades de la zona, en cuanto al alumbrado de cominerías, vías de vehículos y sobre todo que garanticen la seguridad, comodidad, estética y que el costo de construcción o mantenimiento sea bajo.

## **Resultados**

Para el diseño del sistema eléctrico fue necesario cumplir con las consideraciones y normativas que establece el C.E.N. así como los estándares de calidad, tales como: La I.E.E.E, N.F.P.A, NEMA entre otros, a fin de garantizar la seguridad, capacidad, flexibilidad, accesibilidad,

confiabilidad, regulación de tensión, entre otros. Se recomienda como norma general de diseño, agrupar en circuitos diferentes, el alumbrado, tomacorrientes de uso general, tomacorrientes especiales, así como los equipos fijos y equipos automáticos.

Los criterios de diseño son que no se instalarán conductores menores de N° 12 THW en circuitos ramales de cualquier tipo, ni menores del N° 08 THW en alimentadores de tableros. Los conductores serán calculados a un factor de potencia (fp) 0,9 y con una caída de tensión ( $\Delta v$ ) 2,5%. Para la identificación de fases se empleará un código de colores: negro, rojo, azul para las fases y gris claro o blanco en el neutro, los circuitos con ramales distintos que ocupen la misma canalización se identificarán empleando alambres con cubiertas de colores distintos, pero el neutro será del mismo anterior.

Los conductores instalados para puesta a tierra de equipos y canalizaciones serán de color verde según lo establece el Código Eléctrico Nacional (C.E.N.). La canalización que alimenta los tableros y tomacorrientes serán tuberías de plástico PVC Conduit indicada en el plano estarán embutidas en concreto, la canalización que alimenta las luminarias será tipo EMT a la vista sobre el perfil de hierro que soporta las luminarias, conectadas con cajetines de aluminio y tapa tipo Condulet, la tubería mínima a instalar será de  $\frac{3}{4}$ .

Para el uso general, se emplearán conductores de tipo THW 75° C probados, cuando menos a tensión de 600 voltios, elaborado según normas NORVEN. Los conductores serán de cobre blando. Los conductores serán identificados por el color de la cubierta: el color blanco será para el neutro, los colores rojo, azul y negro serán para las fases, el cable de tierra y seguridad tendrá el color verde.

Se instalarán circuitos de alumbrado en techos y paredes de cada área a cubrir, en el área de almacenaje estarán a una altura de 5m con respecto al suelo y en el área de oficinas y baños a una altura de 2,2m. Los diferentes circuitos existentes en usos ramales serán controlados por interruptores que pueden ser del tipo sencillo o doble, según se especifica en los planos, a estos tipos de interruptores se les alimentará con el activo del circuito, en ningún caso por el neutro y el calibre mínimo del cable será del tipo N° 12 THW-Cu. La alimentación de estos ramales será desde un tablero principal. La canalización será por la pared y debe ser recubierto por concreto.

En ningún caso la distribución se hará con cable menor del tipo THW N°12 para la alimentación de cada uno de los circuitos. La identificación de los diferentes tomacorrientes existentes en los planos, especifica el tipo y el voltaje que debe colocarse. Las canalizaciones serán por debajo del piso acabado. La alimentación de estos ramales será desde un tablero principal.

Para el diseño de las instalaciones eléctricas de la edificación tipo galpón se tomó en cuenta que la edificación tipo galpón posee un área de construcción de  $220\text{m}^2$ , los cuales se tomarán todas las cargas conectadas a los circuitos ramales del tablero, tales como iluminación, tomacorrientes de uso general y tomacorrientes especiales. Para determinar la carga de los circuitos de iluminación se usaron dos métodos, el de capacidad de corriente por cantidad de luminarias y el método de capacidad de distribución para el cálculo por distancia de la luminaria más lejana.

Por capacidad de corriente: 1250 W. Según la tabla 310-16 CEN para un conductor THW tiene un factor de corrección de 0,94 para una

temperatura entre 31° y 35°C. De acuerdo con los criterios de diseño establecidos previamente y por criterio propio, los circuitos ramales de iluminación no deben exceder de 20 amperios, así como tampoco deben operar a más del 80% de su capacidad nominal. Según la tabla 310-16 CEN 2 Conductores, #12, Cu, THW, 600V, AWG.

De acuerdo con la tabla N° 4 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso del siguiente conductor por capacidad de distribución: 2 Conductores, #12, Cu, THW, 600V, AWG. De acuerdo con la tabla N° 31 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente protección: 1 breaker 2x30A, 600V. De acuerdo con la tabla N° 12 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente tubería: EMT, Ø 3/4´´. La iluminación de la oficina cuenta con un total de cinco (5) luminarias de 3x32W y la iluminación de los baños cuenta con dos (2) luminarias de 3x18W. Adicionalmente el área del segundo piso donde se encuentra el área de depósito cerrado cuenta con seis (6) luminarias 2x32W.

Según la tabla 310-16 CEN para un conductor THW tiene un factor de corrección de 0,94 para una temperatura entre 31° y 35°C. Se usarán dos circuitos a razón de que uno alimentara las luminarias del primer nivel y otro para el segundo nivel. Según la tabla 310-16 CEN 2 Conductores por circuito, #12, Cu, THW, 600V, AWG. De acuerdo con la tabla N° 31 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente protección: 1 Breaker por circuito 1x20A, 600V. De acuerdo con la tabla N° 12 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente tubería: EMT, Ø 3/4´´.

Para este diseño, se proyectaron salidas de pared distribuidas de la siguiente manera: doce (12) para la oficina, seis (06) para el área de almacenaje del galpón y cinco (5) para el área del segundo piso donde se

encuentra el área de depósito cerrado, las cuales serán tomacorrientes de uso general, también se incorporaron cinco (5) tomacorrientes especiales, para dos (2) A/A de 18000BTU ubicados en la oficina, uno (1) para un A/A de 12000BTU ubicado en el segundo piso, dos (2) tomacorrientes especiales de uso general a una potencia máxima de 2000W.

De acuerdo con el diseño, se determinó que cada circuito estará conformado de la siguiente manera: C12: Tomacorrientes de uso general en el área de almacenaje, seis (06) salidas dobles. C10 y C13: Tomacorrientes de uso general en la oficina, doce (12) salidas dobles. C5 y C7: Tomacorriente especial para dos (2) A/A de 18000BTU, dos (02) salidas simples. C14 y C16: Tomacorriente especial para A/A de 12000BTU, una (01) salida simple. C15 y C17: Tomacorriente especial para uso general, una (01) salida simple. C22 y C24: Tomacorriente especial para uso general, una (01) salida simple. Tomacorrientes de uso general en el área oficinas, doce (12) salidas dobles.

Según la tabla 310-16 CEN para un conductor THW tiene un factor de corrección de 0,94 para una temperatura entre 31° y 35°C. Según la tabla 310-16 CEN 2 Conductores por circuito, #12, Cu, THW, 600V, AWG. De acuerdo con la tabla N° 31 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente protección: 1 breaker por circuito 2x30A, 600V. De acuerdo con la tabla N° 12 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente tubería: PVC Conduit, Ø 3/4'' Para la selección del conductor de puesta a tierra, se tomó como referencia el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra, para canalizaciones y equipos de la tabla N°11 del texto de Oswaldo Penissi. La selección definitiva del conductor de puesta a tierra es el siguiente: 1Conductor, #12, Cu, THW, 600V, AWG

De acuerdo con la tabla N° 4 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso del siguiente conductor #12, Cu, THW, 600V, AWG. Tomacorrientes de uso general en el área de almacenaje del galpón, seis (06) salidas dobles. Según la tabla 310-16 CEN para un conductor THW tiene un factor de corrección de 0,94 para una temperatura entre 31° y 35°C. Calibre de conductores por capacidad de corriente según la tabla 310-16 CEN 2 Conductores, #12, Cu, THW, 600V, AWG. Selección de protecciones para circuitos de tomacorrientes de uso general es 1 Breaker 1x20A, 600V. De acuerdo con la tabla N° 12 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente tubería: PVC Conduit, Ø 3/4''

Para la selección del conductor de puesta a tierra, se tomó como referencia el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra, para canalizaciones y equipos de la tabla N°11 del texto de Oswaldo Penissi. La selección definitiva del conductor de puesta a tierra es el siguiente: 1 #12, Cu, THW, 600V, AWG. Tomacorriente especial para dos (2) A/A de 18000BTU, dos (02) salidas simples.

Según la tabla 310-16 CEN para un conductor THW tiene un factor de corrección de 0,94 para una temperatura entre 31° y 35°C. Según la tabla 310-16 CEN se tendrá: 2 Conductores #10, Cu, THW, 600V, AWG. De acuerdo con la tabla N° 31 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la selección definitiva de las protecciones es 1 Breaker 2x30A, 600V. De acuerdo con la tabla N° 12 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente tubería: PVC Conduit, Ø 3/4''

Para la selección del conductor de puesta a tierra, se tomó como referencia el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra, para

canalizaciones y equipos de la tabla N°11 del texto de Oswaldo Penissi. La selección definitiva del conductor de puesta a tierra es el siguiente: 1 Conductor, #12, Cu, THW, 600V, tiene AWG. Tomacorriente especial para un A/A de 12000BTU, una (01) salida simple. Según la tabla 310-16 CEN para un conductor THW un factor de corrección de 0,94 para una temperatura entre 31° y 35°C.

Según la tabla 310-16 CEN 2 Conductores, #12, Cu, THW, 600V, AWG. La selección definitiva de las protecciones es 1 breaker 2x20A, 600V. Selección de tuberías para canalizaciones de los circuitos de tomacorrientes de uso especial. De acuerdo con la tabla N° 12 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente tubería: PVC Conduit, Ø 3/4''

Para la selección del conductor de puesta a tierra, se tomó como referencia el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra, para canalizaciones y equipos de la tabla N°11 del texto de Oswaldo Penissi. La selección definitiva del conductor de puesta a tierra es el siguiente: 1 Conductor, #12, Cu, THW, 600V, AWG. Tomacorriente especial para uso general, una (01) salida simple. Por capacidad de corriente (Tomacorriente especial lado de adelante 2000W):

Según la tabla 310-16 CEN para un conductor THW tiene un factor de corrección de 0,94 para una temperatura entre 31° y 35°C. Calibre de conductores por capacidad de corriente según la tabla 310-16 CEN 2 Conductores, #12, Cu, THW, 600V, AWG. De acuerdo con la tabla N° 4 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso del siguiente conductor por capacidad de distribución: 2 #12, Cu, THW, 600V, AWG.

De acuerdo con la tabla N° 31 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente selección definitiva de las protecciones es 1 breaker 2x20A, 600V. De acuerdo con la tabla N° 12 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente tubería: PVC Conduit, Ø 3/4'' Para la selección del conductor de puesta a tierra, se tomó como referencia el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra, para canalizaciones y equipos de la tabla N°11 del texto de Oswaldo Penissi.

La selección definitiva del conductor de puesta a tierra es 1 Conductor, #12, Cu, THW, 600V, AWG. Tomacorriente especial para uso general, una (01) salida simple. Tomacorriente especial lado de atrás 2000W. Calibre de conductores por capacidad de corriente según la tabla 310-16 CEN 2 Conductores, #12, Cu, THW, 600V, AWG. De acuerdo con la tabla N° 4 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso del siguiente conductor por capacidad de distribución: 2 Conductores, #12, Cu, THW, 600V, AWG.

La selección definitiva de las protecciones es la siguiente: 1 breaker 2x20A, 600V. De acuerdo con la tabla N° 12 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la siguiente tubería PVC Conduit, Ø 3/4'' Para la selección del conductor de puesta a tierra, se tomó como referencia el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra, para canalizaciones y equipos de la tabla N°11 del texto de Oswaldo Penissi. La selección definitiva del conductor de puesta a tierra es el siguiente #12, Cu, THW, 600V, AWG

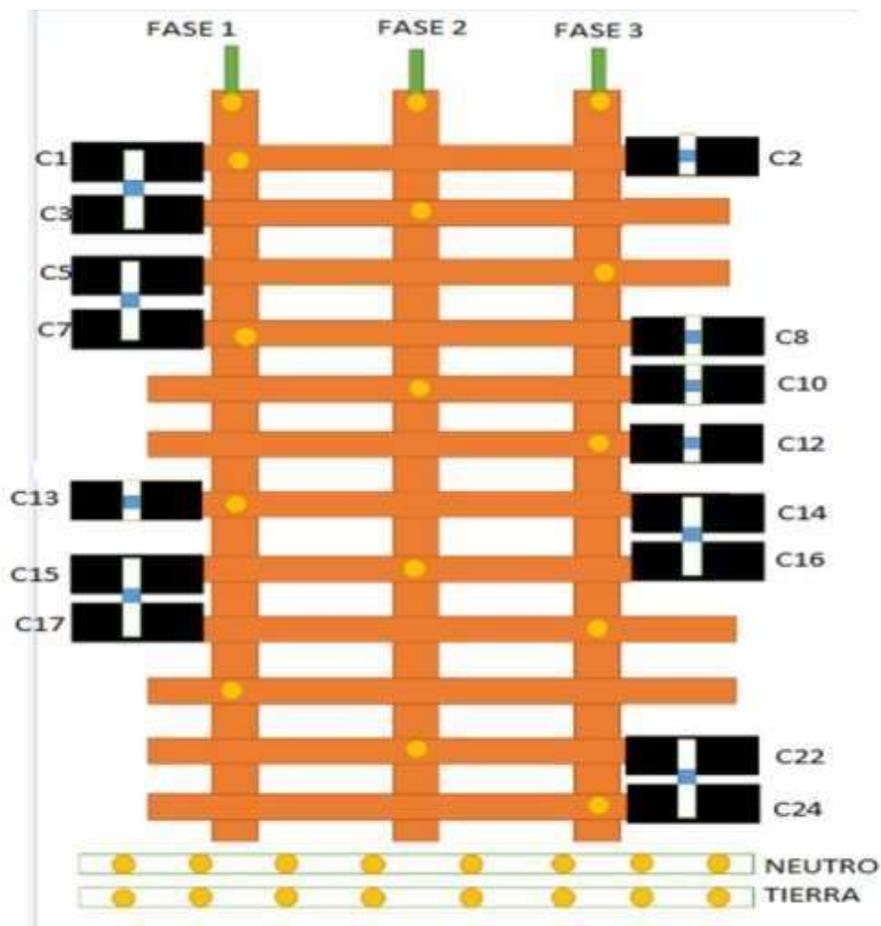
Para la selección del tablero de distribución de energía de la edificación tipo galpón, se debió principalmente, identificar los circuitos,

para lo cual, fue necesario agruparlos en una tabla, donde se indica la descripción de cada una de las salidas, el nivel de tensión y la protección correspondiente, tal como se detalla a continuación.

Para la selección del tablero de la edificación tipo galpón, se determinó que el mismo debe estar construido conforme a las características físicas y con los materiales que establece la sección 384 del Código Eléctrico Nacional y se consideró, que el diseño de los circuitos ramales ocuparán 15 espacios en las barras de conexión, para lo cual, se debe seleccionar un tablero con mayor capacidad de conexiones, lo que permitiría dejar reservas para circuitos especiales a futuro.

Por tal razón, se decidió observar en el mercado los diferentes tipos de tableros, los cuales debían cumplir con las siguientes especificaciones: capacidad para más de quince (15) circuitos ramales incluyendo reserva, tres (03) fases, tensión 440 V, barras 125 A, barra para conexión de neutros y barra para conexión de tierras. Se pudo ubicar un tablero de 24 circuitos, por ser el que se adapta a la necesidad y por ser el más común en el mercado.

Quedando la distribución tal como se detalla en el siguiente esquema.



**Figura 1.** Distribución de los Circuitos Ramales del local tipo galpón en el Tablero de Distribución.

Partiendo del estudio de cargas realizado para la edificación tipo galpón de 840 metros cuadrados, en el cual la carga de las fases corresponde a 24.482,4W y el neutro de 7.776W, se calcula la corriente de cada alimentador. Calibre de conductores según la tabla 310-16 CEN. 3 Conductores, #4, Cu, THW, 600V, AWG. Calibre de conductores según la tabla 310-16 CEN y 1 Conductor, #10, Cu, THW, 600V, AWG.

La selección definitiva de las protecciones es 1 breaker 3x100A, 600V. De acuerdo con la tabla N° 12 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso de la tubería EMT, Ø 1 1/2". Para la selección del conductor de puesta a tierra, se tomó como referencia el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra, para canalizaciones y equipos de la tabla N°11 del texto de Oswaldo Penissi. La selección definitiva del conductor de puesta a tierra es el siguiente: conductor, #8, Cu, THW, 600V, AWG.

Para este diseño se consideró colocar dos salidas de pared, a una altura de 0,45m desde el suelo acabado, distribuidas por el área de la oficina. Los conductores a emplear, serán UTP, dos pares categoría 3, 24 AWG, Calibre 0,5. (Aprobado y estandarizado por: ISO / IEC 11801 and TIA/EIA bajo norma 568). Para la selección de la tubería, se toma en consideración que el cable a emplear en la edificación tipo galpón será por criterio de diseño 3/4.

El sistema tiene como objeto, en caso de incendio, informar oportunamente a una central de alarma, la cual estará ubicada en el área de depósito del galpón lo más cercano a la oficina de este, cumpliendo con las normas COVENIN 823-2 y 823-4 para sistemas de protección contra incendios en edificaciones por construir parte dos (2) y cuatro (4), lo cual indica los aspectos más importantes para el diseño de detección y alarma en caso de incendios para edificaciones tipo galpón.

El sistema de detección de incendio, se debe instalar para la protección del público que se encuentre dentro de las instalaciones del complejo en general. El sistema contra incendio contará con: Una central CM-16/50W. detectores de humo por ionización 1800-S, difusor de sonido

D10-PC de 10W a 8 Ohm, supervisores de altavoz normal y de altavoz final modelo SAN Y SAF, conductor N° 18 TW, Cu, 600v, AWG. La salida de los detectores de humo por ionización será en cajetines octogonales 4" \* 3/4. La tubería será EMT 3/4, por criterios de diseño.

Se denomina sistema puesta a tierra el conjunto de conductores, dispositivos y accesorios destinados a conectar a tierra los circuitos del sistema eléctrico y las carcasas, cajas y conductores metálicos que contienen y protegen equipos eléctricos o conductores. Los sistemas de puesta a tierra persiguen dos objetivos principales: Uno de ellos es proteger la vida de las personas, el equipo eléctrico y las propiedades, contra el peligro de tensiones superiores a las que se pueden permitir, y la otra es establecer la conexión a tierra del transformador, por medio de una barra cooperweld y conductor desnudo de cobre, de igual forma todos los tableros dispondrán de una barra electrolítica de cobre para la conexión de los conductores de tierra que a su vez estará conectada a la tierra principal

De acuerdo con la norma COVENIN N° 599-73, para proceder con el diseño, se determinó el índice de riesgo parciales, correspondientes a las edificaciones tipo galpón resultando menos a 30, por lo que no es recomendable la instalación de un sistema de pararrayos.

Para el diseño del alumbrado público requerido para el galpón, será necesario tomar como referencia la Norma Convenir 3290:1997 y las normas establecidas en el Código Eléctrico Nacional. Tomando en cuenta que el desarrollo corresponde a una edificación tipo galpón, este se diseñará empleando luminarias en postes de baja altura, con lámpara vapor de sodio de alta presión. Para el diseño se empleará el método de los lúmenes, el cual se basa en calcular la distancia de separación

adecuada entre las luminarias, para garantizar un nivel de iluminancia medio determinado.

En este sentido, se empleará un poste de 5 metros de largo, con brazo tipo satélite, cuya altura de la luminaria asciende a 6,20m sobre la calzada, el cual fue seleccionado del catálogo de obra lux, poste tubular, con brazo tipo satélite. El factor de utilización del diseño será 0.25. Para este proyecto, se planteó instalar una luminaria tipo M200, con bombillo luz mixta de 250W cada uno, la cual, de acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante, posee un flujo luminoso de 5600lm. La separación de luminarias será de 15 metros entre poste y poste, para que cumpla con los niveles de iluminancia media, exigidas en la norma.

Para el cálculo de los conductores de alumbrado público, será necesario determinar la carga de cada ramal y su respectiva distancia, considerando que en cada punto estará conectada una luminaria tipo M-200, con bombillo luz mixta 250W. El circuito ramal de iluminación con mayor distancia, posee 30m con respecto a la caja de control de alumbrado y contiene tres (03) luminarias.

Para este cálculo se va a tomar en consideración el circuito de iluminación correspondiente al banco de transformación T1. Parámetros: 4 luminarias de 250W= 1000W, Alimentación monofásica 208V, Factor de potencia 0,9. Caída de tensión máxima permitida a 2,5%. Distancia 30m. Calibre de conductores según la tabla 310-16 CEN. 2 Conductores, #12, Cu, THW, 600V, AWG. De acuerdo con la tabla N° 4 del texto de Oswaldo Penissi, se determinó el uso del siguiente conductor por capacidad de distribución: 2 Conductores, #12, Cu, THW, 600V, AWG.

Para la selección de la capacidad de los transformadores monofásicos a instalar, en el banco de transformación (T1) será necesario observar la Tabla N° 4, de la Norma COVENIN 536-1994, correspondiente a los valores normalizados de potencia nominal de transformadores monofásicos, de la cual se puede escoger la siguiente capacidad: 15KVA por cada transformador monofásico, lo que suma 45KVA por banco de transformación. La selección definitiva de capacidades de transformación para el banco T1 es la siguiente: 3 transformadores de 15KVA, relación 13800/208-120V, tipo aéreos, enfriamiento de aceite.

Se escogerá una protección de 3A, de acuerdo con la tabla de fusibles para protección de transformadores de ABB. Por tal razón, la selección definitiva es la siguiente: 3 fusibles de 3A, tensión 13,8kV, tipo cartucho, para instalación en cortacorrientes de distribución. Por Capacidad de Corriente: 3 Conductores Arvidal, #2, aluminio, AWG. Por Caída de Tensión: 1 Conductor Arvidal, #2, aluminio, AWG.

El diseño del sistema de electrificación en media tensión 13,8kV se basa en el cálculo de los conductores aéreos que alimentarán al banco de transformación en media tensión, los parámetros a emplear en el cálculo serán los siguientes:

caída de tensión,  $\Delta V=2,5\%$ , factor de potencia,  $FP=0.9$ , tensión de línea,  $V=13,8Kv$ , frecuencia,  $f=60Hz$ . La potencia aparente de diseño, corresponde a la capacidad de transformación instalada a la línea en diseño. De acuerdo con la tabla calibre de conductores para redes primarias de las normas CADAPE (53-87) (1987): 3 Conductores Arvidal, #1/0, aluminio, AWG.

## Conclusiones

Elaborar el proyecto de ingeniería básica para alcanzar los objetivos mínimos requeridos en lo referente a la calidad del servicio eléctrico, requiere considerar los niveles de seguridad de las instalaciones, confiabilidad, continuidad y estabilidad de la energía para garantizar la calidad del servicio eléctrico de la edificación tipo galpón, basándonos en las normas y estándares establecidos por el Código Eléctrico Nacional (C.E.N.) y normas venezolanas COVENIN, en cuanto a la concepción de sistemas eléctricos para este tipo de instalaciones, y tomando en cuenta además, las mejores opciones desde el punto de vista técnico económico, para la futura ejecución del mismo.

Así como también, realizar el estudio del sistema contra incendio, sistema telefónico y la distribución de las canalizaciones en todo el galpón. Se recomienda, así mismo, hacer seguimiento y registro de cada una de las modificaciones realizadas al sistema eléctrico, para mantener actualizada la información técnica correspondiente.

## Referencias

CANTV (1971). **Guía para Instalaciones Telefónicas Privadas. Código Eléctrico Nacional (2000)**. Caracas, Venezuela: Magicolor, CA.

El Método de Electricidad Teórico Práctica. (1974). **Luminotecnia (Técnicas de Iluminación)**. (13<sup>o</sup>ed.). Caracas, Venezuela: Ediciones Alpha.

Norma Venezolana Covenin **2249** (1993). **Iluminancias en Tareas y Áreas de Trabajo**. Caracas, Venezuela: Editorial FONDONORMA.

Norma Venezolana Covenin 3290. (1997). **Alumbrado Público. Diseño. Codelectra**. Caracas, Venezuela: Editorial FONDONORMA.

Norma Venezolana Covenin 536. (1994). **Transformadores de Potencia. Generalidades.** Caracas, Venezuela: Editorial FONDONORMA.

Penissi F, Oswaldo A. (1995). **Canalizaciones Eléctricas Residenciales.** (7º ed.). Valencia, Venezuela: Universidad de Carabobo.

Rodríguez, Francis. (2010). **Proyecto Eléctrico en Media y Baja Tensión para el Complejo Turístico “Cabañas Schokolade” ubicado en la población de La Colonia Tovar, del Municipio Tovar, del Estado Aragua.** Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Electricista de la Universidad Bicentennial de Aragua.

Universidad Experimental Libertador (2004). **Manual de Trabajo de Grado de Especialización, de Maestría y Tesis Doctorales.** Maracay, Venezuela: UPEL