${img}

**DESARROLLO DE INGENIERÍA DETALLADA PARA LA COMPRA, MONTAJE, INSTALACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE PROYECTO**

**${NOMBRE\_PRO}**

**MEMORIA DE CÁLCULO**

**SELECCIÓN CALIBRE DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN**

**${codigo\_int}**

**REVISIÓN ${rev}**



MAYO DE ${year}

**CONTROL DEL DOCUMENTO**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Código del Documento:** | | Interno: | ${codigo\_int} | | Externo: | ${codigo\_ext} | |
| **Tipo** | | | | | | | |
| Informe |  | Memoria de Cálculo | | X | Especificación Técnica | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **RESPONSABLES** | | |
| **Nombres y Apellidos** | | **Matrícula Profesional #** |
| **Elaboró y Revisó** | ${nombre\_elab} | ${mat\_elab} |
| **Verificó** | ${nombre\_ver} | ${matricula\_ver} |
| **Aprobó** | ${nombre\_apr} | ${matricula\_apr} |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **REVISIONES** | | | |
| **Rev.** | **Sección Modificada** | **Fecha (dd/mm/aaaa)** | **Descripción** |
| ${rev1} | - | ${date1} | ${descripción1} |
| ${rev2} | - | ${date2} | ${descripción2} |
| ${rev3} | - | ${date3} | ${descripción3} |
| ${rev4} | - | ${date4} | ${descripción4} |
| ${rev5} | - | ${date5} | ${descripción5} |

|  |  |
| --- | --- |
| **DISTRIBUCIÓN** | |
| **Dependencia** | **Copias** |
| **${nombre\_emp}** | **1** |
| **GERS**, Centro de Documentación | 1 |

CONTENIDO

[INTRODUCCIÓN 4](#_Toc514078357)

[1 OBJETIVO 4](#_Toc514078358)

[2 ALCANCE 4](#_Toc514078359)

[3 CÓDIGOS, NORMAS Y ESTÁNDARES APLICABLES 4](#_Toc514078360)

[4 DEFINICIONES 4](#_Toc514078361)

[5 CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE CONDUCTORES 5](#_Toc514078362)

[6 PROCEDIMIENTO PARA SELECCIÓN DE CALIBRES DE CONDUCTORES 5](#_Toc514078363)

[6.1 CONDUCTOR DE FASE 5](#_Toc514078364)

[6.1.1 CORRIENTE NOMINAL 5](#_Toc514078365)

[6.1.2 CORRIENTE ASIGNADA 6](#_Toc514078366)

[6.1.3 VERIFICACIÓN CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE 7](#_Toc514078367)

[6.1.4 VERIFICACIÓN CONDUCTOR POR REGULACIÓN DE TENSIÓN 10](#_Toc514078368)

[6.1.5 PROTECCIÓN CONDUCTOR DE FASE 11](#_Toc514078369)

[6.2 CONDUCTOR DE NEUTRO 12](#_Toc514078370)

[6.3 CONDUCTOR DE TIERRA 12](#_Toc514078371)

[7 SELECCIÓN DE CONDUCTORES PROYECTO ${NOMBRE\_PRO} 13](#_Toc514078372)

LISTA DE TABLAS

[Tabla 1. Calibre mínimo de conductores según Tabla 310-5 de la NTC 2050 5](#_Toc514078393)

[Tabla 2. Tablas NTC 2050 para capacidad de corriente de conductores de cobre en baja tensión según medio de instalación 7](#_Toc514078394)

[Tabla 3. Capacidad de corriente máxima admisible para conductores de baja tensión 8](#_Toc514078395)

[Tabla 4. Factores de corrección por temperatura ambiente 9](#_Toc514078396)

[Tabla 5. Factores de ajuste por número de conductores portadores de corriente 9](#_Toc514078397)

[Tabla 6. Características eléctricas de los conductores 11](#_Toc514078398)

[Tabla 7. Calibre mínimo de conductores de tierra para canalizaciones y equipos Tabla 250-95 NTC 2050 12](#_Toc514078399)

INTRODUCCIÓN

${introduccion}

# OBJETIVO

Realizar la selección del calibre de los conductores de potencia que alimentarán las cargas de baja tensión del proyecto ${nombre\_pro}.

# ALCANCE

${alcance}

# CÓDIGOS, NORMAS Y ESTÁNDARES APLICABLES

* Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.
* NTC 2050 “Código Eléctrico Colombiano”.

# DEFINICIONES

* **Regulación de Tensión (%Reg)**

Se define regulación de tensión (%Reg), como la caída de tensión en el extremo terminal de un circuito, expresada como un porcentaje de la tensión nominal, cuando por el circula una corriente determinada.

* **Capacidad de Corriente (IC)**

Se define capacidad de corriente como, la corriente máxima en servicio continuo permitida por un conductor, a la temperatura especificada.

# CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE CONDUCTORES

Para la selección del calibre de conductores de baja tensión, se seguirán los siguientes criterios:

1. Los conductores a seleccionar serán todos de cobre, por lo tanto, todas las tablas de capacidad de corriente y propiedades de conductores estarán referidas a conductores de cobre.
2. La tabla 310-5 de la NTC 2050, indica cuál debe ser el calibre mínimo a seleccionar para un conductor, según su nivel de tensión, como se indica en la Tabla 1:

**Tabla 1. Calibre mínimo de conductores según Tabla 310-5 de la NTC 2050**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nivel de Tensión**  **(V)** | **Calibre Mínimo**  **(AWG o kcmil)** |
| 0 a 2000 | 14 de cobre |
| 12 de aluminio o aluminio recubierto de cobre |
| 2001 a 8000 | 8 |
| 8001 a 15000 | 2 |
| 15001 a 28000 | 1 |
| 28001 a 35000 | 1/0 |

Para efectos de este proyecto, se considerará el calibre mínimo del conductor en baja tensión así:

* Calibre #14 AWG, para circuitos de iluminación.
* Calibre #12 AWG, para motores, circuitos de tomacorrientes y servicios auxiliares de Celdas, CCMs y Gabinetes.
* Calibre #8 AWG, para alimentadores de tableros.

# PROCEDIMIENTO PARA SELECCIÓN DE CALIBRES DE CONDUCTORES

# CONDUCTOR DE FASE

# CORRIENTE NOMINAL

Para la selección del calibre de conductores, se debe calcular la corriente nominal (In) de la carga respectiva, a partir de sus parámetros eléctricos nominales.

* Circuitos de corriente alterna (AC):
* S: Potencia aparente (VA) o P: Potencia Activa (W ó HP).
* Fp: factor de potencia (cos ). Se requiere para el cálculo de la corriente nominal cuando la potencia de la carga está expresada como potencia activa (P), teniendo en cuenta que *W = HP X 746 y S = P/ cos *
* Un: Tensión nominal (V).
* Número de fases: 3 (trifásico); 2 (bifásico); 1 (monofásico).

Datos con los cuales se obtiene la corriente nominal en Amperios (A), así:

Cargas trifásicas:

(1A)

(1B)

(1C)

Cargas bifásicas o monofásicas:

(2A)

(2B)

(2C)

* Circuitos de corriente directa (DC):
* S: Potencia (VA).
* Un: Tensión nominal (V).

Datos con los cuales se obtiene la corriente nominal en Amperios (A), así:

(3)

# CORRIENTE ASIGNADA

Teniendo en cuenta lo estipulado en la NTC 2050 sección 220-10.literal b), la capacidad del conductor a seleccionar deberá ser igual o mayor a la corriente asignada al mismo, correspondiente a la resultante de aplicar un factor de carga sobre la corriente nominal máxima, el cual se manejará de la siguiente forma:

IS = In x 125% (3A) Para motores y circuitos de iluminación y tomacorrientes.

IS = In x 100% (3B) Para primario y secundario de transformadores, siempre que se utilice la potencia total del transformador seleccionado y no la potencia calculada. En estos casos, la corriente asignada es la misma corriente nominal.

# VERIFICACIÓN CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE

Las tablas de la NTC 2050 a utilizar para la selección del calibre de los conductores, dependen del medio de instalación de los mismos, como se indica en la Tabla 2:

**Tabla 2. Tablas NTC 2050 para capacidad de corriente de conductores de cobre en baja tensión según medio de instalación**

|  |  |
| --- | --- |
| **Medio de instalación conductores** | **Tabla NTC 2050 a utilizar** |
| Bandeja sin tapa | 310-17 al 65% |
| Bandeja con tapa  Cárcamo | 310-17 al 60% |
| Tubería  Coraza | 310-16 |

Cuando el conductor se transporta por diferentes medios de instalación, para la selección de la tabla a utilizar se escoge el caso más crítico, el cual corresponde al medio de instalación de mayor longitud.

Cualquiera que sea la Tabla de la NTC 2050 a utilizar, se escoge la opción de conductores de cobre a una temperatura nominal de 75ºC, de acuerdo a lo establecido en la sección 110.14 c “límites de temperatura”, numeral 2), de la NTC 2050. No obstante, en el tipo de aislamiento se especificarán conductores a 90ºC THHN/THW-2.

En la Tabla 3 se muestran las capacidades de corriente (IC) máximas admisibles para los conductores en baja tensión, tomadas de las tablas 310-16 y 310-17 de la NTC 2050.

**Tabla 3. Capacidad de corriente máxima admisible para conductores de baja tensión**

| **Calibre (AWG o kcmil)** | **Tabla 310-16 NTC 2050** | **Tabla 310-17 NTC 2050** |
| --- | --- | --- |
| **Capacidad de corriente (A) Conductor de cobre Temperatura de conductor 75ºC Temperatura ambiente 30ºC Aislamiento 0 - 2000 V Instalación por tubería/ducto/coraza** | **Capacidad de corriente (A) Conductor de cobre Temperatura de conductor 75ºC Temperatura ambiente 30ºC Aislamiento 0 - 2000 V Instalación al aire libre / bandejas portacables** |
| 14 | 20 | 30 |
| 12 | 25 | 35 |
| 10 | 35 | 50 |
| 8 | 50 | 70 |
| 6 | 65 | 95 |
| 4 | 85 | 125 |
| 2 | 115 | 170 |
| 1/0 | 150 | 230 |
| 2/0 | 175 | 265 |
| 4/0 | 230 | 360 |
| 250 | 255 | 405 |
| 350 | 310 | 505 |
| 400 | 335 | 545 |
| 500 | 380 | 620 |

Los valores de capacidades de corriente (IC) ilustradas en la Tabla 3, deben ser afectados por los siguientes factores:

* (N) Número de conductores en paralelo:

Cuando los valores de capacidades de corriente ilustradas en la Tabla 3 no son suficientes para cubrir el valor de la corriente asignada de la carga, se debe entonces optar por escoger 2 o más conductores en paralelo hasta cubrir el valor de la corriente asignada requerida, así: IC X N

* (FT) Factor de corrección por temperatura ambiente:

En la NTC 2050, al final de las tablas 310-16 y 310-17 se encuentran los factores de corrección por temperatura ambiente por el cual debe ser afectada la capacidad de corriente, así: IC X FT. Estos factores se ilustran en la Tabla 4 y su valor se escoge según la temperatura ambiente promedio del sitio de instalación:

**Tabla 4. Factores de corrección por temperatura ambiente**

|  |  |
| --- | --- |
| **Temperatura ambiente en ºC** | **FT** |
| 21-25 | 1,05 |
| 26-30 | 1,00 |
| 31-35 | 0,94 |
| 36-40 | 0,88 |
| 41-45 | 0,82 |
| 46-50 | 0,75 |
| 51-55 | 0,67 |
| 56-60 | 0,58 |

* (FN) Factor de ajuste por número de conductores portadores de corriente por un ducto:

Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización pase de tres, la capacidad de corriente se debe reducir así: IC X FN, basados en los factores de ajuste ilustrados en la tabla 5, tomada de la NTC 2050, nota 8 a las tablas de capacidad de corriente.

Este factor de ajuste sólo aplica para conductores instalados por ductos, tuberías o corazas, no se debe usar cuando los cables se instalen por bandejas portacables (sección 318-11, literal b) NTC 2050).

**Tabla 5. Factores de ajuste por número de conductores portadores de corriente**

|  |  |
| --- | --- |
| **Conductores portadores de corriente por ducto o canalización** | **Factor de ajuste FN** |
| No más de 3 | 100% |
| De 4 a 6 | 80% |
| De 7 a 9 | 70% |
| De 10 a 20 | 50% |
| De 21 a 30 | 45% |
| De 31 a 40 | 40% |
| Más de 40 | 35% |

Aplicando los factores de corrección mencionados, obtenemos la verificación de conductor por capacidad de corriente:

(4A) Conductores por ducto, tubería o coraza

(4B) Conductores por bandeja portacables

Para que el conductor seleccionado cumpla con la verificación por capacidad de corriente, su capacidad de corriente después de aplicar factores de corrección debe ser mayor o igual a la corriente asignada de la carga: ICT >= IS.

# VERIFICACIÓN CONDUCTOR POR REGULACIÓN DE TENSIÓN

Según lo descrito en la NTC 2050, sección 215.2, literal b), nota 2, se debe evitar una caída de tensión del 3% en los conductores de los alimentadores hacia las cargas de iluminación, calefacción o combinación de ellos; a su vez, la máxima caída de tensión desde el alimentador principal hasta la carga más lejana, no debe superar el 5%, de esta forma habrá una operación más eficiente.

A continuación se muestran las expresiones para calcular el porcentaje de regulación:

* Circuitos de corriente alterna (AC)

Circuitos trifásicos:

Circuitos monofásicos:

* Circuitos de corriente directa (DC)

Donde:

%Reg: porcentaje de regulación del circuito.

RAC: resistencia en AC del conductor, ohm/km (ver Tabla 6).

RDC: resistencia en DC del conductor, ohm/km (ver Tabla 6).

XL: reactancia del conductor, ohm/km (ver Tabla 1).

N: número de conductores en paralelo por fase.

L: longitud del circuito, km.

Cos: (fp) factor de potencia de la carga.

In: corriente nominal, A.

Un: tensión nominal, V.

En La Tabla 6 se muestran las características eléctricas de los conductores. Estos datos son tomados de catálogos de fabricantes.

**Tabla 6. Características eléctricas de los conductores**

| **Calibre (AWG o kcmil)** | **Catálogo Fabricantes** | | |
| --- | --- | --- | --- |
| **XL Reactancia para conductores de cobre (ohm/km)** | **RAC Resistencia en AC para conductores de cobre (ohm/km)** | **RDC Resistencia en DC a 20ºC (ohm/km)** |
| 14 | 0,1900 | 10,1700 | 8,4100 |
| 12 | 0,1770 | 6,5600 | 5,3330 |
| 10 | 0,1640 | 3,9400 | 3,3640 |
| 8 | 0,1710 | 2,5600 | 2,1030 |
| 6 | 0,1670 | 1,6100 | 1,3270 |
| 4 | 0,1570 | 1,0200 | 0,8610 |
| 2 | 0,1480 | 0,6230 | 0,5310 |
| 1/0 | 0,1440 | 0,3940 | 0,3350 |
| 2/0 | 0,1410 | 0,3280 | 0,2692 |
| 4/0 | 0,1350 | 0,2030 | 0,1692 |
| 250 | 0,1350 | 0,1710 | 0,1427 |
| 350 | 0,1312 | 0,1247 | 0,1031 |
| 400 | 0,1312 | 0,1083 | 0,0892 |
| 500 | 0,1280 | 0,0890 | 0,0725 |

# PROTECCIÓN CONDUCTOR DE FASE

El valor nominal de la protección debe ser tal que no sea inferior a la corriente nominal de la carga (In) ni superior a la capacidad de corriente del conductor seleccionado (ICT).

# CONDUCTOR DE NEUTRO

En caso de que la carga a alimentar lleve conductor de neutro, este se selecciona del mismo calibre del conductor de las fases, seleccionado según numeral 6.1.

# CONDUCTOR DE TIERRA

El calibre del conductor de tierra que viaja junto con las fases se selecciona de la Tabla 250-95 de la NTC 2050, la cual se ilustra en la Tabla 7. Como se puede observar, su valor depende del valor nominal de la protección seleccionada, según numeral 6.1.5.

**Tabla 7. Calibre mínimo de conductores de tierra para canalizaciones y equipos Tabla 250-95 NTC 2050**

|  |  |
| --- | --- |
| **Corriente o posición máxima del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, conductos, etc. (A)** | **Calibre cable de Cu (AWG o kcmil)** |
| 15 | 14 |
| 20 | 12 |
| 30 | 10 |
| 40 | 10 |
| 60 | 10 |
| 100 | 8 |
| 200 | 6 |
| 300 | 4 |
| 400 | 3 |
| 500 | 2 |
| 600 | 1 |
| 800 | 1/0 |
| 1000 | 2/0 |
| 1200 | 3/0 |
| 1600 | 4/0 |
| 2000 | 250 |
| 2500 | 350 |
| 3000 | 400 |
| 4000 | 500 |
| 5000 | 700 |
| 6000 | 800 |

La Tabla 7 no se utiliza si el alimentador de la carga es un cable multiconductor, en este caso, el calibre del conductor de tierra es el mismo de las fases.

# SELECCIÓN DE CONDUCTORES PROYECTO ${NOMBRE\_PRO}

En el anexo 1 se muestra la tabla resumen de los calibres de conductores seleccionados para las cargas de baja tensión en AC respectivamente, del proyecto ${nombre\_pro}, con la verificación por capacidad de corriente y porcentaje de regulación (caída de tensión), aplicando el procedimiento explicado en el capítulo 6 de este documento.