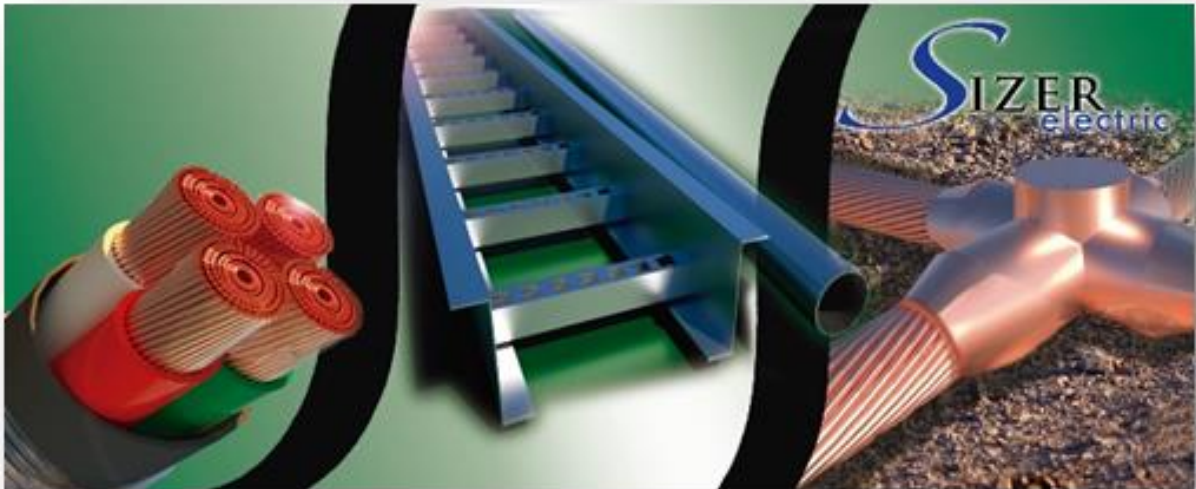


# Manual de Usuario



[www.sizerelectric.com](http://www.sizerelectric.com)

[info@sizerelectric.com](mailto:info@sizerelectric.com)  
[ventas@sizerelectric.com](mailto:ventas@sizerelectric.com)



# Índice Temático

Índice Temático .....	3
Introducción.....	7
Organización del manual .....	7
Convenios utilizados en el manual .....	8
Alcance .....	9
Módulo de Conductores.....	9
Módulo de Charolas y Canalizaciones.....	10
Módulo de Diseño de Malla de Tierras .....	10
<b>Capítulo 1</b> .....	11
Instalación y registro del Sistema .....	11
Requisitos de instalación. ....	11
Instalación.....	12
Ejecución del programa .....	15
Registro del sistema .....	17
<b>Capítulo 2</b> .....	19
Elementos del programa .....	19
Elementos Generales .....	19
Barras de herramientas y de estado .....	20
Retícula.....	21
Consultas.....	22
Ventanas de captura.....	22
Mensajes del sistema .....	23
<b>Capítulo 3</b> .....	25
Operaciones con proyectos.....	25
Creación de proyectos.....	25
Apertura de proyectos .....	27
Guardar un proyecto.....	28
Guardar un proyecto con otro nombre .....	29
Cerrar un proyecto abierto .....	29
Cambiar contraseña .....	29
<b>Capítulo 4</b> .....	31
Captura de datos.....	31
Referencias.....	31
Normas Aplicables.....	34
Datos Generales.....	39
Datos de Circuitos .....	48

Resumen de conductores .....	48
Consulta de tablas .....	50
<b>Capítulo 5</b> .....	<b>51</b>
Captura de Circuitos.....	51
Motores.....	60
Transformador .....	64
Centro de Control de Motores (CCM) .....	65
Alimentadores.....	69
Charolas .....	75
Tubo Conduit .....	81
Ducto .....	85
Aire .....	96
Mensajero .....	97
Realizar Cálculos por Cortocircuito.....	103
Conductor de puesta a tierra de equipos.....	106
Puesta a tierra de pantalla de conductores.....	108
Datos Adicionales .....	111
Cálculos .....	113
Selección de conductores por Usuario .....	114
Selección personalizada de especificación.....	115
<b>Capítulo 6</b> .....	<b>117</b>
Captura de Charolas y asignación de circuitos .....	117
Captura de Charolas y Canalizaciones.....	120
Asignación de circuitos a charolas y canalizaciones .....	125
Asignación de charolas para análisis.....	127
Asignación de circuitos a charolas y canalizaciones .....	129
Selección y llenado de charolas y canalizaciones .....	131
Selección y llenado de canalizaciones .....	138
<b>Capítulo 7</b> .....	<b>141</b>
Captura de Especificaciones de Conductores.....	141
Selección de especificaciones por usuario .....	147
Selección personalizada de especificación.....	147
<b>Capítulo 8</b> .....	<b>151</b>
Cálculo de Mallas de tierras .....	151
Captura de Mallas.....	151
Diseño de la malla de tierras .....	154
Arreglo .....	155
Agregar y eliminar varillas en el arreglo.....	158
Agregar Varillas .....	159
Eliminar Varillas .....	160
Características del terreno.....	161
Resistividad .....	162

Parámetros eléctricos para el diseño de la malla de tierras.....	164
Cálculo de la malla de tierras.....	166
Memoria de cálculo de la malla de tierras.....	167
<b>Capítulo 9</b> .....	169
Reportes y opciones del programa.....	169
Reportes .....	169
Ajustes del sistema .....	172
Respaldo de proyectos .....	177
Restablece compresión. ....	178
Cambiar datos .....	179
Importar proyecto.....	179
Especificaciones .....	180
Calculadora.....	181
<b>Capítulo 10</b> .....	182
Memorias descriptivas.....	182
Memoria de cálculo para la selección del calibre de circuitos en baja tensión. ...	183
Objetivo .....	183
Alcance .....	183
Bases de diseño.....	183
Datos Generales considerados para diseño .....	184
Ejemplo de selección de conductores para un transformador.....	184
Ejemplo de selección de conductores para un motor.....	188
Ejemplo de cálculo para un alimentador o equipo paquete.....	195
Memoria de cálculo para la selección del calibre de circuitos en media tensión .	198
Objetivo .....	198
Alcance .....	198
Bases de diseño.....	198
Datos generales considerados para diseño .....	199
Ejemplo de selección de conductores para un transformador.....	199
Ejemplo de selección de conductores para un motor.....	205
Ejemplo de cálculo para un equipo paquete .....	210
<b>Capítulo 11</b> .....	215
Restricciones y advertencias.....	215
<b>Apéndice</b> .....	221
Configuración de Windows.....	221
Configuración del monitor .....	221
Configuración de los números .....	223
Conflictos y aclaraciones .....	224
Índice Analítico .....	227

ESTA PAGINA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

# Introducción

El programa para la Determinación de Calibre de Conductores Eléctricos *Sizer Electric* fue diseñado y desarrollado para facilitar los procesos de selección de conductores en Baja y Media Tensión con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 ó en el National Electrical Code edición 2017.

La simplificación del proceso tiene como fundamento el empleo de una base de datos que conjunta toda la información necesaria para la realización de cálculos e incorpora dentro de la lógica de operación todos los criterios aplicables para una correcta selección de conductores eléctricos.

Entre sus principales características se encuentran:

- Diseño totalmente en español.
- Captura fácil, intuitiva y automatizada.
- Emisión de reportes de datos de circuitos y resultados, con la posibilidad de exportación a archivos de texto.
- Utilerías para el mantenimiento de proyectos y del sistema mismo.
- Ayuda en línea desde el programa.
- Sin límite de circuitos a calcular.

## Organización del manual

Para un manejo óptimo del manual, este se divide en dos partes:

- Operación del sistema: En esta parte se orienta al proceso de instalación del programa, la creación de proyectos de tipo *Sizer Electric*, captura de circuitos, generación de reportes y herramientas para el mantenimiento de los proyectos creados.
- Memorias técnicas: En esta parte se abordarán las descripciones teóricas que gobiernan al programa, así como de sugerencias y soluciones de problemas que pudieran presentarse al utilizar este programa.

## Convenios utilizados en el manual

Para fines prácticos este manual utilizará los siguientes convenios:

<b>Cuando se mencione:</b>	<b>Se hará referencia a:</b>
El programa ó el sistema.	Sizer Electric versión X.X,
Windows.	Microsoft® Windows 95, 98, 2000 ó NT 4.0, XP, Windows Vista, Windows 7.0, Windows 8.0.
Hacer clic.	La acción de oprimir una vez el botón izquierdo del <i>mouse</i>
Hacer doble clic.	La acción de oprimir dos veces el botón izquierdo del <i>mouse</i> .
<b>Menú Principal   Menu1   Menu2...</b>	Ir al menú principal. A continuación seleccionar el menú 1, dentro del cual seleccionar el menú 2...
<b>Oprimir [TECLA]</b>	La acción de presionar una de las teclas de función de Windows, por ejemplo: [ENTER], [F1], [ESC], etc.



# Alcance

## Módulo de Conductores

El módulo de conductores selecciona el calibre de conductores conectados en circuitos de Corriente Alterna con una tensión máxima de 35,000 volts para los diferentes tipos de cargas.

*Sizer Electric* selecciona el calibre de conductores en baja tensión, para conductores con temperatura de aislamiento de 60°, 75° y 90° C. Para conductores en media tensión pueden seleccionarse conductores de 90°, 105°, 150°, 200° y 250° C.

El cálculo se realiza considerando únicamente 9 diferentes tipos de cargas: Motores, Transformadores, Capacitores, Equipos Paquete, Grúas, Circuitos de alumbrado, Traza térmica y Circuitos de control.

Los conductores considerados para el cálculo podrán ser de 6 tipos: monopolares, monopolares armados, monopolares en configuración trébol, conductores triplex, tripolares, tripolares armados y conductores desnudos.

La filosofía de diseño para la selección de conductores se basa en los principios establecidos en las normas NOM-001-SEDE-2012 o National Electrical Code 2017. **No es parte del alcance la selección de conductores bajo normas DIN o VDE ni bajo consideraciones Europeas o de otras regulaciones del mundo.**

El calibre del conductor seleccionado finalmente deberá cumplir con los criterios de: capacidad de conducción, máxima caída de tensión bajo operación normal, máxima caída de tensión durante el arranque (sólo para el caso de motores), además del criterio por corto circuito (opcional para baja tensión) y la selección del conductor de puesta a tierra (opcional).

El programa tiene la capacidad de realizar cálculos de conductores considerando tensiones diferentes en cada circuito de ser necesario. Asimismo, puede considerar diferentes tipos de canalizaciones.

El programa genera diferentes tipos de reportes que detallan los datos suministrados así como los diversos factores de cálculo utilizados.

## Módulo de Charolas y Canalizaciones

El módulo de selección de charolas y canalizaciones le permite seleccionar el ancho adecuado de soportes para cable tipo charola y el diámetro de tubo conduit. La selección de soportes para cable tipo charola cumplirán con los lineamientos del artículo 392 de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 y del National Electrical Code. El tipo de norma a emplear para el proceso de selección se definirá por el usuario en la sección de datos generales del programa.

Cuando se tengan sistemas de soporte tipo charola predefinidos o instalaciones de tubo conduit instalados, se cuenta con la posibilidad de determinar el porcentaje de llenado del tubo conduit o soporte para cable tipo charola.

Debido a que en el cálculo de porcentajes de llenado o en la selección de anchos o diámetros se asocian los datos de conductores a charolas y tubo conduit es posible obtener reportes de ruteo de conductores para un proyecto.

La filosofía de selección de soportes para cable tipo charola y tubo conduit se basa en los principios establecidos en las normas NOM-001-SEDE-2012 o National Electrical Code 2017. **No es parte del alcance la selección de conductores bajo normas IEC, DIN o VDE ni bajo consideraciones Europeas.**

La selección de soportes para cable tipo charola se realiza para charolas tipo escalera, tipo canal ventilado, fondo sólido, fondo ventilado y malla.

La definición del diámetro y área de los conductores se obtiene de la especificación del conductor. La especificación del conductor es un registro donde se concentra la información de este elemento, de ésta es posible obtener la descripción del conductor, el diámetro, área del conductor. Por lo tanto derivado de esta información se pueden obtener listas de materiales de los circuitos del proyecto.

## Módulo de Diseño de Malla de Tierras

El módulo de diseño de malla de tierras le permite realizar el cálculo de potenciales de toque y de paso permisibles para una persona de 50 ó 70 Kg. Realiza el cálculo de la resistencia de la malla de tierra para suelos de resistividad uniforme o suelos de hasta 2 capas de diferente resistividad. Realiza el cálculo del incremento de potencial generado en la malla (Ground Potential Rise o GPR) así como el cálculo del potencial de toque y de paso generados por la malla durante la conducción de la corriente de falla. Los cálculos son realizados de acuerdo con las buenas prácticas del estándar IEEE Std. 80.

Las memorias técnicas descriptivas detallan la información del procedimiento de cálculo así como las ecuaciones y referencias aplicadas en el diseño.

# 1

## **Instalación y registro del Sistema**

Para un óptimo funcionamiento del programa *Sizer Electric*, asegúrese que la computadora en la cual se instalará cumpla con los requisitos mínimos de software y hardware que a continuación se establecen.

### **Requisitos de instalación.**

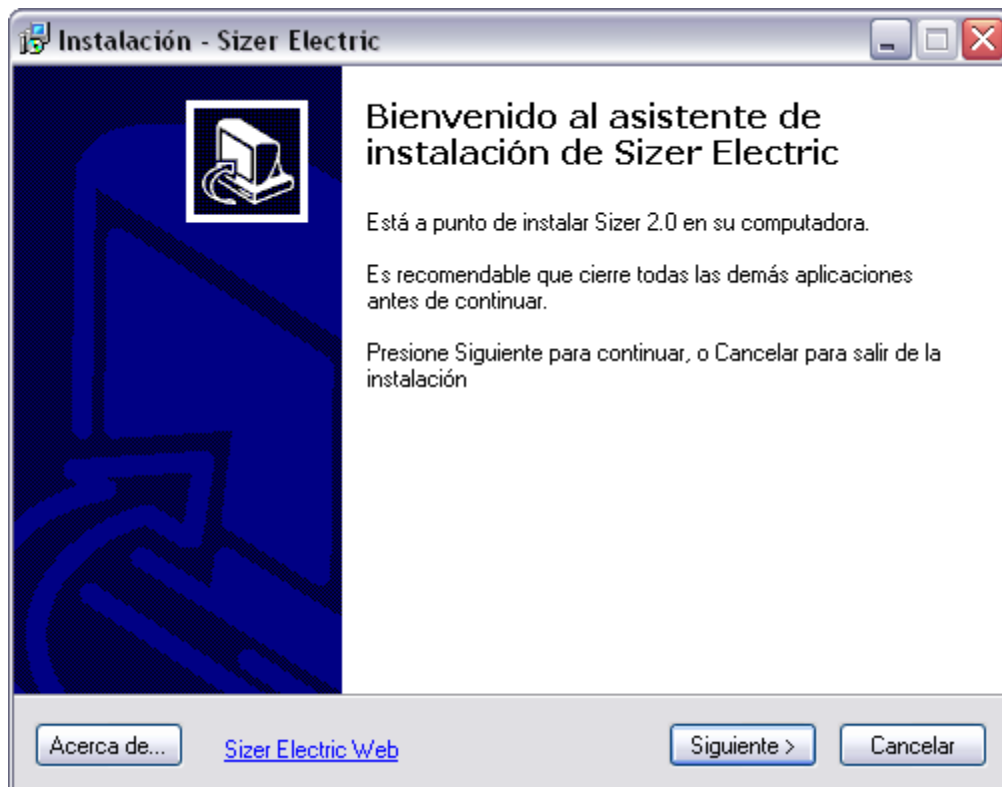
- PC con procesador Pentium a 75 MHz o superior.
- Microsoft® Windows 95© o posterior, o Windows NT© 4.0 (Service Pack 3) o posterior, o Windows XP, o Windows 2000, Windows Vista, Windows 7 y Windows 8.0©
- Puerto USB
- Al menos 30 Mb libres de espacio en disco duro.
- 16 MB de memoria RAM.
- Mouse o bien otro dispositivo señalador para Windows.
- Monitor VGA o de resolución superior.
- Unidad de CD-ROM o unidad de 3 ½ de alta densidad.

# Instalación

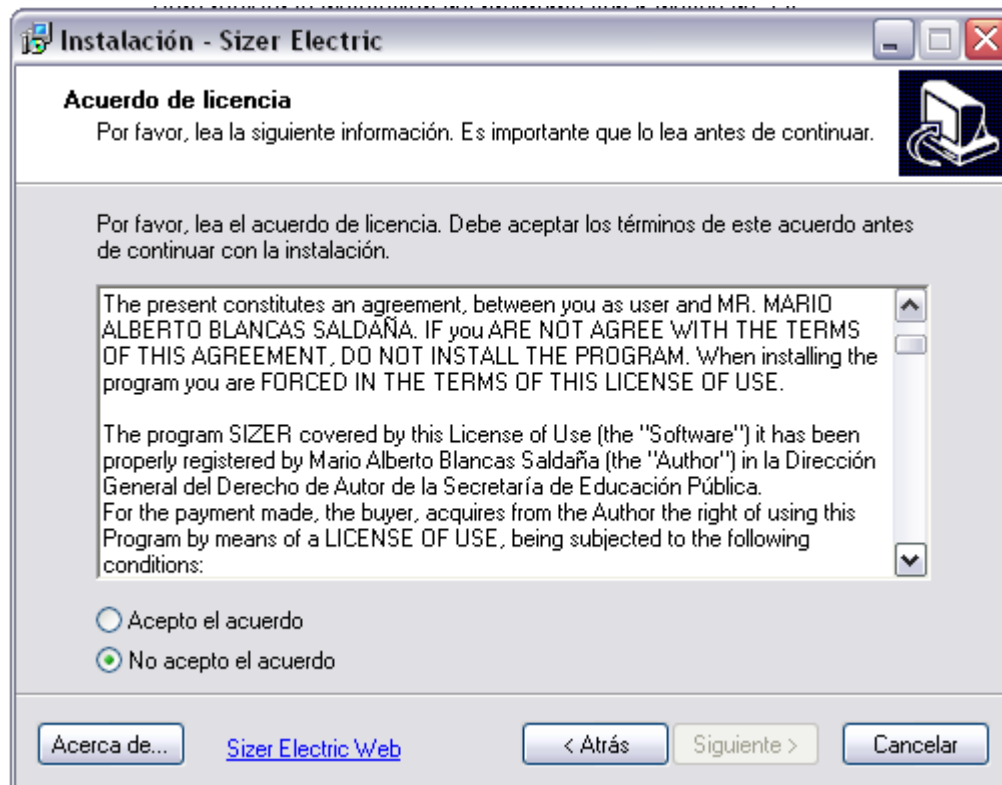
El programa se distribuye por medio de un CD que contiene: El programa de instalación, Manual de usuario y archivos de ayuda, además de las aplicaciones adicionales y actualizaciones que su sistema operativo pueda requerir para la correcta ejecución del programa.

Para realizar la instalación del programa con el CD:

1. **IMPORTANTE:** Cierre todas aquellas aplicaciones que estén en operación y que hagan uso de llaves de protección (Hardkeys)
2. Inserte el disco en la unidad de lectura de su computadora y espere unos instantes para que inicie el proceso de instalación del programa.
3. Si ha transcurrido más de un minuto y la instalación no ha iniciado, desde el explorador de Windows seleccione su unidad de disco y localice el archivo Setup.exe.
4. Siga las instrucciones del asistente de instalación.

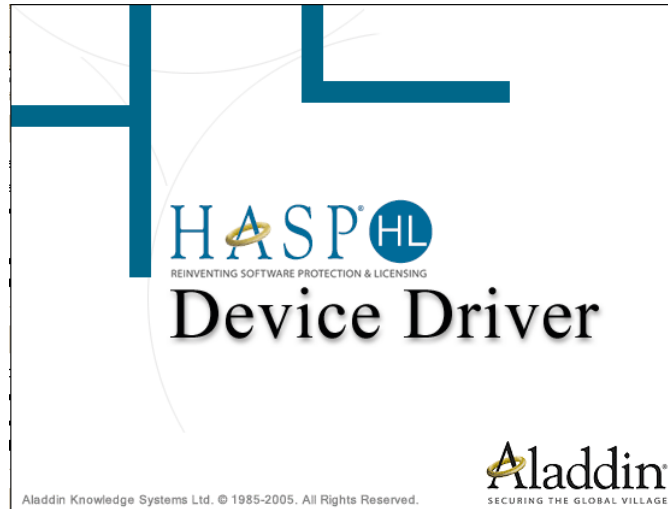


En la pantalla de *Acuerdo de licencia* lea las condiciones del acuerdo y seleccione la opción *Acepto el acuerdo* para que se habilite el botón *Siguiente*. Continúe con la instalación como se indica en la siguiente imagen.

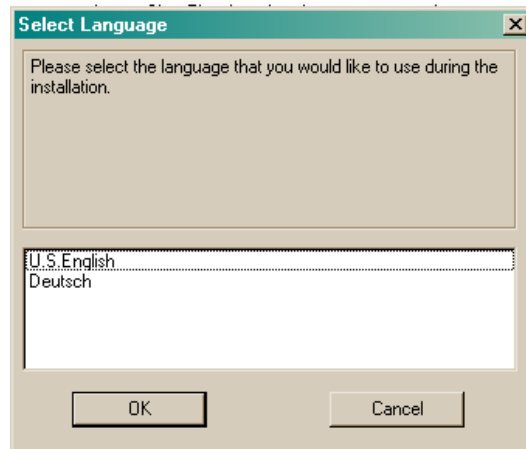


**El programa *Sizer Electric* en su versión *stand alone* está diseñando para trabajar con un solo usuario con el acceso a través de la llave USB. En la versión de Red cuenta con un estructura Cliente/Servidor, por lo que la instalación se deberá realizar tanto en el servidor como en las estaciones de trabajo. Para mayores detalles consulte el capítulo: Instalación de Sizer Electric en Red.**

Al terminar de instalar los archivos de ejecución del programa se instalan algunas aplicaciones adicionales para el manejo de las bases de datos y de los controladores de la llave de protección del programa. Por lo que se mostrará la imagen indicada a continuación:



Posteriormente se mostrará un cuadro de diálogo solicitando el lenguaje de instalación de los controladores de la llave de protección como se muestra:

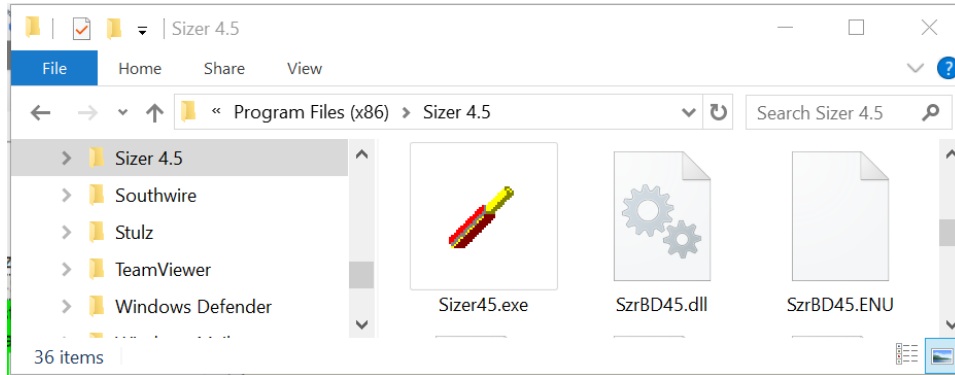


Seleccione el idioma U.S. English y espere hasta que concluya el proceso. Este proceso puede tardar algunos minutos. Al concluir con la instalación inserte la llave de protección en el zócalo del puerto USB de su equipo.



**IMPORTANTE:** Cierre todas aquellas aplicaciones que estén en operación y que hagan uso de llaves de protección (Hardkeys)


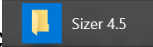
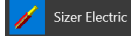
Al terminar la instalación se habrá creado un nuevo grupo de programas llamado Sizer Electric, en el cual se encontraran los accesos directos al programa *Sizer Electric* y a la ayuda de éste.



**IMPORTANTE:** La llave de protección debe estar colocada en el puerto USB de su equipo durante toda la ejecución del programa.

## Ejecución del programa

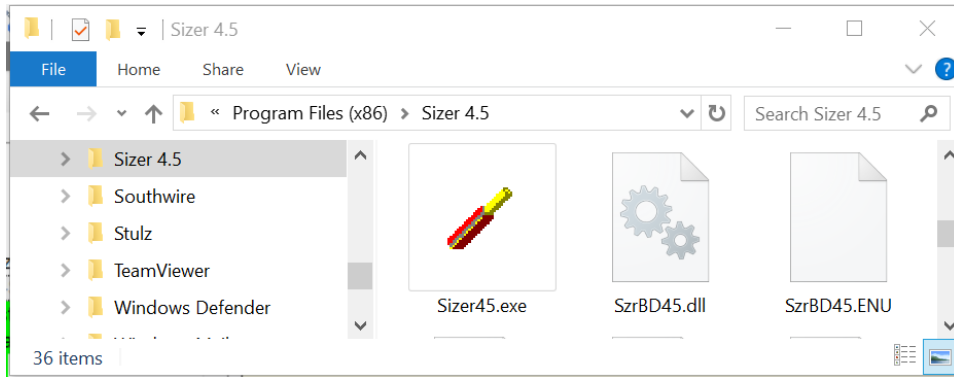
Existen diversas formas de ejecutar el programa desde Windows:

1. **Introduzca la llave de protección (hardkey) en el puerto USB de su computadora**
2. Seleccione el botón *Inicio* de la barra de tareas de Windows ; del menú desplegado seleccione la opción *Programas*. Este muestra un submenú con algunos de los programas disponibles en su equipo; del submenú mostrado seleccione la opción con el nombre de *Sizer Electric* ; con esto aparecerá un último submenú con dos opciones, *Ayuda de Sizer Electric* y *Sizer Electric*, éste último hace referencia al programa  al seleccionarlo y hacer clic, ejecuta la aplicación y muestra la pantalla de presentación del programa.



Si el programa no se encuentra dentro de alguna de las opciones del submenú *Programa* bajo el nombre de *Sizer Electric*, búsquelo dentro de los submenús que aparecen desde cualquiera de las otras opciones. La localización del programa dentro de las opciones del menú o submenús depende del lugar donde se ha realizado la instalación por el administrador.

3. Utilizando el explorador de Windows, seleccione la unidad donde se instaló el programa e introduzca la ruta:

<c:>:\Archivos de programa\Sizer Electric



En caso de que no exista la ruta o el programa ...

4. Seleccione el botón de *Inicio* de la barra de tareas de Windows , del menú desplegado seleccione la opción *Buscar* .

Se observa un cuadro de diálogo o el explorador de Windows (dependiendo del sistema operativo) que contiene en la primera pestaña un cuadro de texto *Nombre* y una lista desplegable dentro *Buscar en....* O en la opción “*Todos los archivos y carpetas*” localice los criterios de búsqueda o dentro del cuadro de texto digite el nombre del archivo *Sizer40.exe* y de la lista desplegable seleccione el nombre de la unidad donde se desea encontrar el archivo. Presione el botón *Búsqueda*.

Si el programa se encuentra instalado en el equipo, se mostrará dentro de la lista de archivos que se presentan en la lista de archivos encontrados.

Haga doble clic sobre el archivo *Sizer3.6.exe* y si lo desea memorice la ruta donde se encuentra el archivo ejecutable para ejecutarlo directamente desde el explorador de Windows en otra ocasión.



## Registro del sistema

Existen en el mercado 3 tipos de ediciones para el programa *Sizer Electric*:

- **Demostrativa:** Incluye acceso a todas las características del sistema, con límite de entradas al sistema, después de las cuales el sistema queda deshabilitado. Esta edición es gratuita y no es necesario el registro del sistema.
- **Profesional:** En esta edición se puede instalar el sistema en un número ilimitado de computadoras y no tiene vencimiento de entradas. El acceso al software es por medio de la llave USD que se conecta en el equipo donde se quiere usar el programa.
- **Premium (Red):** El gran número de licencias que son requeridas en las empresas de diseño puede ser cubiertos por esta edición, la cual cuenta con una aplicación de red adicional que permite operar de forma concurrente 10 o más licencias de uso en estaciones de trabajo.

No es necesario el registro del sistema debido a que la llave (Hardkey) del puerto USB le brinda la posibilidad de operar el programa en cualquier equipo donde haya sido instalado el programa *Sizer Electric*. Para obtener actualizaciones del programa visite el sitio [www.sizerelectric.com](http://www.sizerelectric.com) para obtener información sobre:

- Actualizaciones sin costo del sistema de la misma versión.
- Tutoriales y entrenamientos
- Acceso a información técnica de boletines trimestrales.
- Información acerca de otras promociones.

ESTA PAGINA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

# 2

## Elementos del programa

Este capítulo explica cuáles son los elementos que se emplearán para realizar los procesos de captura y administración de la información dentro del programa *Sizer Electric*.

### Elementos Generales

**Menú principal:** En la parte superior de la pantalla principal encontrará el menú principal conteniendo diferentes opciones, de las cuales se desprenden submenús que le permiten acceder a retículas e interfaces de captura para la especificación de datos.

En este menú se localizan 6 opciones que agrupan tareas relacionadas.

Proyecto Consultas Reportes Herramientas Idioma Ventana Ayuda

La funcionalidad de cada una de estas opciones se describe a continuación:

**Archivo:** Aquí se realizan todas las tareas relacionadas con el manejo de los diferentes proyectos. Desde esta opción puede crear un nuevo proyecto, abrir un proyecto existente, guardar el proyecto con un nuevo nombre, cambiar la contraseña de acceso al proyecto y elegir una impresora distinta a la predeterminada en Windows.

**Consultas:** En esta opción se pueden acceder a todas las interfaces de captura de datos: normas aplicables al proyecto y referencias. Es posible acceder a las retículas que muestran información de los datos generales, datos de circuitos, resumen de conductores, además de tablas que el programa utiliza para la selección del calibre.

**Reportes:** Por medio de esta opción puede seleccionar los diferentes reportes que presenta el programa y al seleccionar cada uno de ellos se presentará una vista previa del reporte que podrá revisar para definir si realizará la impresión del documento.

**Herramientas:** En esta opción se encuentran agrupadas las utilerías y configuraciones que el proyecto necesita para un mejor manejo de la información, además de una personalización del mismo.

**Idioma:** Esta opción permite cambiar entre idiomas. Al seleccionar el idioma Ingles todas las ventanas de captura, reportes y ayudas se actualizan a este idioma. Al seleccionar "Español" se restablece el sistema a esta lengua.

**Ventana:** Esta opción le permite distribuir eficientemente la información presentada en su pantalla para acelerar los procesos de captura y consulta de información y le permitirá trasladarse entre las diferentes retículas presentadas en la pantalla.

**Ayuda:** En esta opción encontrará una herramienta útil para familiarizarse con la operación del programa. Por medio de ayudas en línea, usted podrá conocer las características de los datos, el manejo del programa y las características del programa *Sizer Electric*.

## Barras de herramientas y de estado

Para un acceso rápido a las opciones más comunes del sistema como son: Nuevo proyecto, Abrir un proyecto existente, Guardar como, Captura de normas y además vista de retículas de Datos Generales y de Circuitos, se cuenta con la barra de herramientas del sistema *Sizer Electric*. Esta se encuentra localizada en la parte superior de su ventana principal.



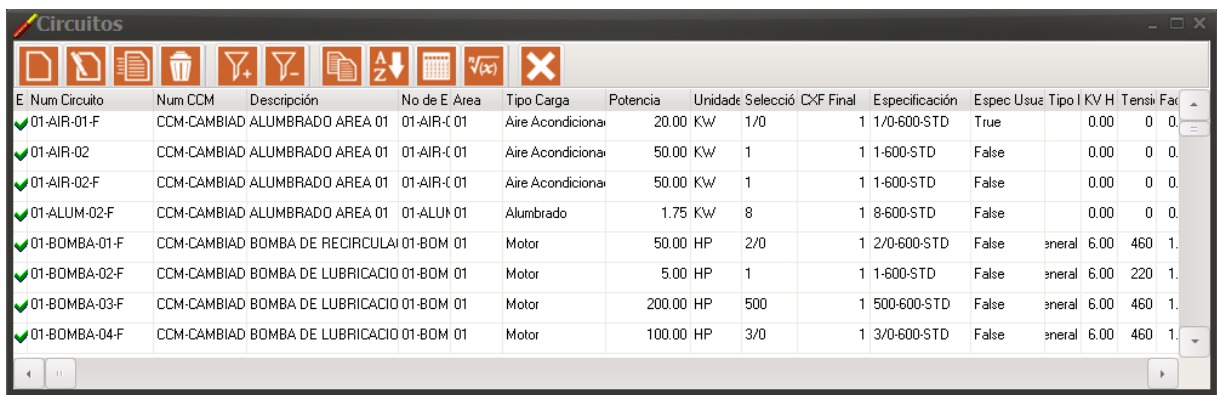
En la parte inferior de la pantalla principal se puede observar una barra. A ésta se le llama barra de estado, en ella aparecen breves descripciones de la tarea que realiza el elemento que está siendo seleccionado con el puntero de su mouse. Además podrá observar una barra de progreso donde podrá conocer el avance de los diferentes procesos que ejecuta el sistema.

Muestra la retícula de Circuitos

Si usted ya se encuentra relacionado con el manejo de la información del sistema, puede ocultar una o ambas barras. Esto se puede realizar seleccionando del menú del menú principal el elemento *Herramientas*, para deshabilitar la casilla de *barra de estado* en la ventana mostrada. Esto lo cual le permitirá obtener una mayor área para la vista de sus datos en las retículas.

## Retícula

Durante el desarrollo de los proyectos de perfil eléctrico es cada vez más frecuente manejar grandes volúmenes de información que debe ser analizada, evaluada y corregida con una visión global.



E	Num Circuito	Num CCM	Descripción	No de E. Area	Tipo Carga	Potencia	Unidad	Selecció	CXF Final	Especificación	Espec Usua	Tipo I	KV H	Tensi	Fac
✓	01-AIR-01-F	CCM-CAMBIAD	ALUMBRADO AREA 01	01-AIR-C 01	Aire Acondiciona	20.00 KW	1/0		1	1/0-600-STD	True		0.00	0	0.
✓	01-AIR-02	CCM-CAMBIAD	ALUMBRADO AREA 01	01-AIR-C 01	Aire Acondiciona	50.00 KW	1		1	1-600-STD	False		0.00	0	0.
✓	01-AIR-02-F	CCM-CAMBIAD	ALUMBRADO AREA 01	01-AIR-C 01	Aire Acondiciona	50.00 KW	1		1	1-600-STD	False		0.00	0	0.
✓	01-ALUM-02-F	CCM-CAMBIAD	ALUMBRADO AREA 01	01-ALUM 01	Alumbrado	1.75 KW	8		1	8-600-STD	False		0.00	0	0.
✓	01-BOMBA-01-F	CCM-CAMBIAD	BOMBA DE RECIRCULAI	01-BOM 01	Motor	50.00 HP	2/0		1	2/0-600-STD	False	eneral	6.00	460	1.
✓	01-BOMBA-02-F	CCM-CAMBIAD	BOMBA DE LUBRICACIO	01-BOM 01	Motor	5.00 HP	1		1	1-600-STD	False	eneral	6.00	220	1.
✓	01-BOMBA-03-F	CCM-CAMBIAD	BOMBA DE LUBRICACIO	01-BOM 01	Motor	200.00 HP	500		1	500-600-STD	False	eneral	6.00	460	1.
✓	01-BOMBA-04-F	CCM-CAMBIAD	BOMBA DE LUBRICACIO	01-BOM 01	Motor	100.00 HP	3/0		1	3/0-600-STD	False	eneral	6.00	460	1.

En el desarrollo de las aplicaciones actuales se ha observado que el manejo de grandes cantidades de información por medio de tablas, permite a los usuarios realizar análisis más asertivos y detectar errores con mayor facilidad.

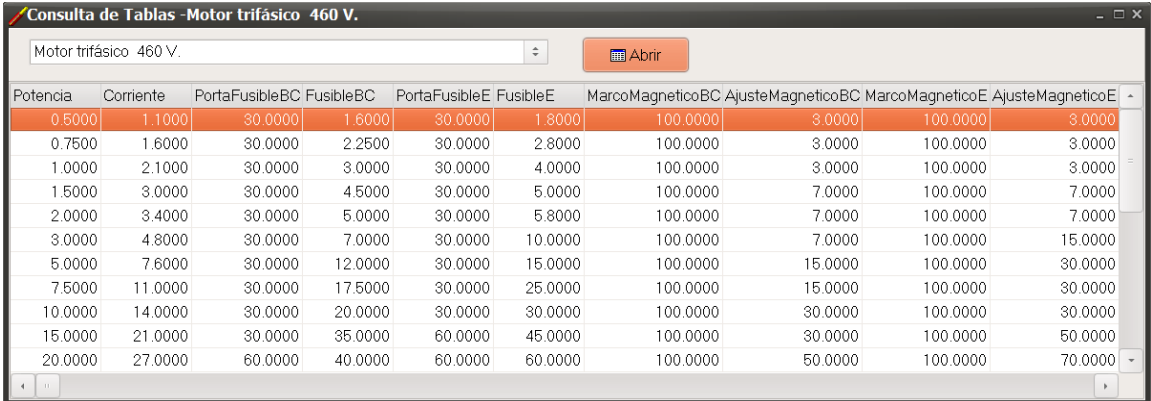
Para cubrir estas necesidades, el programa para selección de calibre de conductores eléctricos *Sizer Electric* cuenta con ventanas que presentan los datos de circuitos y los datos generales en forma tabular. A estas ventanas se les denomina *retículas*.

Estas retículas cuentan con una barra de herramientas que le permite optimizar el manejo de la información y están equipadas con barras de desplazamiento en la parte inferior y en la parte lateral izquierda para facilitar la visión de la información contenida en los archivos del proyecto.

Es importante destacar que en las retículas no se pueden editar directamente los datos, ya que la información capturada no podría ser validada con respecto a otros parámetros eléctricos. Para realizar los procesos de captura y edición de la información es necesario acceder a las pantallas de captura (con un doble clic sobre la ventana) donde su información es verificada y corregida.

## Consultas

Las consultas son ventanas en las cuales se visualiza información en diferentes presentaciones, tales como tablas, listas, etc. A diferencia de las retículas, las consultas no pueden agregar, modificar ni eliminar la información que se muestra. Por lo tanto, las consultas solo sirven como punto de referencia.



Motor trifásico 460 V. Abrir

Potencia	Corriente	PortaFusibleBC	FusibleBC	PortaFusibleE	FusibleE	MarcoMagneticoBC	AjusteMagneticoBC	MarcoMagneticoE	AjusteMagneticoE
0.5000	1.1000	30.0000	1.6000	30.0000	1.8000	100.0000	3.0000	100.0000	3.0000
0.7500	1.6000	30.0000	2.2500	30.0000	2.8000	100.0000	3.0000	100.0000	3.0000
1.0000	2.1000	30.0000	3.0000	30.0000	4.0000	100.0000	3.0000	100.0000	3.0000
1.5000	3.0000	30.0000	4.5000	30.0000	5.0000	100.0000	7.0000	100.0000	7.0000
2.0000	3.4000	30.0000	5.0000	30.0000	5.8000	100.0000	7.0000	100.0000	7.0000
3.0000	4.8000	30.0000	7.0000	30.0000	10.0000	100.0000	7.0000	100.0000	15.0000
5.0000	7.6000	30.0000	12.0000	30.0000	15.0000	100.0000	15.0000	100.0000	30.0000
7.5000	11.0000	30.0000	17.5000	30.0000	25.0000	100.0000	15.0000	100.0000	30.0000
10.0000	14.0000	30.0000	20.0000	30.0000	30.0000	100.0000	30.0000	100.0000	30.0000
15.0000	21.0000	30.0000	35.0000	60.0000	45.0000	100.0000	30.0000	100.0000	50.0000
20.0000	27.0000	60.0000	40.0000	60.0000	60.0000	100.0000	50.0000	100.0000	70.0000

Dentro de este tipo de ventanas se encuentran las consultas de tablas de motores y el resumen de conductores.

## Ventanas de captura

Este tipo de ventanas sirve como interface para la recolección, validación y modificación de datos, que no solamente utiliza el proyecto, sino también para el funcionamiento y personalización del sistema mismo.

Las ventanas de captura que lo ameriten, contienen un proceso de validación que revisa absolutamente  toda  la información capturada, para asegurar la integridad y consistencia en el almacenamiento de los datos.

Para definir el futuro de la información capturada, las ventanas de captura contienen diferentes botones descritos a continuación:



El botón *Aceptar* que se encuentra en la parte inferior de la ventana, le permite concluir con el proceso de captura del elemento en pantalla o confirmar el registro de los datos editados. Al presionar el botón *Aceptar*, también se realizan las validaciones de toda la información presentada en la pantalla de manera tal, que le permite corregir la información evitando contratiempos o incongruencias entre datos.

 El botón *Cancelar*


El botón *Cancelar* localizado en la parte inferior de las ventanas de captura cumple con tres funciones: Interrumpir un proceso de captura cuando se está ingresando un elemento nuevo, Ignorar las últimas modificaciones realizadas en los datos del elemento mostrado en pantalla y cerrar la ventana de captura si no realizó ninguna de las dos tareas anteriores.

 El botón *Calcular*

En la forma de captura de circuitos se encuentra localizado el botón de realizar cálculos, el cual le permite iniciar la selección del calibre del circuito que se encuentra en la pantalla de captura. Este botón también realiza una validación completa de los datos capturados.

 El botón *3 puntos*

El botón *3 puntos* nos señala que existe información adicional relacionada al elemento más cercano. Esta puede ser una ventana de captura adicional, una ventana de ayuda o un diálogo para abrir o guardar un archivo.

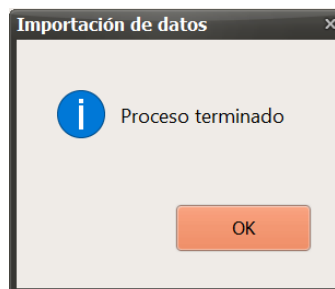
 El botón *Anterior* El botón *Siguiente*

**ANTERIOR Y SIGUIENTE:** Estos botones permiten navegar entre los circuitos localizados antes y después del circuito activo en la ventana de captura

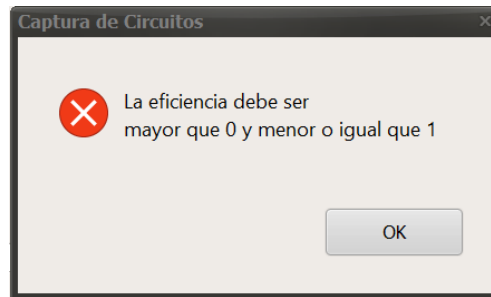
## Mensajes del sistema

Durante la ejecución del programa éste puede desplegar ventanas que le informan de situaciones ajenas al sistema, estos mensajes son:

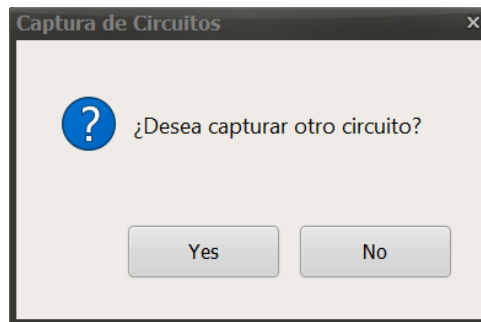
- **Información.** Su finalidad es la de hacer notar al usuario que un proceso o acción se llevó a cabo y ha concluido satisfactoriamente.



- **Error.** Estos son presentados cuando se ha capturado un dato inválido y es necesario corregirlo o el programa ha encontrado una inconsistencia en el funcionamiento de Windows o del propio sistema.



- **Intervención de usuario.** Estos mensajes piden la acción directa del usuario para la toma de decisiones en un proceso.





# 3

## Operaciones con proyectos

Para la organización y control de la información capturada, el programa la divide y agrupa en conjuntos denominados *Proyecto Sizer*.

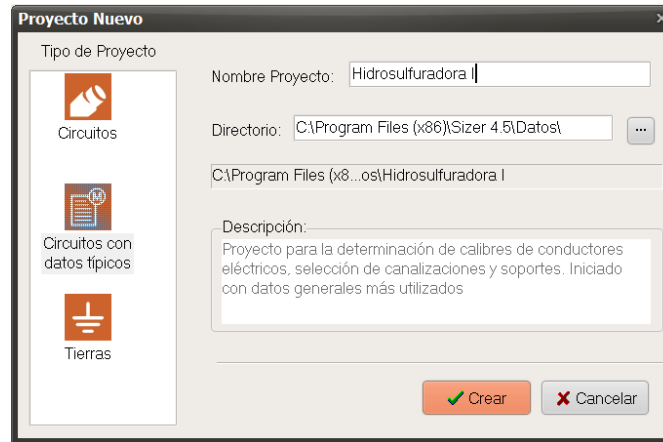
Un *Proyecto Sizer Electric* almacena información de forma tal, que es independiente de otro proyecto. Por lo tanto, los datos introducidos a un proyecto, sólo serán visibles por éste.

### Creación de proyectos

Localización: Archivo | Nuevo



Al seleccionar esta opción se presenta el siguiente diálogo:



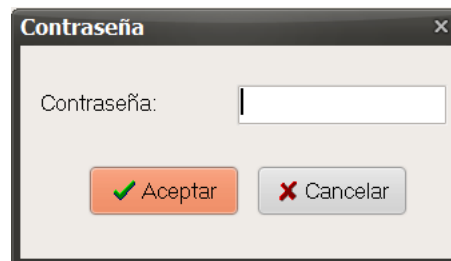
Como se puede notar, antes de iniciar la captura de cualquier tipo de dato, es necesario identificar el nombre del archivo donde se va a almacenar. Este archivo tiene la extensión \*.SZR dentro de su computadora y solamente podrá acceder a él por medio del programa *Sizer Electric*.

El nombre del archivo no deberá contener los caracteres (\*),(/), o (;) y podrá ser de hasta 32 caracteres.

Cuando se crea un nuevo proyecto, el programa sugiere el directorio *Datos* como el lugar en donde se almacenaran los proyectos a crear. Sin embargo, el usuario puede de cambiar esta ruta a donde sus necesidades y posibilidades se lo permitan. Estas pueden ir desde una unidad movable, hasta una unidad de red. Por ejemplo:

*a:\proyectoElectrico\*, *f:\usuarios\datos\*, *c:\documentos\proy01*, etc.

**Nota:** Cuando se genera un nuevo proyecto, éste se protege por medio de una contraseña para evitar que personas no autorizadas alteren el contenido de la información del proyecto. La contraseña asignada por omisión es la palabra **CLAVE**. La próxima ocasión que intente abrir el proyecto creado aparecerá el cuadro de diálogo solicitando esta contraseña como se muestra en la figura.

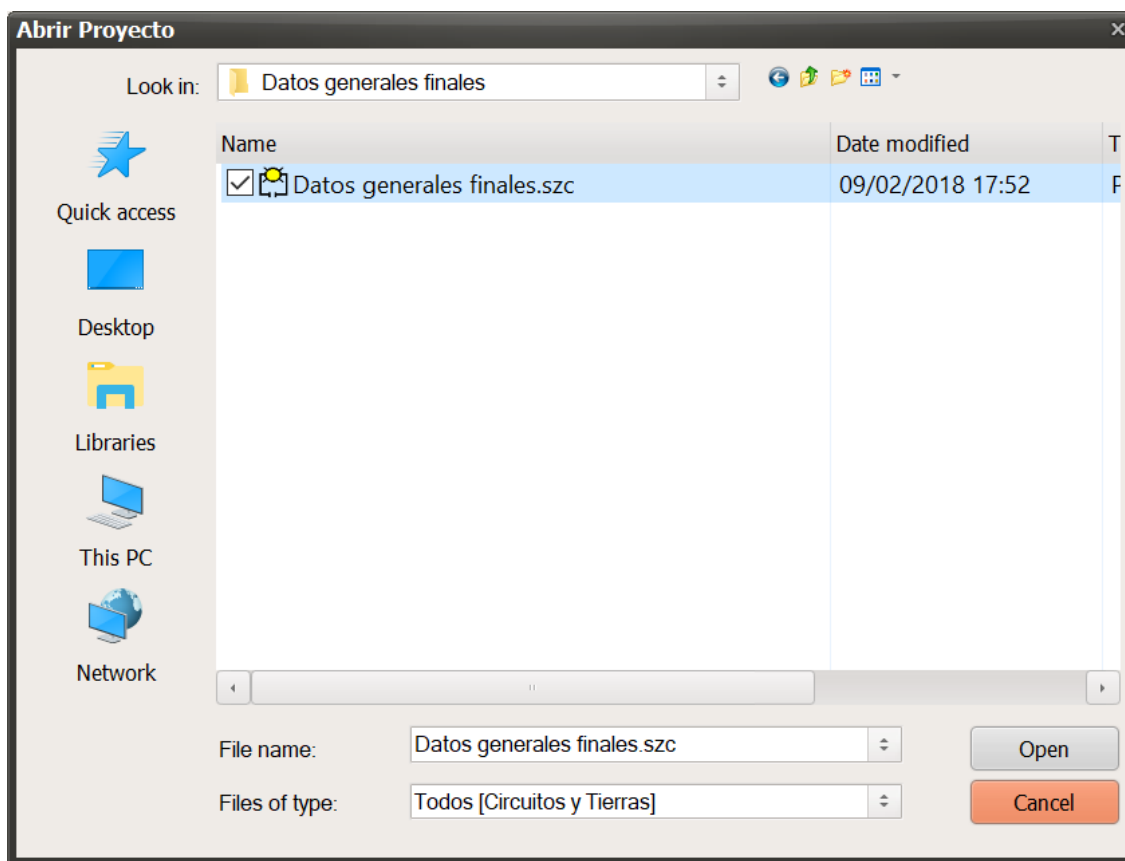


Inmediatamente después de la creación del proyecto, se muestra la pantalla de captura de *Referencias* seguida de la captura de *Normas*. La descripción y captura de estos elementos se describe más adelante.

## Apertura de proyectos

Localización: Archivo | Abrir

A continuación se mostrará un cuadro de diálogo, en el que puede seleccionar el proyecto que desee abrir, para ser consultado o modificado.



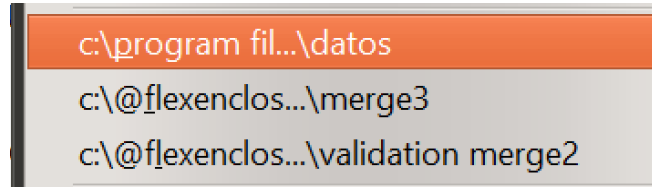
Una vez creado un proyecto, este puede ser consultado tantas veces como sea necesario. Para identificar qué proyecto está abierto, el programa despliega en la cabecera de la ventana el nombre del proyecto.



Además de las opciones antes mencionadas, el programa almacena el nombre y la ruta de los últimos tres proyectos abiertos. En la opción de menú *Archivo* se puede acceder a cada uno de ellos con solo hacer clic en la opción del menú. Note

que si la ruta del *Proyecto Sizer Electric* es muy larga para mostrarse, el sistema lo resume; pero en la *Barra de Estado* se visualiza de forma completa.

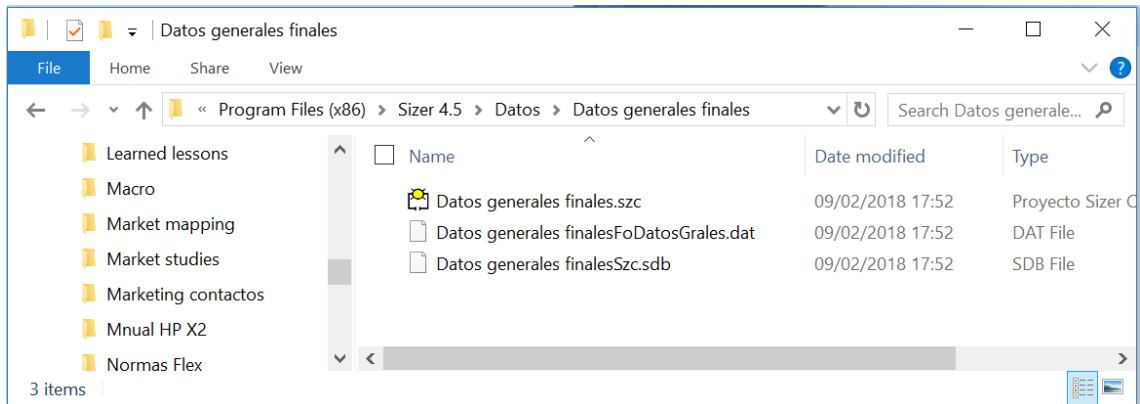
c:\program files (x86)\sizer 4.5\datos\datos generales finales\datos generales finales.szc



También es posible abrir un *Proyecto Sizer Electric* directamente desde el explorador de Windows. Es fácil reconocer estos archivos porque tienen como icono el símbolo de un circuito eléctrico.

El procedimiento para abrir el proyecto es el siguiente: Seleccione el archivo y haga doble clic sobre éste. Entonces se abre el programa *Sizer Electric*, con el proyecto seleccionado.

Este último procedimiento tiene algunas restricciones, ya que solamente puede realizarse si el programa no se encuentra en ejecución en esos momentos.



## Guardar un proyecto.




Localización: Archivo | Guardar

Al modificar un proyecto, el programa automáticamente realiza los cambios sobre los archivos involucrados, por lo que la opción de *Guardar sólo* hace efectivos estos cambios. Cabe aclarar que las modificaciones realizadas ya no pueden ser

canceladas, porque cuando se cierra o se termina la ejecución del programa se guarda el proyecto activo.

## Guardar un proyecto con otro nombre

Localización: Archivo | Guardar como... 

En el diseño eléctrico existen proyectos que aunque son diferentes, tienen muchos datos en común. Para evitar la repetición de los procesos de captura, el programa cuenta con la opción *Guardar como...*, la cual hace una copia idéntica del proyecto actual y lo graba con un nombre nuevo.

Para poder utilizar esta opción, es necesario que el proyecto que se va a copiar se encuentre abierto en esos momentos.

**Nota:** Cuando se utiliza esta opción, el nuevo proyecto mantendrá como contraseña, la misma que el proyecto original.

## Cerrar un proyecto abierto

Localización: Archivo | Cerrar

Cuando se cierra un proyecto, el programa cierra todas las retículas y consultas que pudieran estar abiertas en ese momento y guarda las modificaciones pendientes.

La acción de cerrar un proyecto se encuentra implícita dentro de la apertura de otro proyecto, ya que cuando se abre un proyecto, automáticamente cierra el proyecto en uso. Un proyecto abierto también es cerrado cuando se termina la ejecución del programa.

## Cambiar contraseña

Localización: Archivo | Cambiar contraseña

Cada uno de los proyectos capturados por medio del programa *Sizer Electric* se encuentra protegido por medio de una contraseña para garantizar que la información del proyecto no sea modificada por personal no autorizado. Como habrá observado al crear un nuevo proyecto, este queda protegido por medio de la contraseña **CLAVE**. Sin embargo, es posible que el usuario se encuentre familiarizado con una palabra secreta o le sea más sencillo recordar otra palabra. Por este motivo, el programa *Sizer Electric* cuenta con la opción de modificar la

contraseña de acceso, que protegerá solamente la información de este proyecto y no aplicara para otros proyectos antes capturados.

En el cuadro de dialogo mostrado, indique la contraseña actual, la nueva contraseña y para verificar que no han existido errores en la captura digítela nuevamente en el cuadro de confirmación. (Recuerde que la contraseña de acceso asignada al proyecto por omisión es la palabra **CLAVE**).



The image shows a dialog box titled "Contraseña" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains three input fields: "Contraseña:" with the text "NULO", "Nueva Contraseña:" with ten black dots, and "Confirmación:" with ten black dots and a cursor. At the bottom are two buttons: "Aceptar" with a green checkmark and "Cancelar" with a red X.

Si la contraseña actual es correcta y la nueva contraseña no ha presentado errores durante el proceso de captura, la contraseña será modificada y el programa lo notificara por medio de un mensaje en la pantalla.

**Nota:** Para poder cambiar la contraseña, no debe existir ninguna retícula, consulta o reporte abierto, en el caso de que se encuentre abierta alguna de las ventanas señaladas el botón *Aceptar* se encontrará deshabilitado.

# 4

## Captura de datos

### Referencias

Localización: Consultas | Referencias

En todo proyecto de perfil eléctrico existen datos específicos que hacen diferente a un proyecto de otro y que son utilizadas para distinguir tanto su información electrónica como la impresa. De esta manera, en la sección de *Referencias* se debe capturar la información relevante del proyecto que se imprimirá en los reportes del programa. La información capturada deberá tener las siguientes características:

**Nombre Proyecto.** En este campo se requiere el nombre del proyecto con el cual se desea que aparezcan los reportes.

<b>Ejemplo:</b>	National-001E	Validación:	Hasta 40 caracteres
-----------------	---------------	-------------	---------------------

**Cliente.** Es el nombre o razón social del cliente para quien se desarrolla el proyecto.

<i>Ejemplo:</i>	National Intercommunications Inc.	<b>Validación:</b>	Hasta 40 caracteres
-----------------	-----------------------------------	--------------------	---------------------

**Localización.** En este campo se define el domicilio del proyecto o la entidad federativa donde se realiza la construcción.

<i>Ejemplo:</i>	Arizona, EUA	<b>Validación:</b>	Hasta 40 caracteres
-----------------	--------------	--------------------	---------------------

**Documento/Memoria.** Es un campo de 20 caracteres en el cual se define una leyenda que identificará los reportes.

<i>Ejemplo:</i>	NAT-E001	<b>Validación:</b>	Hasta 20 caracteres
-----------------	----------	--------------------	---------------------

**Capturó.** Es el nombre de la persona que ejecuta el programa y/o realiza la captura de la información y elabora las memorias de cálculo.

<i>Ejemplo:</i>	John Smith	<b>Validación:</b>	Hasta 40 caracteres
-----------------	------------	--------------------	---------------------

**Correo-e:** Es la dirección del correo electrónico de la persona que realiza la captura de la información. Debe contar con un formato de nombre el símbolo “@” y el nombre del dominio acompañado de un punto (.) y la extensión del correo.

<i>Ejemplo:</i>	John.smith@national.com	<b>Validación:</b>	Hasta 40 caracteres
-----------------	-------------------------	--------------------	---------------------

**Teléfono:** Es el teléfono de la persona que realiza la captura de la información. Debe contar con un formato de número y puede incluir símbolos para el marcado.

<i>Ejemplo:</i>	+52 1 (55) 34 56 78 90	<b>Validación:</b>	Hasta 40 caracteres
-----------------	------------------------	--------------------	---------------------

**Revisó.** Es el nombre de la persona encargada de supervisar el proceso y de revisar las memorias de cálculo.

<i>Ejemplo:</i>	James Hudson	<b>Validación:</b>	Hasta 40 caracteres
-----------------	--------------	--------------------	---------------------

**Aprobó.** Es el nombre de la persona que certifica la validez tanto de los reportes generados por el programa como de las memorias de cálculo.

<i>Ejemplo:</i>	Steve Lawrence	<b>Validación:</b>	Hasta 40 caracteres
-----------------	----------------	--------------------	---------------------



### Referencias

Proyecto:

Nombre:

Cliente:

Localización:

Documento/Memoria:

Capturó:

Nombre:

correo-e:

Teléfono:

Revisó:

Nombre:

correo-e:

Teléfono:

Aprobó:

Nombre:

correo-e:

Teléfono:

*Pantalla de captura de Referencias*

## Normas Aplicables

Localización: Consultas | Normas



Las normas representan los criterios que aplican a todos los circuitos capturados. Esta pantalla cuenta con 3 pestañas: Normas, Canalizaciones y charolas y Campos adicionales.

### Normas

En la pestaña de normas se definen los criterios que aplicaran para la selección de conductores y para llenado de charolas. Los campos mostrados tienen las características definidas a continuación:

**Norma.** Este dato se pregunta al usuario en forma de opción y permite elegir la norma que rige los criterios de cálculo. Se puede elegir la norma NOM-001-SEDE-2012 o el NEC 2017.

Nota: Esta selección de la norma aplicable permite escoger los criterios que se aplican para el cálculo, ya que existen ligeras desviaciones entre uno y otro documento.

<i>Ejemplo:</i>	NOM	Validación:	No aplica
-----------------	-----	-------------	-----------

**Caída de tensión nominal:** Es el valor de la caída de tensión expresado en por ciento. Este valor será considerado para el cálculo, sólo en el caso de que la caída de tensión específica de los datos del circuito no sea definida por el usuario. Para circuitos en

tensiones menores a 600 V., deberá encontrarse en el rango de 0 a 5%, de acuerdo a lo sugerido en los artículos 215-2 (4) Nota 1 y 210 según se indica a continuación:

215-2(b)

**NOTA 2:** Los conductores de los alimentadores tal como están definidos en el Artículo 100, con un tamaño que evite una caída de tensión superior al 3 por ciento en la salida más lejana para cargas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere el 5 por ciento, ofrecerán una eficiencia de funcionamiento razonable.

**NOTA 3:** Véase 210-19(a), Nota 4, para la caída de tensión de los circuitos derivados.

210-19(a)(1)

**NOTA 4:** Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión mayor que 3 por ciento en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, de fuerza, de alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión combinada de los circuitos alimentadores y de los circuitos derivados hasta el contacto más lejano no supere 5 por ciento, proporcionarán una razonable eficiencia de funcionamiento. Para la caída de tensión de los conductores de los circuitos alimentadores, véase la NOTA 2 de 215-2(a)(3).

<i>Ejemplo:</i>	3.0	<b>Validación:</b>	0.0 < Valor < 5.0
-----------------	-----	--------------------	-------------------

**Caída de tensión al arranque:** Es el valor de la caída de tensión expresada en por ciento que se deberá presentar en el conductor al momento del arranque del motor. Este valor debe estar comprendido dentro del rango de 0 a 20%.

El cálculo de caída de tensión al arranque para motores, es una convención que se ha establecido entre los diseñadores de plantas industriales y pretende garantizar que bajo condiciones de marcha, la caída de tensión generada en el circuito del motor no afecte el par de arranque. Este porcentaje de caída de tensión no se encuentra regulado por ninguna Institución.

De acuerdo con el estándar IEEE Std.399 "Recommended Practice for Industrial and Commercial Power System Analysis", la mínima tensión permitida en las terminales del motor es del 80% de la tensión nominal, para motores diseño NEMA B. Pudiendo ser mayor o menor dependiendo de las características de la carga reales en el motor.

<i>Ejemplo:</i>	15.0	<b>Validación:</b>	0.0 < Valor < 20.0
-----------------	------	--------------------	--------------------

**Especificaciones:** Esta opción le permitirá elegir la librería para obtener la información del diámetro peso y referencia de los conductores generados después del cálculo. Se presentan 2 opciones: Las genéricas del programa y las del fabricante de conductores Southwire. Al seleccionar la primera, usted contara con información promedio y genérica de diferentes fabricantes del mercado y en el caso de Southwire usted contara con información precisa del fabricante para incrementar la precisión en la definición de sus conductores.

<i>Ejemplo:</i>	Southwire	<b>Validación:</b>	Selección de opción.
-----------------	-----------	--------------------	----------------------

## Canalizaciones y Charolas

En esta sección se definen los criterios empleados para realizar el cálculo del llenado de charolas y canalizaciones de todo el proyecto.

Los campos de esta sección son los siguientes:

**Ancho Mínimo.** Este es el ancho mínimo que se empleará para la selección de soportes para cable tipo charola. Los anchos permitidos son los definidos dentro de la norma NEMA VE. 15, 30, 45, 60, 75 y 90 cm.

<i>Ejemplo:</i>	15	Validación:	15, 30, 45, 60, 75 y 90 cm.
-----------------	----	-------------	-----------------------------

**Ancho Máximo.** Este es el ancho máximo que se empleará para la selección de soportes para cable tipo charola. Los anchos permitidos son los definidos dentro de la norma NEMA VE. 15, 30, 45, 60, 75 y 90 cm. En caso de que el valor del ancho mínimo sea igual al ancho máximo en charolas, el programa *Sizer Electric* seleccionará solamente soportes para cable tipo charola del ancho definido en cualquiera de los dos campos.

<i>Ejemplo:</i>	90	Validación:	15, 30, 45, 60, 75 y 90 cm.
-----------------	----	-------------	-----------------------------

**Diámetro Mínimo.** Este es el diámetro mínimo que se empleará para la selección de tubo conduit. Los diámetros permitidos son los definidos dentro de la norma NOM-001-SEDE-2012 y NEC-2017. En caso de que la norma para cálculo seleccionada en esta misma ventana sea NOM, los diámetros se presentarán en centímetros; si la norma seleccionada es NEC, el diámetro aparecerá en pulgadas.

<i>Ejemplo:</i>	15	Validación:	15, 30, 45, 60, 75 y 90 cm.
-----------------	----	-------------	-----------------------------

**Diámetro Máximo.** Este el diámetro máximo que se empleara para la selección de tubo conduit. En caso de que el valor del diámetro máximo sea igual al diámetro máximo, el programa Sizer Electric seleccionara solamente tubos conduit del diámetro definido en cualquiera de los dos campos.

<i>Ejemplo:</i>	90	<b>Validación:</b>	15, 30, 45, 60 , 75 y 90 cm.
-----------------	----	--------------------	------------------------------

**Factor de llenado.** Es el porcentaje máximo al cual se permitirá el llenado durante la selección de soportes para cable tipo charola. Dentro de las áreas máximas permitidas dentro de la norma NOM-001-SEDE-2012 o NEC-2017 el programa considerará el porcentaje máximo.

<i>Ejemplo:</i>	80.0	<b>Validación:</b>	>0 a 100%.
-----------------	------	--------------------	------------

**Tierras en canalización / Charola.** En la instalación de conductores en soportes para cable tipo charola las normas permiten la instalación de un conductor de puesta a tierra común para todos circuitos instalados en la charola con derivaciones en cada una de las bajadas. Esta opción permite que se considere un conductor puesto a tierra para todo el conjunto de circuitos o un conductor para cada uno de ellos. En caso de considerar la opción de "Considerar tierra común" solo se usara para el llenado de la charola el área o diámetro del conductor de puesta a tierra de mayor área de los conductores instalados en el soporte para cable tipo charola. En caso de seleccionar "Una tierra por circuito" se considerará el área del conductor de puesta a tierra de cada uno de los circuitos asignados a la charola para la determinación de su ancho y porcentaje de llenado.

## Campos adicionales.

The screenshot shows a window titled 'Normas' with three tabs: 'Normas', 'Canalizaciones y Charolas', and 'Campos Adicionales'. The 'Campos Adicionales' tab is active. It contains three rows of input fields, each with a label on the left and a checked checkbox on the right under the heading 'Obligatorio'. The first row has the label 'Etiqueta Campo Adicional 1:' and the text 'Numeo de Plano'. The second row has the label 'Etiqueta Campo Adicional 2:' and the text 'Interconexion'. The third row has the label 'Etiqueta Campo Adicional 3:' and the text 'Alias de circuito'. At the bottom of the window are two buttons: 'Aceptar' with a green checkmark icon and 'Cancelar' with a red X icon.

Durante el proceso de captura de la información de circuitos es posible que sea necesario agregar información para lograr una mejor identificación del circuito, asociarlo con información de algún plano o para ligar de forma manual o electrónica los reportes de salida con otro documento o proceso de proyecto.

La aplicación ofrece la incorporación de 3 campos de tipo texto, de hasta 25 caracteres que pueden ser nombrados de acuerdo con las necesidades del usuario. Los cuadros de texto de esta pestaña le permitirán asignar la identificación a los campos que serán mostrados en la pantalla de *Captura de Circuitos*.

Cada uno de los campos tiene asociada una casilla de verificación que le permitirá definir si este campo personalizado es mandatorio (Casilla verificada) u opcional. En caso de verificar la casilla “Mandatorio” la aplicación validará que el campo sea llenado con algún dato por el usuario y que no quede vacío.

Es importante resaltar que la aplicación únicamente validará que el campo a capturar en la pantalla de *Captura de Circuitos* cuente con caracteres tipo texto pero no validará el contenido o el formato de la misma.

<i>Ejemplo:</i>	Numero de Plano	<b>Validación:</b>	17 caracteres.
-----------------	-----------------	--------------------	----------------

## Datos Generales

Localización: Consultas / Datos generales

Es una práctica común dentro de los proyectos de ingeniería eléctrica, que las restricciones o criterios de diseño se definan para un grupo de equipos con características similares. Por ejemplo: Los motores de 1 a 200 CP deben ser alimentados con una tensión de 480 volts y sus conductores deben tener un aislamiento tipo THW.

De esta manera, es necesario aplicar criterio de diseño para este segmento de la población de equipos del proyecto. La captura de datos generales define los criterios específicos para un grupo de equipos y notifica al usuario acerca de las desviaciones en la captura de datos.

La retícula de Datos Generales está diseñado para definir los criterios y delimitar los valores mínimos y máximos por los cuales se rige el cálculo. Estos datos deben ser definidos por el ingeniero responsable del proyecto.

Del grupo de pestañas se debe de seleccionar el tipo de equipo que se ha de registrar y los cuales son: Motor, transformador, equipo paquete, alumbrado, circuito de control, aire acondicionado, grúa, traza térmica y capacitor.

The screenshot shows a software window titled 'Datos Generales' with a toolbar and a tabbed interface. The 'Motor' tab is selected. Below the tabs is a data grid with the following columns: Tension, No Fases, Mat Conductor, Mat Aislamiento, Calibre Minimo, Calibre Maximo, Pot. Min (HP), Pot. Max (HP), Temp Operacion, Temp Ambiente, and Tipo Cond. The grid contains six rows of data for different motor specifications.

Tension	No Fases	Mat Conductor	Mat Aislamiento	Calibre Minimo	Calibre Maximo	Pot. Min (HP)	Pot. Max (HP)	Temp Operacion	Temp Ambiente	Tipo Cond
220.00	3	Cobre	THW	12	500	1.00	200.00	75.00	40.00	Tij
480.00	3	Cobre	THW-LS	12	500	1.00	200.00	75.00	40.00	Tij
4160.00	3	Cobre	EPR	2	500	200.00	20000.00	90.00	40.00	Tij
13200.00	3	Cobre	EPR	2	500	200.00	20000.00	90.00	40.00	Tij
13800.00	3	Cobre	EPR	2	500	200.00	20000.00	90.00	40.00	Tij
23000.00	3	Cobre	EPR	1/0	500	200.00	20000.00	90.00	40.00	Tij

Retícula de Datos Generales

Note que al estar activa la retícula de datos generales, en el menú principal se incorporará una nueva opción: *Edición*, el cual se situará entre las opciones de *Archivo* y *Consultas*, esta opción sólo se encontrará disponible cuando la retícula se encuentra activa.

La retícula contiene una barra de herramientas propia, la cual contiene los siguientes iconos, asociados a una tarea específica.



**Agregar:** Al seleccionar esta opción se muestra la captura de datos generales en la cual se pueden dar de alta los datos para cualquiera de las cargas existentes en el sistema. Para esto, sólo tiene que seleccionar la pestaña de la carga seleccionada y presionar el botón de *Agregar*.



**Modificar:** Cuando se tienen datos previamente capturados, es posible modificarlos mediante esta opción. Se debe de resaltar que cualquier campo puede ser modificado, excluyendo los datos de tensión y número de fases.



**Copiar dato general:** Con esta opción es posible tomar un dato general como referencia para crear uno nuevo. Sólo aplica para datos generales con el mismo tipo de carga.



**Eliminar:** Para borrar un dato general se utiliza esta opción. Debe tener cuidado al usar esta acción, ya que cuando existen datos de circuitos asociados al dato general, automáticamente se eliminan tanto el dato general como los circuitos asociados a éste.



**Copiar al Portapapeles:** Al seleccionar esta opción se copian los datos generales de la pestaña activa al portapapeles, para que después el usuario pueda pegar la información a cualquier hoja de cálculo o procesador de texto.



**Personalización de columnas:** Cuando se selecciona esta opción se muestra un dialogo con todas las columnas que contiene la retícula, en las cuales es posible cambiar el orden o bien ocultarlas



**Salir:** Cierra la retícula de datos generales

La información de datos generales debe capturarse por cada tipo de carga y los datos deben ser los siguientes:

**Tensión del Sistema:** Es el valor de la tensión a la cual se conectarán los equipos. Debe expresarse en volts y debe estar en estricto acuerdo con las bases de diseño del proyecto. Esta tensión condiciona la realización del cálculo de los circuitos. Por lo tanto, cualquier circuito con tensión diferente a la capturada en esta sección no podrá ser capturado. Debe destacarse que esta tensión se encuentra íntimamente relacionada con el número de fases y en conjunto se diferencian de cualquier otra tensión permitida para el mismo equipo.



La definición de la tensión del sistema para cada tipo de equipo permite conocer cuál es la potencia máxima y mínima permitida por nivel de tensión. Permite además asociar un tipo de aislamiento para cada tensión capturada. De forma que es un dato obligado de captura antes de iniciar la captura de los datos de un circuito.

*Pantalla de captura de Datos Generales*

Estos valores de tensión deben estar preferentemente de acuerdo con el artículo 110-4 y 220-5.

**“110-4. Tensiones.** En toda esta NOM, las tensiones consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos. Las tensiones utilizadas de corriente alterna son: 120, 127, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 480Y/277, 480, 600Y/347 ó 600 volts. La tensión nominal de un equipo no debe ser menor a la tensión real del circuito al que está conectado. Véase NMX-J-098-ANCE

**220-5. Cálculos.**

- a) **Tensiones.** Si no se especifican otras tensiones, para el cálculo de cargas del alimentador y de los circuitos derivados, deben aplicarse las tensiones de 120, 120/240, 220Y/127, 208Y/120, 220, 240, 347, 440, 460, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 volts.”

<i>Ejemplo:</i>	448.0	<i>Validación:</i>	0.0 < Valor ≤ 35000.0
-----------------	-------	--------------------	-----------------------

**Número de fases:** Identifica si la tensión será suministrada en una fase (1) o en tres fases (3).

<i>Ejemplo:</i>	3 (Trifásico)	<i>Validación:</i>	1 ó 3
-----------------	---------------	--------------------	-------

**Material del conductor:** Es una definición de los datos generales, donde se debe seleccionar el material del conductor que se empleara en la tensión del sistema para el equipo seleccionado. Existen dos tipos de materiales para los cuales el programa realiza la selección de conductores y son: Cobre y Aluminio.

Ver sección 310-106 sobre tipo de materiales.

### 310-106. Conductores

**b) Material de los conductores.** Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que en esta NOM, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en esta NOM se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales como aluminio o aluminio recubierto de cobre, los tamaños deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre

**Conductores de aluminio.** Los cables de aluminio para secciones transversales desde 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) hasta el 507 mm<sup>2</sup> (1000 kcmil), marcados como tipo RHH, RHW, XHHW, deben estar hechos de aleación de aluminio de grado eléctrico serie AA-8000 No se permite el uso de conductores de aluminio o de aleación de aluminio en tamaños nominales menores a 13.3 mm<sup>2</sup> (6AWG). Véase las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(17).

<i>Ejemplo:</i>	Cobre	<i>Validación:</i>	Aluminio ó Cobre
-----------------	-------	--------------------	------------------

**Tipo de Aislamiento:** En este campo se captura el tipo de aislamiento del cual constara el conductor eléctrico.

<i>Ejemplo:</i>	THW	<i>Validación:</i>	TW, THW, THHW, THW-LS, THWN, XHHW, RHH, RHW-2, THHN, XHHW, XHHW-2, PVC, EPR, EP, XLP y XLPE
-----------------	-----	--------------------	---

**Temperatura del aislamiento del conductor:** Es la temperatura máxima de operación del aislamiento del conductor expresada en grados centígrados. Este valor es utilizado para la selección de la capacidad de conducción del circuito.

<i>Ejemplo:</i>	75	<i>Validación:</i>	60, 75, 90, 105, 150, 200 y 250
-----------------	----	--------------------	---------------------------------

**Tipo de conductor:** El tipo de conductor se empleara para integrar la especificación del conductor y proporcionara información acerca de su diámetro exterior y peso. Las opciones disponibles son:

**Estándar:** Es un conductor promedio en el mercado de aislamiento adecuado para el nivel de tensión del sistema, únicamente considera el material conductor y aislamiento típico. Principalmente para uso en tubo Conduit y ductos enterrados.

**Tipo TC:** (Tray Cable) Es un conductor para uso en charola principalmente. De acuerdo con la sección 336-2: Cable de fuerza y control para charola, tipo TC. Ensamble montado en fábrica, de dos o más conductores aislados, con o sin conductores asociados de puesta a tierra desnudos o cubiertos, bajo una cubierta no metálica. Consulte los usos del cable TC en la sección 336-10. Usos permitidos.

**Tipo TCER:** (Tray Cable Exposed Runs) Es un conductor aprobado para uso en charolas permitido cuando la transición entre charolas portacables y entre las charolas portacables y el equipo o los dispositivos de utilización en una distancia no mayor de 1.80 metros sin apoyo continuo. El cable debe estar sostenido mecánicamente donde sale de la charola portacables para garantizar que no se exceda el radio mínimo de curvatura.

**Armando AIA (Aluminum Interlocked Armor):** Cables armados con armadura engargolada de aluminio, es un conductor flexible de gran resistencia mecánica. Es uno de los tipos mas comunes de armado usados en aplicaciones industriales.

**Armando GSA (Galvanized Steel Armor):** Cables armados con armadura de acero galvanizado.

**Armando CWA (Corrugated Welded Armor):** Cables armados con armadura de tubo corrugado y soldado de aluminio.

<i>Ejemplo:</i>	Estandard	<b>Validación:</b>	Elemento de la lista.
-----------------	-----------	--------------------	-----------------------

**Calibre mínimo y máximo:** Son los calibres mínimo y máximo permitidos para uso en proyecto. Los conductores seleccionados se encontrarán estrictamente dentro del rango definido por éstos datos. Estos calibres deben ser proporcionados según las definiciones mostradas en las tablas de capacidad de conducción corriente de conductores de la norma NOM-001-SEDE-2012 y NEC 2017.

La captura del calibre mínimo permite al ingeniero indicar a partir de que calibre se iniciará la selección del conductor del circuito. De la lista desplegable mostrada se puede apreciar que el primer calibre mostrado en la lista está de acuerdo al calibre mínimo permitido para la tensión del sistema en cumplimiento con la sección 310-106 (a) .

**310-106. Conductores**

**a) Tamaño mínimo de los conductores.** El tamaño mínimo de los conductores debe ser como se presenta en la Tabla 310-106(a), excepto lo que se permita en otras partes de esta NOM.

**Tabla 310-106(a).- Tamaño o designación mínimo de los conductores**

Tensión nominal del conductor (volts)	Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
	Tamaño o designación			
	mm <sup>2</sup>	AWG	mm <sup>2</sup>	AWG
0-2 000	2.08	14	13.3	6
2 001-5 000	8.37	8	13.3	6
5 001-8 000	13.3	6	13.3	6
8 001-15 000	33.6	2	33.6	2
15 001-28 000	42.4	1	42.4	1
28 001-35 000	53.5	1/0	53.5	1/0

Extraído de la NOM-001-SEDE-2012

Ejemplo:	"12", "1/0" ó "500"	Validación:	14 AWG – 1000 KCM
----------	---------------------	-------------	-------------------

**Potencia mínima y máxima autorizada:** Son los límites inferior y superior del rango para el cual se realiza el cálculo, cualquier circuito con potencia fuera de este rango no es calculado y se muestra un error en los reportes de salida. Los valores de potencia deberán ser indicados en HP para motores, en KVA para transformadores y en KW para circuitos de control y para equipos paquete.

Estos valores de potencia se establecen considerando que el proyectista ha realizado un estudio técnico-económico para determinar cuál es la tensión más adecuada para el arranque y la operación de los motores y equipos diversos.

Ejemplo:	300	Validación:	0.0 < Valor < 10000.0
----------	-----	-------------	-----------------------

**Temperatura ambiente:** Es la temperatura del ambiente que rodea al conductor en grados centígrados. Sirve para determinar la capacidad de conducción del circuito a esta temperatura.

De acuerdo a la sección 310-10 de la norma aplicable:

**310-15. Ampacidad para conductores con tensión de 0-2000 volts.**

**a) Generalidades**

**3) Límites de temperatura de los conductores.** Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de operación supere la temperatura del aislamiento para la cual se diseña el tipo de conductor

con aislamiento al que pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que, con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.

**NOTA:** El valor nominal de temperatura de un conductor [véase Tablas 310-104(a) y 310-104(c)] es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar el aislamiento del conductor durante un prolongado periodo de tiempo sin que se produzcan daños. Las Tablas de ampacidad permisible, las Tablas de ampacidad del Artículo 310 y las ampacidades del Apéndice B, los factores de corrección de temperatura ambiente en 310-15(b)(2) y las notas a las mismas, ofrecen orientación para coordinar el tipo, tamaño, ampacidad permisible, ampacidad, temperatura ambiente y número de conductores asociados. Los principales determinantes de la temperatura de operación son:

- (1) Temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.
- (2) El calor generado interiormente en el conductor por el flujo de la corriente, incluidas las corrientes fundamental y sus armónicos.
- (3) El valor nominal de disipación del calor generado en el medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores afecta el valor nominal de disipación del calor.
- (4) Los conductores adyacentes portadores de corriente. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente e impedir la disipación de calor.

**NOTA 2:** Consulte 110-14(c) para los límites de temperatura de las terminales.

<i>Ejemplo:</i>	40.0	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 225.0$
-----------------	------	-------------	---------------------------------

**Cubierta Exterior:** Los multiconductores, los cables armados y algunos conductores monopolares deben contar con una cubierta exterior para proporcionar protección contra las condiciones ambientales y contra ambientes corrosivos. Esta información no es empleada para la selección del conductor pero será empleada para definir la especificación de los conductores del circuito y posteriormente para obtener el diámetro exterior total y peso de los conductores con esta cubierta. Se presentan en la lista 3 opciones:

**PVC** (Cloruro de polivinilo) para usos industriales y suministradoras para uso en instalaciones húmedas y secas, aéreas, cubierta exterior diferente al negro. Instalación en interiores y exteriores, charolas, tubo Conduit, ductos enterrados o directamente enterrados, en instalaciones secas y húmedas.

**CPE** (Polietileno Clorinado) para uso en subestaciones, instalación en interiores y exteriores, charolas, tubo Conduit, ductos enterrados o directamente enterrados, en instalaciones secas y húmedas.

**LS0H** para cubiertas de baja emisión de humos con cero halógenos adecuados para instalaciones con concentración de personas.

**Sin Cubierta.** Para el caso de algunos conductores con armadura es posible que el conductor se encuentre disponible sin cubierta exterior.

<i>Ejemplo:</i>	PVC	Validación:	Elemento de la lista.
-----------------	-----	-------------	-----------------------

**Pantalla metálica:** Indica si el conductor lleva inter construida una pantalla metálica para evitar esfuerzos dieléctricos dentro del aislamiento. Se cuenta con 3 opciones: Sin pantalla, Con pantalla helicoidal de cinta metálica traslapada del mismo material del conductor (**OVR-Overlapped**) y Con pantalla de conductores desnudos helicoidales del mismo material del conductor (**BCW- Bare Copper Wires**). Ver sección 310.10 de la norma seleccionada

“B. Instalación

**310-10. Usos permitidos.**

**e) Blindaje.** Se permitirán conductores aislados resistentes al ozono, no blindados, con una tensión máxima de fase a fase de 5000 volts en cables tipo MC en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas capacitadas atenderán la instalación. Para otros establecimientos, los conductores aislados dieléctricos sólidos que funcionan a más de 2000 volts en instalaciones permanentes, deben tener aislamiento resistente al ozono y deben estar blindados. Todos los blindajes metálicos del aislamiento se deben conectar a un conductor del electrodo de puesta a tierra, a una barra de puesta a tierra, a un conductor de puesta a tierra del equipo o a un electrodo de puesta a tierra.

**NOTA:** Los principales propósitos del blindaje son confinar los esfuerzos de la tensión al aislamiento, conducir la corriente de carga capacitiva y la corriente de fuga del aislamiento a tierra, así como conducir la corriente de falla a tierra para facilitar la operación de los dispositivos de protección contra falla a tierra en el caso de una falla del cable eléctrico

**Excepción 1:** Se permitirá usar conductores aislados no blindados aprobados, en instalaciones de hasta 2400 volts, con las siguientes condiciones:

- Los conductores deben tener un aislamiento resistente a la formación de caminos conductores y a las descargas parciales o, el(los) conductor(es) aislado(s), debe(n) estar recubierto(s) con un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a la formación de caminos conductores.
- Cuando se usen en lugares mojados, el(los) conductor(es) aislado(s) debe(n) tener una cubierta no metálica que los cubra totalmente, o una cubierta metálica continua.
- El espesor del aislamiento y de la cubierta debe estar de acuerdo con la Tabla 310-104(d).

**Excepción 2:** Se permitirá usar los conductores aislados no blindados aprobados hasta 5000 volts para reemplazar los conductores existentes no blindados, en equipos existentes en establecimiento industriales únicamente, bajo las siguientes condiciones:

- Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personal calificado instala y atiende la instalación.
- Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a las descargas parciales o, el conductor con aislamiento, debe estar recubierto con un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a las descargas parciales.
- Cuando se utilicen en lugares mojados, el conductor con aislamiento deben tener una cubierta no metálica o una cubierta metálica continua.
- El espesor del aislamiento y de la cubierta debe estar de acuerdo con la Tabla 310-104(d).

**NOTA:** Es posible que la reubicación o el reemplazo del equipo no cumpla con el término existente al relacionarse con esta excepción.

**Excepción 3:** Cuando se permita en la Excepción 2 del inciso (f) siguiente.

**f) Conductores enterrados directamente.** Los conductores usados directamente enterrados deben ser de un tipo identificado para ese uso. Los cables con aislamiento de más de 2000 volts deben ser blindados.

**Excepción 1:** Se permitirá usar cables multiconductores no blindados con aislamiento de entre 2001 y 2400 volts, si el cable tiene un blindaje o armadura metálica que lo cubra totalmente. El blindaje, forro o armadura metálicos se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra, a la barra colector de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra.

**Excepción 2:** Se permitirá que el cable para alumbrado de aeropuertos usado en circuitos en serie con tensión de hasta 5000 volts y que son alimentados por reguladores, no esté blindado.

**NOTA 1:** En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de 600 volts o menos, véase 300-5.

**NOTA 2:** En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de más de 600 volts, véase 300-50.

**g) Condiciones corrosivas.** Los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto perjudicial sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación. ”.

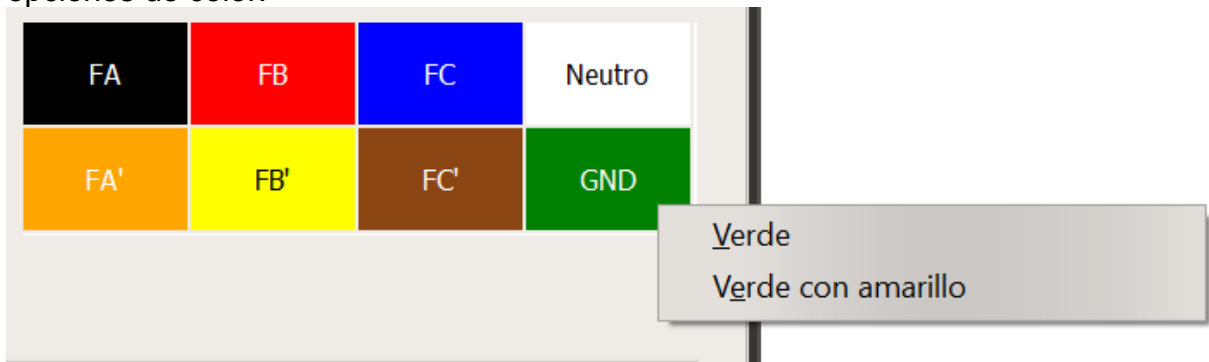
<i>Ejemplo:</i>	Sin Pantalla	Validación:	Elementos de la lista.
-----------------	--------------	-------------	------------------------

**Color del conductor.** En esta opción es posible definir el color de los conductores para cada una de las fases, así como el color para el conductor puesto a tierra (Neutro) y para el conductor puesto a tierra. El color de cada uno de los conductores será empleado para integrar la especificación del multiconductor o conductores del circuito y posteriormente poder agrupar los conductores con la

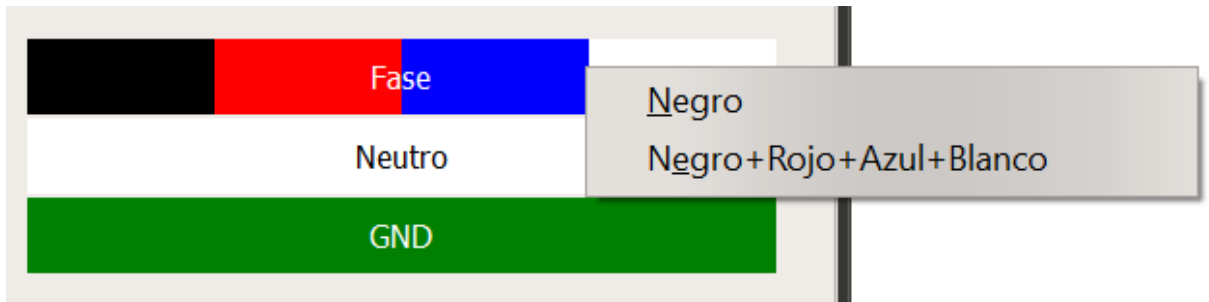
misma especificación, incluyendo el color, con la finalidad de generar una lista de materiales para el proyecto (Véase la sección *Resumen de Conductores*).

Los colores definidos en esta pantalla de Datos Generales serán aplicados para el tipo de carga (Motor, Transformador, etc.,) que cuenten con el mismo nivel de tensión, aislamiento y temperatura de operación. Estos colores podrán ser modificados dentro de las pantallas de cada uno de los circuitos y será respetado para cada circuito incluso aunque posteriormente se modifiquen los colores en los Datos Generales.

Para el caso de conductores monopolares se presentará una pantalla con 8 casillas: 6 para definir los colores de los conductores de fase (Las fases identificadas con un apostrofe (') serán para conexiones de fase partida en sistemas delta o estrella con derivaciones centrales), uno para definir el color del Neutro y uno más para definir el color del conductor de puesta a tierra. Para modificar el color de los conductores se debe seleccionar la casilla correspondiente y hacer clic con el botón izquierdo para desplegar el menú con las opciones de color.

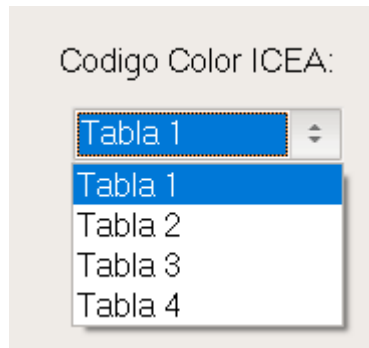


Para el caso de multiconductores únicamente se presentaran las opciones de color para las fases, neutro y tierra. Para el caso de multiconductores todos deberán ser de color negro o en la combinación Negro, Rojo, Azul para las fases y el neutro en color blanco.



Para los circuitos de control se presenta una lista con las referencias a las tablas de colores definidas dentro del estándar ICEA S-58-679-1998. Estas tablas definen el color para los conductores de circuitos de control. Estas tablas son

empleadas debido a que la combinación de colores es muy amplia. Dentro de los archivos de ayuda del programa se pueden encontrar las tablas de este estándar con mayor detalle.



*Tablas de color de circuitos de control*

## Datos de Circuitos

Debido a la importancia y complejidad de la captura de circuitos, se analizará por completo en el capítulo 5.

## Resumen de conductores

Localización: Consultas | Resumen

Una vez que se ha determinado el calibre de los conductores, el programa tiene la capacidad de clasificarlos y al mismo tiempo totalizar las longitudes. Así, tenemos que al seleccionar la opción de *Resumen de conductores* se presentará una ventana con diferentes vistas, cada vista representa un tipo de carga específico (motor, transformador, etc.) y una que engloba a todas ellas (todos), cabe resaltar que solo las cargas con circuitos calculados son presentadas.

En cada vista se puede apreciar resumen de los conductores del proyecto incluyendo la especificación del conductor seguido de la descripción del cable con su respectiva longitud.

La especificación del conductor generada por el programa tiene la siguiente estructura:

Material – Calibre Conductor– Tensión nominal – Aislamiento – Temperatura de Operación– Nivel de Aislamiento – Tipo de Conductor – Aplicación – Pantalla – Color- Cubierta Exterior



Por ejemplo: CU-1/0-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT

En la parte inferior se totaliza tanto el número de circuitos como la longitud de estos.

Especificación	Descripción	Longitud (m)
CU-1/0-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 1/0 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de ope...	1200
CU-1/0-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-GRN-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 1/0 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de ope...	50
CU-10-600-THW-75-100-STD-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 10 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de oper...	1710
CU-12-600-THW-75-100-STD-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 12 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de oper...	75
CU-1-600-RHW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 1 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: RHW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de oper...	3
CU-1-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 1 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de opera...	180
CU-1-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-GRN-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 1 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de opera...	100
CU-2/0-15000-THW-75-100-TC-PWR-OVR-BLK-PVC	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 2/0 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de ope...	150
CU-250-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 250 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de op...	1935
CU-2-600-RHW-75-100-TC-PWR-NOS-GRN-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 2 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: RHW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de oper...	150
CU-2-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 2 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de opera...	450
CU-3*2/0-15000-THW-75-100-TC-PWR-OVR-BLK-PVC	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 3*2/0 (AWG/kCM), Multiconductor, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura ...	100
CU-3*500-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-PVC	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 3*500 (AWG/kCM), Multiconductor, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura ...	100
CU-3/0-600-RHW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 3/0 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: RHW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de ope...	300
CU-3/0-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 3/0 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de ope...	60
CU-300-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 300 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de op...	4974
CU-350-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 350 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de op...	645
CU-4/0-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 4/0 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de ope...	1125
CU-4-600-RHW-75-100-TC-PWR-NOS-GRN-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 4 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: RHW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de oper...	100
CU-4-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 4 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de opera...	1575
CU-500-600-RHW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 500 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: RHW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de op...	450
CU-500-600-THW-75-100-TC-PWR-NOS-BLK-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 500 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de op...	750
CU-6-600-RHW-75-100-STD-PWR-NOS-GRN-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 6 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: RHW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de oper...	1
CU-6-600-THW-75-100-STD-PWR-NOS-GRN-NJKT	Cable de Fuerza de Cobre Calibre 6 (AWG/kCM), Monopolar, aislamiento tipo: THW, nivel de aislamiento 100%, Temperatura de opera...	50

Portapapeles Cotización Southwire

Total Circuitos: 41 Longitud Total: 16383 m.

### Ventana de resumen de conductores

Esta ventana cuenta con 3 botones:

**Portapapeles:** Este botón le permite copiar la información mostrada en la pantalla para posteriormente pegarla en otra aplicación como MS Excel o MS Word.

**Cotización:** Este botón le permite enviar la información de resumen de conductores a un servidor para poder contar vía correo electrónico con una cotización de los diferentes conductores del proyecto. La información para cotización será enviada al correo del contacto que captura la información de acuerdo a la información capturada en la vista de *Referencias*.

**Nota:** Es importante mencionar que para enviar la solicitud de correo debe contar con una conexión a internet y los permisos correspondientes dentro del servidor proxy de su computador. Vea la sección *Ajustes de sistema* para la configuración del servidor proxy.

**Southwire:** Este botón muestra la información de contacto del fabricante de conductores Southwire para seguimiento de cotizaciones, información de sitio web y datos de contacto para asesoría sobre especificaciones.

## Consulta de tablas

Localización: Consultas | Tablas

Para conocimiento y referencia, el programa pone a disposición del diseñador las tablas utilizadas para la determinación del calibre de conductor. Estas incluyen tablas de motores de baja y media tensión, resistencia y reactancia, etc.

Consulta de Tablas - Motor trifásico 460 V.

Motor trifásico 460 V.

Potencia	Corriente	PortaFusibleBC	FusibleBC	PortaFusibleE	FusibleE	MarcoMagneticoBC	AjusteMagneticoBC	MarcoMagneticoE	AjusteMagneticoE
0.5000	1.1000	30.0000	1.6000	30.0000	1.8000	100.0000	3.0000	100.0000	3.0000
0.7500	1.6000	30.0000	2.2500	30.0000	2.8000	100.0000	3.0000	100.0000	3.0000
1.0000	2.1000	30.0000	3.0000	30.0000	4.0000	100.0000	3.0000	100.0000	3.0000
1.5000	3.0000	30.0000	4.5000	30.0000	5.0000	100.0000	7.0000	100.0000	7.0000
2.0000	3.4000	30.0000	5.0000	30.0000	5.8000	100.0000	7.0000	100.0000	7.0000
3.0000	4.8000	30.0000	7.0000	30.0000	10.0000	100.0000	7.0000	100.0000	15.0000
5.0000	7.6000	30.0000	12.0000	30.0000	15.0000	100.0000	15.0000	100.0000	30.0000
7.5000	11.0000	30.0000	17.5000	30.0000	25.0000	100.0000	15.0000	100.0000	30.0000
10.0000	14.0000	30.0000	20.0000	30.0000	30.0000	100.0000	30.0000	100.0000	30.0000
15.0000	21.0000	30.0000	35.0000	60.0000	45.0000	100.0000	30.0000	100.0000	50.0000
20.0000	27.0000	60.0000	40.0000	60.0000	60.0000	100.0000	50.0000	100.0000	70.0000

Ventana de Consulta de Tablas

# 5

## Captura de Circuitos



Localización: Consultas | Datos de circuitos

Para iniciar el proceso de captura de circuitos es necesario haber capturado los criterios de cálculo dentro de la opción de normas y los Datos Generales para el equipo que se desea capturar. Si estos requisitos no han sido cubiertos, la opción del Menú principal y el icono de la barra de herramientas estarán deshabilitados.

Al seleccionar la opción de captura de circuitos se presentará una retícula donde se verán posteriormente los datos de los circuitos capturados. Cada renglón representa la información de un circuito y cada acción efectuada se aplicara solamente al circuito seleccionado en la retícula.

Cabe destacar que en la retícula de datos de circuitos no pueden hacerse directamente ni ediciones ni capturas, ya que para realizar estas acciones es necesario mostrar la ventana de captura de circuitos.

E	Num Circuito	Num CCM	Descripción	Potencia	Unidades	No de Equipo	Area	Tipo Carga	Sele
✓	01-CAP-03	01-CCM-01	MAIN CAPACITOR	100.00	KVA	01	01	Capacitor	3/0
✓	01-CAP-04	01-CCM-01	MAIN CAPACITOR	150.00	KVA	01	01	Capacitor	300
✓	01-CAP-05	01-CCM-01	MAIN CAPACITOR	200.00	KVA	01	01	Capacitor	500
✓	01-CAP-06	01-CCM-01	MAIN CAPACITOR	300.00	KVA	01	01	Capacitor	300
✓	01-CRN-01	01-SWR-03	CRANE PRINCIPAL AREA	5.00	HP	01	01	Grúa	4
✓	01-CRN-02	01-SWR-03	CRANE PRINCIPAL AREA	25.00	HP	01	01	Grúa	1/0
✓	01-CRN-03	01-SWR-03	CRANE PRINCIPAL AREA	50.00	HP	01	01	Grúa	250
✓	01-CRN-04	01-SWR-03	CRANE PRINCIPAL AREA	75.00	HP	01	01	Grúa	2
✓	01-CRN-05	01-SWR-03	CRANE PRINCIPAL AREA	100.00	HP	01	01	Grúa	1
✓	01-CRN-06	01-SWR-03	CRANE PRINCIPAL AREA	125.00	HP	01	01	Grúa	2/0
✓	01-FDR-03	01-SWR-02	GENERAL FEEDER FOR SERVICES	300.00	KW	01	01	Alimentador	300
✓	01-FDR-04	01-SWR-02	GENERAL FEEDER FOR SERVICES	100.00	KW	01	01	Alimentador	4/0
✓	01-FDR-05	01-SWR-02	GENERAL FEEDER FOR SERVICES	200.00	KW	01	01	Alimentador	4/0
✓	01-FDR-06	01-SWR-02	GENERAL FEEDER FOR SERVICES	300.00	KW	01	01	Alimentador	400
✓	01-GEN-01	01-CCM-01	MAIN GENERATOR 1	100.00	KW	01	01	Generador	3/0

De igual forma que en la retícula de Datos generales, la de circuitos contiene su propia opción de menú y barra de herramientas, las cuales se explican a continuación:



**Agregar:** Cuando se selecciona esta opción se muestra la captura de datos de circuitos. En ella se pueden dar de alta todos los circuitos que componen al proyecto, sin que exista un límite en el número de circuitos.



**Modificar:** Al tener datos de circuitos previamente capturados, es posible modificarlos mediante esta opción. Cuando se modifican los campos de la captura de circuitos y se presiona el botón *aceptar*, el programa realiza un cálculo para determinar el calibre, por lo que siempre los datos del circuito estarán sincronizados con el calibre determinado.



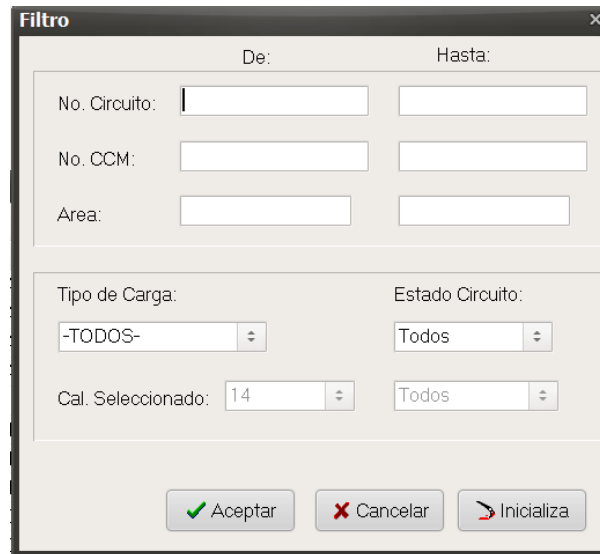
**Copiar circuito:** Con esta opción es posible tomar un dato de circuito como referencia para crear uno nuevo. Esta opción es muy útil cuando existen circuitos con datos similares.



**Eliminar:** Para borrar un circuito se utiliza esta opción. Al utilizar este proceso el circuito queda dado de baja del sistema y es imposible recuperarlo.



**Filtrar:** Es frecuente que durante la captura de información o el análisis de los resultados necesite observar solamente una parte de la información que cumple con un criterio específico, tal como observar solamente los circuitos que tienen calibre 1/0 AWG o los circuitos que se encuentran conectados a un CCM o los elementos que están dentro de un área de proceso o la combinación de todos estos criterios a la vez. Cada vez que seleccione esta opción aparecerá el siguiente cuadro de diálogo:



Si desea redefinir los campos del filtro presione el botón *Inicializa*.

Nota: Cada vez que un filtro sea ejecutado, este tomara como universo el grupo de los circuitos contenidos dentro del filtro anterior.



**Restaurar:** Esta opción reestablece la vista de todos los circuitos capturados, después de haber realizado la acción de filtrar.

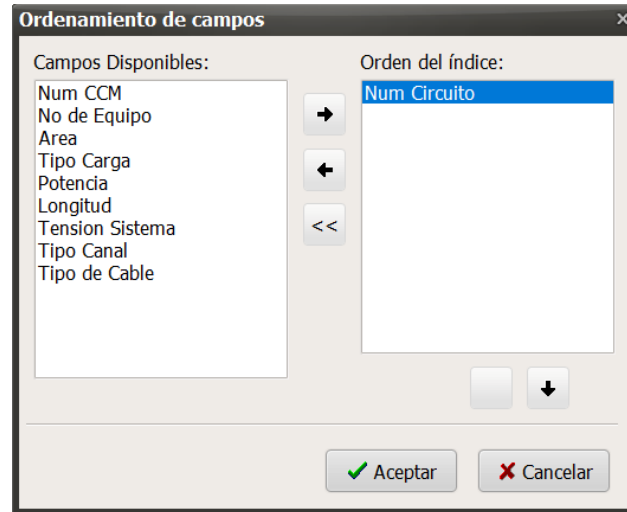


**Copiar al Portapapeles:** Al seleccionar esta opción se copian los circuitos al portapapeles, para que después el usuario pueda pegar la información a cualquier hoja de cálculo o procesador de texto. Es importante aclarar que cuando se encuentra activo el filtro, solo se copiaran los circuitos visibles en la retícula.



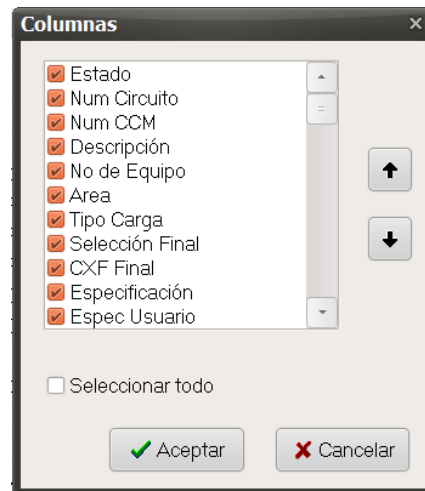
**Ordenamiento:** Para facilitar la localización de los circuitos en la retícula, el sistema cuenta con la opción de ordenar los circuitos, en el cual es posible ordenarlos ascendentemente e incluir varios campos en el ordenamiento.

Nota: Para aplicar el ordenamiento de los circuitos es necesario que ningún reporte se encuentre en esos momentos abiertos.



**Personalización de columnas:** Cuando se selecciona esta opción se muestra un dialogo con todas las columnas que contiene la retícula, en las cuales es posible cambiar su orden o bien ocultarlas.

Si desea observar todas las columnas en la retícula, active la casilla de verificación *Seleccionar todo*.



**Memoria de cálculo:** En la selección de calibres de conductores eléctricos siempre es necesario tener una referencia acerca de los criterios y valores involucrados en el proceso. Para satisfacer esta necesidad, el sistema crea una *memoria de cálculo*, la cual está disponible siempre y cuando el circuito se encuentre calculado sin errores.



**Salir:** Cierra la retícula de datos de circuitos.

Para realizar la captura y validación de circuitos es necesario mostrar la ventana de captura de circuitos. Esta se divide en seis (6) secciones que constan de una cabecera principal y 5 pestañas para consulta y captura de información. Estas se describen a continuación:

1. Permite capturar la información de referencia del circuito.
2. *Datos de circuitos* es una pestaña donde se captura la información técnica del circuito y permite seleccionar los criterios aplicables para la selección del conductor.

**Captura de Circuitos**

No. Circuito: 01-MOT-01-F1 No. Equipo:  MOT-01 Tipo de Carga: Motor

No. CCM: TAB-01 Area: 01 T Sistema (V), No. de fases y Temp Oper °C: 480.00 | Ø3 | 75.00

Descripción: ALIMENTADOR PARA MOTOR-01

Datos Circuitos | Datos Adicionales | Resultados | Especificaciones | Memoria

Unidad: 200 m. Factor de Potencia: 0.9000

Unidades: HP Número de Hilos: 3 Eficiencia: 1.0000

Corriente de Placa: 0.00 Amp. Tipo Cable: Monopolar Factor de Demanda: 1.0000

Canalización: Tubo conduit Temp. Máx. Conectores: 75 °C  Realizar Cálculo por CC

Material: Fe Galv. Nivel de Aislamiento: 100 %  Estimar Conductor puesta tierra

Máxima caída Tensión: 3.00 %  Aterrizamiento Pantalla  Información final

Anterior Siguiete Calcular Aceptar Cancelar

3. *Datos adicionales*. Esta pestaña muestra los 3 campos personalizables por el usuario para completar la información del circuito y permite definir los colores de los conductores para generar un especificación detallada del conductor.

**Captura de Circuitos**

No. Circuito: 01-MOT-01-F1 No. Equipo: MOT-01 Tipo de Carga: Motor

No. CCM: TAB-01 Area: 01 T Sistema (V), No. de fases y Temp Oper °C: 480.00 | Ø3 | 75.00

Descripción: ALIMENTADOR PARA MOTOR-01

Datos Circuitos Datos Adicionales **Resultados** Especificaciones Memoria

Drawing: 01-ELEC-01

Región: GENERAL SUPPORT

Conductor Alias: 01-02-MOT-01-CSLSE-STD-022

Observaciones:

Color de conductores del circuito:

FA	FB	FC	Neutro
FA'	FB'	FC'	GND

Anterior Siguiente Calcular Aceptar Cancelar

4. **Resultados** es una pestaña que permite ver los resultados del proceso de selección del conductor. Además de ver el conductor que cumplió con los criterios de capacidad de conducción, caída de tensión y corto circuito.

**Captura de Circuitos**

No. Circuito: 01-MOT-01-F1 No. Equipo: MOT-01 Tipo de Carga: Motor

No. CCM: TAB-01 Area: 01 T Sistema (V), No. de fases y Temp Oper °C: 480.00 | Ø3 | 75.00

Descripción: ALIMENTADOR PARA MOTOR-01

Datos Circuitos Datos Adicionales **Resultados** Especificaciones Memoria

Cálculo	Calibre	Cond. por Fase
Capacidad de conducción	3/0	1
Caída de Tensión Vnom (2.7990%)	4/0	1
Caída al Arranque Varr (11.9518%)	4/0	1
Selección Final	4/0	1
Tubo conduit sugerido (cm/plg)	3.50/1.25	85 %

Cambiar el calibre final a:

Calibre:

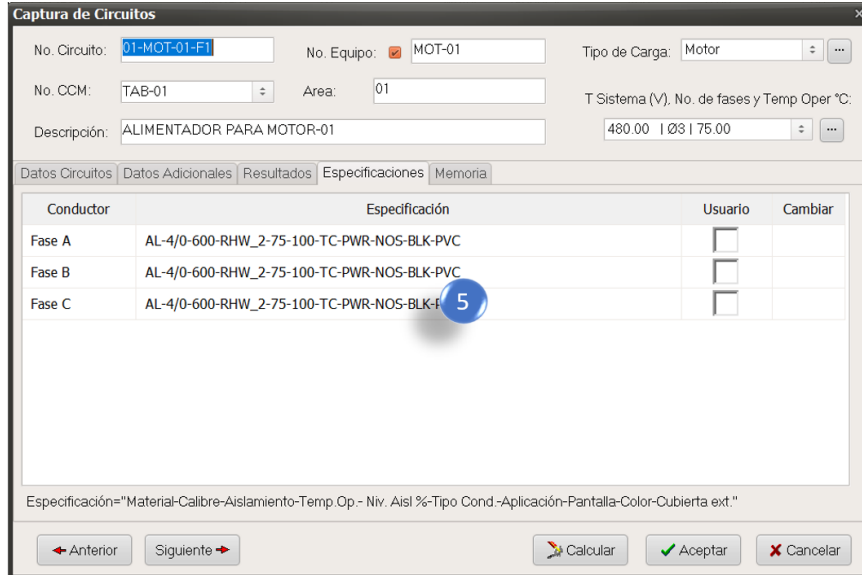
Cond. por Fase:

Errores y Advertencias:

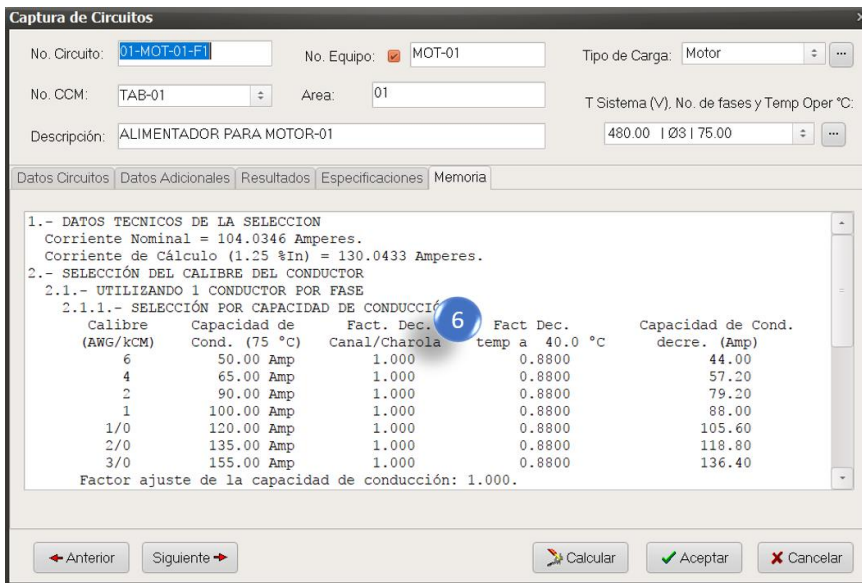
Anterior Siguiente Calcular Aceptar Cancelar



5. Especificaciones. En esta sección se muestran una cadena o un grupo de cadenas nemotécnicas que definen la especificación del o los conductores en base a sus características físicas. En esta sección también es posible asignar una nueva especificación a los conductores del circuito.



6. Memoria. En esta sección se puede apreciar la memoria de cálculo asociada al circuito. Cada vez que se calcule el circuito se actualiza la vista.

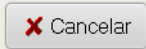


En la barra de estado se encuentra una breve descripción de la información solicitada en cada uno de los campos de la ventana de captura. Sin embargo, cuando se requiere de información más detallada acerca del dato que se está capturando, se puede presionar la tecla "F1" del teclado con lo que se muestra una pantalla de ayuda con información más extensa del tema seleccionado.

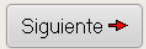
En la parte inferior de la ventana de captura de circuitos se pueden apreciar tres botones cuya funcionalidad se describe a continuación:



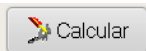
**ACEPTAR:** Permite actualizar la información que se ha digitado en cada uno de los campos. Al presionar este botón se realiza una validación de toda la información capturada y se pueden detectar errores o incongruencias que son mostradas en todo caso por medio de cuadros de mensaje que aparecerán en la pantalla.



**CANCELAR:** Elimina todos los cambios o modificaciones realizados en la ventana de captura de circuitos.



**ANTERIOR Y SIGUIENTE:** Estos botones permiten navegar entre los circuitos localizados antes y después del circuito activo en la ventana de captura



**CALCULAR:** Realiza la selección del conductor después de haber realizado una validación de todos los datos capturados. Al concluir el proceso de cálculo se habilita la pestaña de resultados donde se puede observar el conductor seleccionado y los criterios que perfilaron su selección.

Cada dato es procesado de manera particular, con las consideraciones aplicables, por lo que se permite tener circuitos con diferentes características, brindando la flexibilidad necesaria al proyecto.

**Número de circuito:** Este campo es una cadena la cual identifica al circuito. Este nombre deberá ser único para cada circuito. Es una convención común entre los proyectistas el integrar el número del equipo al cual se alimenta y adicionar las terminaciones:

- F Para circuitos de Fuerza.
- R Para resistencias calefactoras.
- S Para circuitos de alimentación para intercomunicación y voceo

<i>Ejemplo:</i>	01PUMP01-F	Validación:	Hasta 15 caracteres
-----------------	------------	-------------	---------------------

**Número de CCM o tablero:** Es un campo de en el que identifica el Centro de Control de Motores o Tablero del cual se alimenta el equipo.

<i>Ejemplo:</i>	01-CCM-01	Validación:	Hasta 15 caracteres
-----------------	-----------	-------------	---------------------

**Descripción:** Este espacio comprende una cadena de caracteres para la identificación más explícita del equipo.

<i>Ejemplo:</i>	BOMBA DE LUBRICACION PRINCIPAL	Validación:	Hasta 35 caracteres
-----------------	--------------------------------	-------------	---------------------

**Número de equipo:** Es una cadena la cual se utiliza para identificar el equipo que alimenta este circuito. La casilla de verificación contigua al número de equipo indica si el equipo se encuentra activo (habilitada) o en reserva (deshabilitada) cuando su carga es asociada a un tipo de carga CCM.

No. Equipo  X

<i>Ejemplo:</i>	01-PUM-01	Validación:	Hasta 15 caracteres
-----------------	-----------	-------------	---------------------

**Area:** En este campo se introduce el número de identificación del área donde se encuentra el equipo.

<i>Ejemplo:</i>	01	Validación:	Hasta 10 caracteres
-----------------	----	-------------	---------------------

**Tipo de carga:** El programa es apto para calcular 10 diferentes tipos de cargas. Algunos tipos de carga como motores y transformadores requieren información adicional que se solicita por medio de ventanas auxiliares. Los tipos de cargas analizados son:

Motores	Transformadores
Equipos paquete	Alumbrado
Circuitos de control	Aire acondicionado
Grúa	Traza térmica
Capacitor	CCM Centro de control de motores

## Motores

Cuando se selecciona el tipo de carga motores se debe capturar la información de la condición de operación del equipo en la ventana siguiente:

**Datos de Motores**

Tipo de Motor:

General

Alto par

Vel. variable (variador VFD)

Tensión Motor: 460 V.

KVA/HP: 6.00

Código G: [dropdown]

Factor de Servicio: 1.00

Diseño Nema: B

Tipo Eficiencia: Estandar

F. P. Arranque: 0.3300

Uso Motor:

Estandar

Tipo: [dropdown]

Tiempo: [dropdown]

✓ Aceptar    ✗ Cancelar

Es posible activar esta ventana presionando el botón *3 puntos* que se encuentra a un costado de la lista desplegable del tipo de carga.

**Tipo de motor:** Este campo se presenta como una selección de opciones para el tipo de motor que se alimentará. Esta opción es usada para identificar el tratamiento que se dará a la corriente de placa del motor de acuerdo a descrito en las secciones 430-6 (a), 430-6 (b) y 430-6 (c)

**"430-6. Determinación de la ampacidad y del valor nominal de los motores.** El tamaño de los conductores que alimentan los equipos de los que trata el Artículo 430 se debe seleccionar de las Tablas de ampacidad permisible de acuerdo con 310-15(b) o se debe calcular de acuerdo con 310-15(c). Cuando se use cordón flexible, el tamaño del conductor se debe seleccionar de acuerdo con 400-5. La capacidad de conducción de corriente de los circuitos y la corriente nominal de los motores, se deben determinar como se especifica a continuación.

**a) Motores para aplicaciones generales.** En motores para aplicaciones generales, los valores nominales de corriente se deben determinar con base en (1) y (2) siguientes.

**1) Valores de las Tablas.** Para los motores diferentes a los construidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o alto par, y para motores de velocidades múltiples, **los valores presentados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250, se deben usar para determinar la ampacidad de los conductores** o el valor nominal en amperes de los interruptores, la protección

del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra, en lugar del valor real de corriente nominal marcada en la placa de características del motor. Cuando un motor esté marcado en amperes y no en caballos de fuerza, se debe asumir que su potencia en caballos de fuerza es la correspondiente a los valores dados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250, interpolando si fuera necesario. Los motores construidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o alto par pueden tener corriente de plena carga más alta, y en los motores de velocidades múltiples la corriente de plena carga variará con la velocidad, en cuyo caso se deben **usar los valores nominales de corriente de la placa** de características.

**2) Valores de la placa de características.** La protección independiente contra sobrecargas de un motor se debe basar en el valor nominal de corriente de la placa de características del motor.

**b) Motores de alto par.** Para los motores de alto par, **la corriente nominal debe ser la corriente de rotor bloqueado**; y esta corriente de la placa de características se debe usar para determinar la ampacidad de los conductores del circuito derivado, tratada en 430-22 y 430-24, el valor nominal en amperes del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor y el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, de acuerdo con 430-52(b).

**c) Motores con tensión ajustable en corriente alterna.** Para los motores utilizados en sistemas de accionamiento de corriente alterna, tensión ajustable y par variable, la ampacidad de los conductores o el valor nominal en amperes de los desconectores y dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, etc., se deben basar en la corriente máxima de funcionamiento marcada en la placa de datos del motor o del control, o de ambos. Si la corriente máxima de funcionamiento no está incluida en la placa de características, **la determinación de la ampacidad se debe basar en el 150 por ciento de los valores dados en las Tablas 430-249 y 430-250.**"

*Extraído de la NOM-001-SEDE-2012*

<i>Ejemplo:</i>	General	Validación:	General, alto par o velocidad variable
-----------------	---------	-------------	--

**Tensión del motor:** Este dato de tensión condiciona la aplicación de las tablas de motores para la determinación de factor de potencia y eficiencia, por lo que podrán tener los siguientes valores: 575 V, 460 V, 440 V, 380 V, 230 V, 220 V, 208 V, 200 V. Para motores, en caso de que la tensión sea diferente de estos valores no se identificarán las bases de datos de motor correspondiente. Por lo que deberá asegurarse de que el motor cuente con los datos necesarios para la realización del cálculo, tales como factor de potencia y eficiencia, en caso contrario se presentarán errores de cálculo y por consecuencia no se observarán datos de salida del programa.

<i>Ejemplo:</i>	440	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 35000.0$
-----------------	-----	-------------	-----------------------------------

**Factor de corriente de arranque/Letra de código/ Relación kVA/HP:** Para el caso de motores, se puede considerar como el número de veces que se incrementa la corriente nominal del motor al momento del arranque. Sin embargo, representa la cantidad de potencia aparente que es demandada al sistema por cada CP (HP) del motor. A partir de esta potencia puede deducirse el valor de la corriente de arranque del motor. El programa determina el valor de la corriente de arranque para realizar el cálculo de la caída de tensión al arranque. La relación de KVA/HP debe estar de acuerdo con el artículo 430-7(b) de la norma aplicable.

**b) Letras de código a rotor bloqueado.** Las letras de código marcadas en las placas de características de los motores, para indicar la entrada del motor con el rotor bloqueado, deben cumplir lo establecido en la tabla 430-7(b). La letra de código que indica la entrada del motor con rotor bloqueado, debe aparecer en un bloque individual de la placa de características, debidamente designada.

Tabla 430-7(b).- Letras de código de indicación para rotor bloqueado

Letra código	Kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado
A	0 – 3.14
B	3.15 – 3.54
C	3.55 – 3.99
D	4.0 – 4.49
E	4.50 – 4.99
F	5.0 – 5.59
G	5.60 – 6.29
H	6.30 – 7.09
J	7.10 – 7.99
K	8.0 – 8.99
L	9.0 – 9.99
M	10.0 – 11.19
N	11.20 – 12.49
P	12.50 – 13.99
R	14.0 – 15.99
S	16.0 – 17.99
T	18.0 – 19.99
U	20.0 – 22.39
V	22.40 en adelante

<i>Ejemplo:</i>	6.0	<b>Validación:</b>	$0.0 < \text{Valor} \leq 40.0$
-----------------	-----	--------------------	--------------------------------

**Factor de servicio:** Es el factor de servicio del equipo. Para motores este factor se debe encontrar en el rango comprendido entre 0.85 y 2.0 en cumplimiento con NOM-001-SEDE-2012 y NEC-2017.

<i>Ejemplo:</i>	1.0	<b>Validación:</b>	$1.0 \leq \text{Valor} \leq 2.0$
-----------------	-----	--------------------	----------------------------------

**Diseño NEMA:** Es el tipo de diseño empleado para construir el motor. Las características de corriente de arranque, corriente nominal y los dispositivos de protección se encuentran relacionados con este dato.

<i>Ejemplo:</i>	B	<b>Validación:</b>	A, B, C, D ó E
-----------------	---	--------------------	----------------

**Tipo de eficiencia:** Se debe seleccionar la eficiencia del motor, para realizar la selección de los valores de eficiencia de la biblioteca del programa.

<i>Ejemplo:</i>	Estándar	<b>Validación:</b>	Estándar, Alta eficiencia ó Premium
-----------------	----------	--------------------	-------------------------------------

**F.P. Arranque:** Este campo permite capturar el factor de potencia al arranque para motores. Para capturar ese dato, se deberá activar la casilla de verificación. En caso de no contar con este dato, se deja sin verificar la casilla y el proceso de cálculo asignará el factor de potencia de su librería y podrá ser consultado en este espacio después de realizar el cálculo.

<i>Ejemplo:</i>	0.3	<b>Validación:</b>	$0 < \text{FP Arranque} < 1.0$
-----------------	-----	--------------------	--------------------------------

**Uso del Motor:** El ciclo de operación del motor define los factores de incremento de la corriente nominal para la selección del calibre del conductor. Estos factores de incremento se obtienen de la tabla 430-22 (e) de la norma seleccionada.

Tabla 430-22(e).- Servicio por régimen de tiempo.

Clasificación del servicio	Porcentajes del valor nominal de corriente de las placas de características			
	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para funcionamiento
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	continuo
Servicio de corto tiempo: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-
Servicio intermitente: Elevadores y montacargas, máquinas de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. (Para soldadoras de arco, ver 630-11).	85	85	90	140
Servicio periódico: Rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable	110	120	150	200

Cualquier motor debe ser considerado como de ciclo continuo, a menos que la naturaleza de los aparatos que accione sea tal que el motor no operará continuamente con carga bajo cualquier condición de operación.

<i>Ejemplo:</i>	Estándar	Validación:	Estándar ó Intermitente
-----------------	----------	-------------	-------------------------

**Tipo del uso del Motor:** En combinación con el Uso del motor determina los factores de incremento de la corriente nominal.

<i>Ejemplo:</i>	Intermitente	Validación:	Corto, Intermitente, Periódico, Variable,
-----------------	--------------	-------------	---

**Tiempo del uso del Motor:** En combinación con el Uso del motor determina los factores de incremento de la corriente nominal.

<i>Ejemplo:</i>	5 minutos	Validación:	5, 15, 30-60 ó Continuo
-----------------	-----------	-------------	-------------------------

## Transformador

Cuando se selecciona el tipo de carga transformador se deben capturar los datos solicitados en la siguiente ventana.

The screenshot shows a dialog box titled "Datos de Transformadores". It has three main input sections:
 

- "Tipo de Enfriamiento": A dropdown menu is set to "AA/FA" and a text box to its right contains the value "1.33".
- "Temperatura de operación": A dropdown menu is set to "55" and a unit "°C" is shown to its right. A text box to the right of the unit contains the value "1.00".
- "Factor de Incremento Carga": A text box contains the value "1.33".

 At the bottom right of the dialog are two buttons: "Aceptar" (with a green checkmark icon) and "Cancelar" (with a red X icon).

**Tipo enfriamiento:** El enfriamiento de un transformador le permite operar con mayores valores nominales. Pueden existir diferentes “pasos” de enfriamiento. Esto es, que puede contar con uno o más métodos de enfriamiento. Cada uno de los cuales le permitirá incrementar un cierto porcentaje su capacidad nominal y por lo tanto su corriente. Existen valores establecidos de incremento de carga para cada tipo de enfriamiento de acuerdo con la norma NOM-J-285 y el estándar NEMA TR-1. Por lo tanto la definición de los pasos, ayudara en la determinación del factor de incremento de carga.

<i>Ejemplo:</i>	AIRE	Validación:	AIRE, OA, FA, OA/OA, OA/OA/FA ó FA/OA/OA,
-----------------	------	-------------	---

**Factor de incremento de carga:** Es el porcentaje de incremento que sufre la carga nominal del transformador al actuar los pasos de enfriamiento

<i>Ejemplo:</i>	1.0	Validación:	$1.0 \leq \text{Valor} \leq 2.0$
-----------------	-----	-------------	----------------------------------



## Centro de Control de Motores (CCM)

La selección de los conductores para los Centros de control de Motores (CCM) se basa en los requerimientos de la sección 430-24. "Varios motores o motores y otras cargas" donde se indica que los conductores que alimentan varios motores y otras cargas deben tener una ampacidad no menor a la suma de cada uno de los siguientes:

- (1) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor con el valor nominal más alto, tal como se determina en 430-6(a).
- (2) La suma de las corrientes nominales de plena carga de todos los otros motores del grupo, tal como se determina en 430-6(a).
- (3) 100 por ciento de las cargas no continuas que no son motores.
- (4) 125 por ciento de las cargas continuas que no son motores.

Debido a que la selección del conductor alimentador del CCM se realizará de acuerdo con las cargas que alimenta, el programa *Sizer Electric* agrupa todas las cargas de los circuitos que tienen la misma descripción en el campo "No. CCM" que la del número de equipo del CCM y realiza la suma de las cargas, identifica el motor mayor y aplica del factor de incremento correspondiente.

The screenshot shows the 'Captura de Circuitos' dialog box with the following fields:

- No. Circuito: CIRCUIT M2
- No. Equipo:  01-MOT-02
- Tipo de Carga: Motor
- No. CCM: **CCM-01** (highlighted with a red box)
- Area: 01
- T Sistema (V), No. de fases y Temp Oper °C: 480.00 | Ø3 | 75.00
- Descripción: PUMP 50 HP MOTOR VALIDATION CIRCUIT

Los circuitos de las cargas con el campo "No. de CCM" igual al "No. Equipo" del CCM serán agrupados y sumados

The screenshot shows the 'Captura de Circuitos' dialog box with the following fields:

- No. Circuito: 01-CCM-01-F
- No. Equipo:  **CCM-01** (highlighted with a red box)
- Tipo de Carga: CCM
- No. CCM: TAB-01
- Area: 01
- T Sistema (V), No. de fases y Temp Oper °C: 480.00 | Ø3 | 75.00
- Descripción: FEEDER FOR MCC-01

Para el CCM, las cargas cuyo "No. CCM" coincida con el "No. de equipo" serán sumados para la carga del CCM

Por lo anterior se recomienda realizar la captura del circuito del CCM antes que las cargas asociadas. De esta manera, al capturar las cargas de un motor o carga general, el campo "CCM o Tablero" se encuentre precargado.

Para realizar la captura de un circuito de CCM deberá seleccionar en el campo "Tipo de carga" la opción "CCM", como se indica en la siguiente figura. *Recuerde que para que esta opción se encuentre disponible se debe capturar la información de CCMs en la sección: "Datos Generales"*

The screenshot shows the 'Captura de Circuitos' window with the following fields: No. Circuito: 01-CCM-01-F, No. Equipo: CCM-01 (checked), Tipo de Carga: CCM (selected in dropdown), No. CCM: TAB-01, Area: 01, Descripción: FEEDER FOR MCC-01, T Sistema (V): 480.00, and Factor de Potencia: 0.9000. The dropdown menu for 'Tipo de Carga' is open, showing options like Aluminado, Circuito de Control, Aire Acondicionado, Grúa, Traza Térmica, Capacitor, and Generador, with 'CCM' highlighted at the bottom and circled in red.

*Opción CCM dentro del campo "Tipo de Carga"*

De la misma manera que se capturan los datos como se describió previamente en este capítulo en *Datos de Circuito*, se llena la información del CCM. Para el caso de CCMs la única variante es que el campo "Potencia" aparecerá prellenado con un valor que representará la suma de las potencias de los circuitos asociados considerando los porcentajes de incremento de corriente.

The screenshot shows the 'Captura de Circuitos' window with the following fields: No. Circuito: 01-CCM-01-F, No. Equipo: CCM-01 (checked), Tipo de Carga: CCM, No. CCM: TAB-01, Area: 01, Descripción: FEEDER FOR MCC-01, T Sistema (V): 480.00, No. de fases y Temp Oper °C: 3 | 75.00, Factor de Potencia: 0.9000, Potencia: 2000.37 (highlighted in red), Longitud: 200 m, Eficiencia: 1.0000, Unidades: KW, Número de Hilos: 3, and Factor de Demanda: 1.0000.

*Potencia de CCM calculada en función de la corriente de los circuitos asociados*

Para conocer el detalle de los circuitos asociados al CCM, seleccione el botón que tiene los tres puntos o elipsis (...).

**Captura de Circuitos**

No. Circuito: 01-CCM-01-F No. Equipo: [ ]

No. CCM: TAB-01 Area: [ ]

Descripción: FEEDER FOR MCC-01

Datos Circuitos Resultados Memoria

Potencia: 2000.37 [ ... ] Longit: [ ]

Unidades: KW Número: [ ]

Botón para revisar el detalle los circuitos asociados al CCM.

La ventana que se mostrará presentará en la retícula de la parte superior, la descripción de la carga asociada al CCM. Esto es, indicará los circuitos que al momento en que fueron capturados tienen el campo "No. de CCM" con el mismo texto que el nombre del CCM de este circuito (indicado en el campo No. de Equipo). La retícula también indica el valor de la corriente del equipo del circuito, el factor de cálculo. y la corriente final que es el producto de la corriente y el factor de cálculo.

**Captura de Circuitos**

No. Circuito: 01-CCM-01-F No. Equipo:  CCM-01 Tipo de Carga: CCM

No. CCM: TAB-01 Area: [ ]

Descripción: FEEDER FOR MCC-01

Datos Circuitos Resultados Memoria

Potencia: 2000.37 [ ... ]

Unidades: KW

Corriente de Placa: 0.00 Amp.

Canalización: Tubo conduit [ ... ]

Material: Fe Galv. [ ... ]

Observaciones: [ ]

Anterior Siguiente Calcular Aceptar Cancelar

**Corriente CCM**

Circuitos	Corriente	Fa...	Final
3*CIRCUIT M1	14.00	1.00	14.00
3*CIRCUIT M2	65.00	1.00	65.00
3*CIRCUIT M3	124.00	1.00	124.00
3*CIRCUIT M4	223.20	1.25	279.00

**Corriente Total:** 2673.41

Potencia(kW)=(Corriente \* Tension \* FP \* SQR(3))/1000  
 Potencia(kW)=(2673.41 \* 480.00 \* 0.90 \* 1.73)/1000  
 Potencia(kW) = 2000.37 + 0.00 = 2000.37

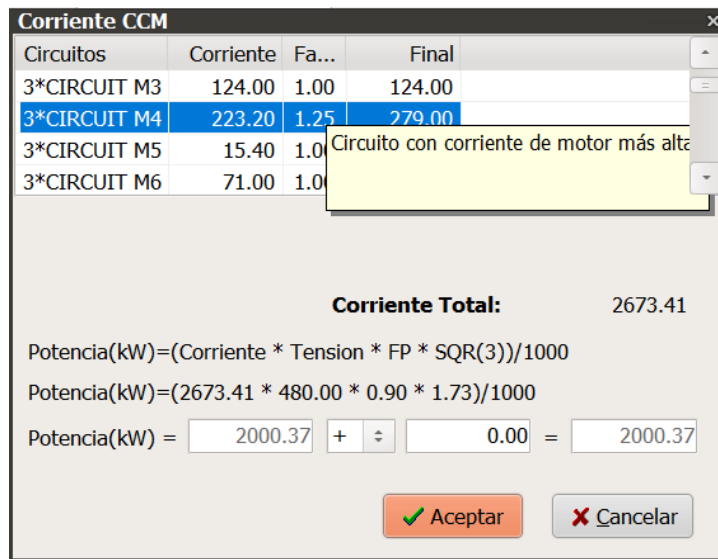
Aceptar Cancelar

Detalle de los circuitos asociados al CCM

El factor de cálculo podrá tener 4 variables:

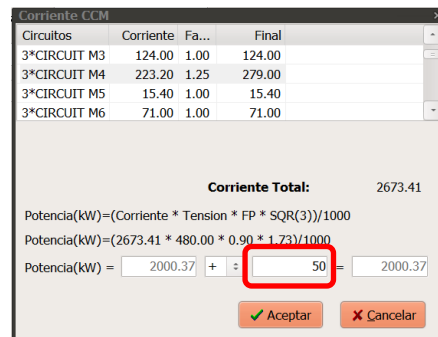
- El factor es **1.0** para circuitos sin error asociados al CCM
- El factor es **1.25** para el circuito o motor de mayor carga del circuito.
- El factor es **0** para circuitos con error en el cálculo, circuitos con tensión diferente a la tensión de sistema del CCM y para circuitos donde la casilla verificación del "Numero de equipo"  se encuentre deshabilitada. Empleada para circuitos que solo son de reserva.

Para identificar el origen del factor puede llevarse el mouse al renglón del circuito y hacer clic sobre el campo "Factor". Con ello se mostrará el origen del factor como se indica en la siguiente figura:



Factor de cálculo.

En la sección inferior se muestra el valor de la potencia asociada al CCM calculada por medio de la suma de la corrientes finales de las cargas asociadas (corrientes afectadas por los factores de cálculo). En esta sección podrá identificar un campo para adicionar o substraer carga en Kilowatts al CCM, como se aprecia en la siguiente figura. Este campo puede ser usado para adicionar cargas futuras.



Carga adicional para el CCM.

**Potencia nominal:** En este campo se proporciona la potencia nominal de la carga del circuito. Deberá estar comprendida en el rango de potencia definido en los valores de potencia mínima y máxima indicados en los datos generales. Esta deberá ser proporcionada de la siguiente manera:

<i>Ejemplo:</i>	100.0	Validación:	0.0 < Valor < 1000.0
-----------------	-------	-------------	----------------------

**Unidades:** En este campo se indica la unidad en la que está dada la potencia nominal del equipo, la cual cambia según el tipo de carga:

Tipo de carga	Unidades
Motores	HP ó KW
Alimentadores	KW
Circuitos de control	KW
Grúa	HP
Capacitor	KVA ó KVAR
Transformadores	KVA
Alumbrado	KW
Aire acondicionado	HP ó KW
Traza térmica	KVA ó KW
CCM Centro de control de motores	KW

<i>Ejemplo:</i>	HP	Validación:	HP, KW, KVA ó KVAR
-----------------	----	-------------	--------------------

## Alimentadores

Para cumplir con los requisitos de la sección 215 de la norma Oficial Mexicana, es necesario identificar dentro de la carga total del alimentador la carga que opera de forma continua y la carga que opera de forma intermitente. Ver sección 220-10 y 215-2 de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012

### 215-2. Capacidad y tamaños mínimos del conductor.

#### a) Alimentadores hasta de 600 volts.

**1) General.** Los conductores de los alimentadores deben tener una ampacidad no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las Partes C, D y E del Artículo 220. El tamaño mínimo del conductor del circuito alimentador antes de la aplicación de cualquier ajuste o de factores de corrección, debe tener una ampacidad permisible no menor a la carga no continua, más el 125 por ciento de la carga continua.

**Excepción 1:** Si el ensamble, incluyendo los dispositivos de sobre corriente que protegen los alimentadores, está aprobado para operación al 100 por ciento de su valor nominal, se permitirá que la ampacidad permisible de los conductores de los alimentadores no sea menor a la suma de la carga continua más la carga no continua.

*Extraído de la NOM-001-SEDE-2012*

Para ello en la siguiente ventana se debe definir la carga continua y no continua:

Ventana de captura de tipo de carga.

Las unidades de la potencia se definirán en la ventana general de datos de circuitos, en esta ventana solamente se deberá indicar la magnitud de la carga.

**Carga continua:** De acuerdo con las definiciones del artículo 100 de la NOM-001-SEDE-2012 es la carga cuya corriente máxima circula durante tres horas o más.

**Carga No continua:** Es la carga cuya corriente circula de forma constante por menos de 3 horas

La suma de la potencia continua y no continua deberá estar comprendida en el rango de potencia definido en los valores de potencia mínima y máxima indicados en los datos generales.

Ejemplo:	100.0	Validación:	$0.0 < \text{Valor} < 1000.0$
----------	-------	-------------	-------------------------------

**Corriente nominal:** Existen ocasiones en las que se cuenta con el dato de corriente nominal del circuito (Corriente de placa) proporcionada por el proveedor del equipo. ***El programa ÚNICAMENTE utilizará este dato para la determinación del conductor si la casilla "Información final" se encuentra verificada.***

***De lo contrario (Información PROVISIONAL), se realizará la determinación del conductor y el cálculo de la corriente según los datos de potencia y de las tablas de referencia que se encuentran en la base de datos. .***

Ejemplo:	400	Validación:	No aplica
----------	-----	-------------	-----------

**Longitud del circuito:** Este dato comprende la longitud del circuito expresada en metros. El valor máximo de longitud con el que realiza el cálculo es 1000 metros.

<i>Ejemplo:</i>	300	Validación:	0 < Valor < 1000
-----------------	-----	-------------	------------------

**Tensión del Sistema y Numero de Fases.** Es el valor de la tensión en volts que tiene el sistema en el cual se encuentra conectado el equipo y ésta deberá estar declarada previamente en los Datos Generales del proyecto; de lo contrario, no podrá ser realizado el cálculo del circuito en cuestión. Para adicionar o modificar la tensión del sistema consulte la sección Captura de *Datos Generales* para el tipo de carga seleccionado.

Estos valores de tensión deben estar preferentemente de acuerdo con lo indicado en la sección **110-4** y con la sección **220-5**.

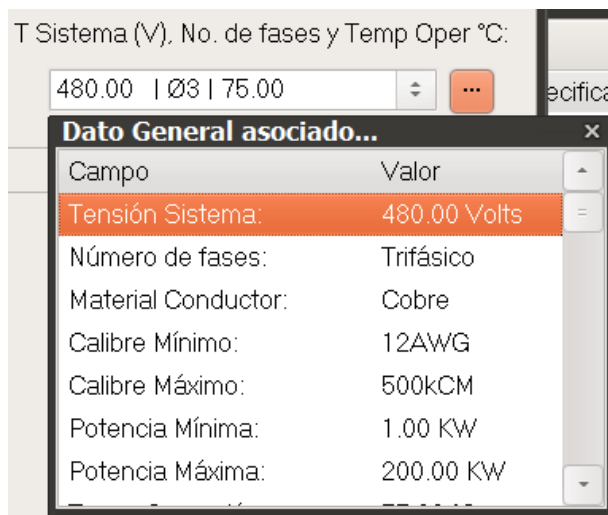
**110-4. Tensiones.** En toda esta NOM, las tensiones consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos. Las tensiones utilizadas de corriente alterna son: 120, 127, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 480Y/277, 480, 600Y/347 ó 600 volts. La tensión nominal de un equipo no debe ser menor a la tensión real del circuito al que está conectado. Véase NMX-J-098-ANCE

**220-5. Cálculos.**

**a) Tensiones.** Si no se especifican otras tensiones, para el cálculo de cargas del alimentador y de los circuitos derivados, deben aplicarse las tensiones de 120, 120/240, 220Y/127, 208Y/120, 220, 240, 347, 440, 460, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 volts.

*Extraído de la NOM-001-SEDE-2012*

Es posible visualizar el dato general asociado al circuito, para esto solo tiene que presionar el botón 3 puntos (...) que se encuentra a un lado del campo.



<i>Ejemplo:</i>	448.0   Ø3	Validación:	Campo obligatorio
-----------------	------------	-------------	-------------------

**Factor de potencia:** Este es un dato opcional para el caso de motores comerciales en las tensiones descritas en "Tensión del sistema" ya que el programa puede determinarlo a partir de tablas de referencia para motores de eficiencia estándar, de alta eficiencia y de eficiencia Premium.

Ejemplo:	0.918	Validación:	0.0 < Valor < 1.0
----------	-------	-------------	-------------------

**Eficiencia:** Es la relación que existe entre la potencia de entrada y la potencia de salida de un equipo. Este es un dato opcional para el caso de motores comerciales en las tensiones descritas en "Tensión del sistema" ya que el programa puede determinarlo a partir de tablas de referencia para motores de eficiencia estándar, de alta eficiencia y de eficiencia Premium.

Ejemplo:	0.89	Validación:	0.0 < Valor ≤ 1.0
----------	------	-------------	-------------------

**Factor de demanda:** Es el factor de demanda del equipo. Pueden estar de acuerdo con el artículo 220-11, 220-13 y 430- 24

**220-42. Alumbrado general.** Los factores de demanda especificados en la Tabla 220-42 se deben aplicar a la parte de alumbrado general de la carga total calculada del circuito derivado. Esos factores no se deben aplicar para calcular el número de circuitos derivados para iluminación general.

**Tabla 220-42.- Factores de demanda de cargas de alumbrado**

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda (%)
Almacenes	Primeros 12 500 o menos	100
	A partir de 12 500	50
Hospitales*	Primeros 50 000 o menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los apartamentos sin cocina para los inquilinos*	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20 001 a 100 000	40
	A partir de 1 00000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Todos los demás	Voltamperes totales	100

\* Los factores de demanda de esta Tabla no se deben aplicar a la carga calculada de los alimentadores que dan suministro a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar todo el alumbrado al mismo tiempo, como salas de operaciones, comedores y salas de baile.

**220-44. Cargas para contactos en inmuebles que no sean de vivienda.** En inmuebles que no sean de vivienda, se permite que las cargas para contactos sean calculadas de acuerdo con 220-14(h) e (i), sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-42 o la Tabla 220-44.



**Tabla 220-44.- Factores de demanda para cargas de contactos en inmuebles que no son unidades de vivienda**

Parte de la carga de contactos a la que se aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda (%)
Primeros 10 kVA o menos	100
A partir de 10 kVA	50

**430-26. Factor de demanda del alimentador.** Cuando se reduzca el calentamiento de los conductores como resultado de la operación en servicio intermitente o porque no todos los motores funcionan al mismo tiempo, los conductores del alimentador pueden tener una ampacidad menor a la especificada en 430-24, siempre que los conductores tengan una ampacidad suficiente para la carga máxima determinada de acuerdo con el tamaño y número de los motores alimentados y con las características de sus cargas y ciclos de servicio.

**NOTA:** Los factores de demanda determinados en el diseño de instalaciones nuevas, a menudo se pueden validar comparando con la experiencia histórica real en instalaciones similares. Con respecto a la información sobre el cálculo de las cargas y el factor de demanda.

Véase también la sección 430-24:

**430-24. Varios motores o motores y otras cargas.** Los conductores que alimentan varios motores o motores y otras cargas deben tener una ampacidad no menor a la suma de cada uno de los siguientes:

- (1) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor con el valor nominal más alto, tal como se determina en 430-6(a).
- (2) La suma de las corrientes nominales de plena carga de todos los otros motores del grupo, tal como se determina en 430-6(a).
- (3) 100 por ciento de las cargas no continuas que no son motores.
- (4) 125 por ciento de las cargas continuas que no son motores.

**Excepción 1:** Cuando uno o más de los motores del grupo se utilicen para servicio de corta duración, intermitente, periódico o variable, el valor nominal en amperes de dichos motores utilizada en la suma, se debe determinar de acuerdo con 430-22(e). En la suma se debe utilizar el motor de mayor capacidad y debe ser uno de los dos valores siguientes: valor nominal de corriente en amperes de 430-22(e) o la corriente más alta de plena carga en servicio continuo del motor multiplicada por 1.25.

**Excepción 2:** La ampacidad de los conductores que alimentan equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, operados con motor, debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

**Excepción 3:** Cuando el circuito se pueda bloquear de modo que impida el funcionamiento simultáneo de determinados motores y otras cargas, se permitirá que la ampacidad de los conductores se base en la suma de las corrientes de los motores y de las otras cargas que van a funcionar simultáneamente, y que den como resultado la mayor corriente total.

**430-25. Varios motores en combinación con otras cargas.** La ampacidad de los conductores que alimentan equipos de varios motores y de cargas combinadas, no debe ser menor a la ampacidad mínima del circuito marcada en el equipo, de acuerdo con 430-7(d). Cuando el equipo no viene cableado de fábrica y las placas individuales de características queden visibles de acuerdo con 430-7(d)(2), la ampacidad de los conductores se debe determinar de acuerdo con 430-24.

<i>Ejemplo:</i>	0.80	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 1.0$
-----------------	------	-------------	-------------------------------

**Canalización:** En este dato se define el tipo de montaje o canalización donde se instala el conductor y puede ser:

- Tubo conduit
- Charola
- La combinación de ambos (TUBO Y CHAROLA)
- Ducto
- Aire

Según las definiciones del artículo 100 de la norma aplicable:

“100.-**Canalización:** Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras conductoras, con funciones adicionales como lo permita esta NOM. Las canalizaciones incluyen, pero no están limitadas a, tubo conduit rígido metálico, tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit flexible hermético a los líquidos, tuberías metálicas flexibles, tubo conduit metálico flexible, tuberías eléctricas no metálicas, tuberías eléctricas metálicas, canalizaciones subterráneas, canalizaciones en pisos celulares de concreto, canalizaciones en pisos celulares de metal, canaletas, ductos y electroductos”.

*Extraído de la NOM-001-SEDE-2012*

<i>Ejemplo:</i>	Tubo	Validación:	Charola, tubo conduit, Tubo y charola, ducto ó aire
-----------------	------	-------------	---

Al seleccionar el tipo de canalización deseado se presentará una ventana en la cual se capturaran datos complementarios:

# Charolas

Cuando se selecciona el tipo de canalización *Charola* se deben capturar los datos solicitados en la siguiente ventana.

**Tipo de Charola:** Esta información pretende seleccionar automáticamente para el proyectista los calibres mínimos aplicables para el tipo de charola donde se instalan cables monoplares. Por lo tanto se debe identificar si se trata de una charola tipo escalera o una charola de fondo sólido.

<i>Ejemplo:</i>	Escalera	Validación:	Escalera ó Fondo plano
-----------------	----------	-------------	------------------------

**Espaciamiento entre travesaños:** Esta información pretende seleccionar automáticamente para el proyectista los calibres mínimos aplicables para el soporte para cables tipo charola donde se instalan cables monoplares y representa la separación que existe entre dos travesaños (soportes internos) de la charola tipo escalera.

De acuerdo a los criterios indicados en el artículo 392-10 (b) de la norma aplicable:

**“b) En establecimientos industriales.** Se permitirá utilizar los métodos de instalación de la Tabla 392-10(a) en cualquier establecimiento industrial bajo las condiciones establecidas en sus respectivos Artículos. Sólo en instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de charolas portacables será atendido únicamente por personas calificadas, se permitirá instalar en charolas portacables tipo escalera, tipo malla, canal ventilado, fondo sólido o de fondo ventilado, cualesquiera de los cables especificados en (b)(1) y (b)(2) siguientes:

**1)** Se permitirá la instalación de cables de un conductor, de acuerdo con (b)(1)(a) hasta (b)(1)(c).

a. Un cable de un conductor debe ser de tamaño 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) o mayor y de un tipo aprobado y marcado en su superficie para uso en charolas portacables.

Cuando se instalen en charolas de tipo escalera cables de un conductor de tamaño 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) hasta 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la separación máxima permisible de los travesaños debe ser de 22.50 centímetros.

- b. Los cables para máquina de soldar deben cumplir con las disposiciones del Artículo 630, Parte D.
- c. Los conductores individuales usados como conductores de puesta a tierra del equipo deben ser aislados, recubiertos o desnudos, y deben ser de tamaño 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) o de mayor tamaño.

2) En media tensión los cables multiconductores y de un conductor deben ser cables de media tensión. Los conductores individuales se deben instalar de acuerdo con el inciso (1) anterior.”

<i>Ejemplo:</i>	Mayor a 23 cm	Validación:	Mayor a 23 cm, Menor o igual a 23 cm ó Menor o igual a 15 cm
-----------------	---------------	-------------	---

**Opción Tapa:** Las condiciones de instalación de los conductores y la colocación de tapas o cubiertas que impidan la libre circulación alrededor de los cables instalados en las charolas obliga a utilizar porcentajes menores de la ampacidad de los conductores (También denominados factores decrementales si se expresan en por unidad). De acuerdo con la sección 392-80(a)(1) y 392-80(a)(2) y 392-80(b)(1), y 392-80(b)(2) vea los artículos citados en “Factor decremental de charola” más adelante en este capítulo.

### 392-80. Ampacidad de los conductores

#### a) Ampacidad de cables de 2000 volts o menos, en charolas portacables

1) Cables multiconductores.

b. **Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, no se permitirá que los cables multiconductores tengan más del 95 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(18).**

2) Cables de un solo conductor.

- a. Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 304 mm<sup>2</sup> (600 kcmil) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). **Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 304 mm<sup>2</sup> (600 kcmil) y más, no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).**
- b. Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) a 253 mm<sup>2</sup> (500 kcmil) en charolas sin cubiertas, no debe exceder el 65 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). **Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) a 253 mm<sup>2</sup> (500 kcmil) no debe exceder el 60 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).**
- c. Cuando se instalen conductores individuales en una sola capa en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo una separación entre los conductores

individuales no menor al diámetro de un cable entre los conductores individuales, la ampacidad de los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).

**b) Ampacidad de cables de media tensión y tipo MC (de más de 2000 volts) en charolas**

**portacables.** La ampacidad de cables de más de 2000 volts instalados de acuerdo con 392-22(c) no debe exceder los requisitos de esta sección.

- 1) Cables multiconductores (de más de 2000 volts).** La ampacidad permisible de los cables multiconductores debe ser como se establece en las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) sujeta a las siguientes disposiciones:
  - a. Cuando las charolas portacables **estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, se permitirá como máximo el 95 por ciento** de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) para los cables multiconductores.
  - b. Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas portacables **sin tapas**, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable, su ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles de las 310-60(c)(71) y 310-60(c)(72).

<i>Ejemplo:</i>	Si	Validación:	Si ó No
-----------------	----	-------------	---------

**Separación mantenida entre conductores:** Para la correcta aplicación de los factores de ajuste debe indicarse si entre los conductores se encuentra una separación mantenida no menor al diámetro de un conductor a lo largo de su trayectoria que asegure una circulación adecuada de aire entre ellos. Refiérase a la sección 392.1183) para mayor detalle del efecto de esta condición en la ampacidad de los conductores.

<i>Ejemplo:</i>	Si	Validación:	Si ó No
-----------------	----	-------------	---------

**Factor decremental de charola:** Cuando los conductores se montan en un soporte para cables tipo charola, bajo ciertas condiciones de instalación (Con cubiertas o espacios mantenidos entre cables), se debe utilizar solo un porcentaje de la capacidad de conducción de las tablas aplicables en la Norma seleccionada. Este porcentaje expresado en por unidad representa el factor decremental de la capacidad de conducción.

Cuando el proyectista proporciona al programa que la charola lleva una tapa o cubierta continua por más de 1.80 m, y si existe separación entre los conductores, el programa selecciona el factor decremental aplicable para el tipo de cable.

Para los casos en que se requieran factores, decrementales diferentes a los considerados por el código NEC-2017 y la norma NOM-001-SEDE-2012 estos deberán ser capturados en este cuadro de texto y serán considerados solamente en el caso de que sean menores a los indicados en la norma seleccionada. En caso de omitirse este dato, el programa asignará el factor decremental según los criterios citados por las norma seleccionada en las secciones 392-80(a)(1) y 392-80(a)(2).

**392-80. Ampacidad de los conductores**

**a) Ampacidad de cables de 2000 volts o menos, en charolas portacables**

**1) Cables multiconductores.** La ampacidad permisible de los cables multiconductores de 2000 volts o menos, instalados según los requisitos de 392-22(a), debe ser como se establece en las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(18), sujeta a las disposiciones de 310-15(a)(2) y los incisos (a), (b), (c) siguientes.

- a. Los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente. La factores de ajuste se deben limitar al número de conductores portadores de corriente en el cable y no al número de conductores en la charola portacables.
- b. Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, no se permitirá que los cables multiconductores tengan más del 95 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(18).
- c. Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable la ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles, corregidas para la temperatura ambiente, de los cables multiconductores, con no más de tres conductores aislados de 0 a 2000 volts al aire libre, de acuerdo con 310-15(c).

**NOTA:** Véase la Tabla B-310-15(B)(2)(3).

**2) Cables de un solo conductor.** La ampacidad permisible para cables de un solo conductor debe ser como lo permite 310-15(a)(2). Los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) no se deben aplicar a la ampacidad de los cables en las charolas portacables. La ampacidad de los cables de un solo conductor o de los conductores individuales juntos (en grupos de tres conductores, cuatro conductores, etc.) de 2000 volts o menos, debe cumplir lo siguiente:

- a. Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 304 mm<sup>2</sup> (600 kcmil) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 304 mm<sup>2</sup> (600 kcmil) y más, no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).
- b. Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) a 253 mm<sup>2</sup> (500 kcmil) en charolas sin cubiertas, no debe exceder el 65 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) a 253 mm<sup>2</sup> (500 kcmil) no debe exceder el 60 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).
- c. Cuando se instalen conductores individuales en una sola capa en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo una separación entre los conductores individuales no menor al diámetro de un cable entre los conductores individuales, la ampacidad de los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).

**Excepción para (c):** Para las charolas portacables de fondo sólido, la ampacidad de los cables de un solo conductor se debe determinar de acuerdo con 310-15(c).

- d. Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de 2 ó 3 conductores individuales aislados de 0 a 2000 volts sostenidos en un mensajero, de acuerdo con 310-15(b).

**NOTA:** Véase la Tabla 310-15(b)(20).

**3) Combinaciones de cables multiconductores y cables de un solo conductor.** Cuando una charola portacables tiene una combinación de cables multiconductores y de un solo conductor, la ampacidad permisible debe ser la indicada en 392-80(a)(1) para los cables multiconductores y 392-80(a)(2) para cables de un solo conductor. Siempre que se apliquen las siguientes condiciones:

- (1) La suma del área de ocupación del cable multiconductor como porcentaje del área de ocupación permisible para la charola, calculada según 392-22(a), y el área de ocupación del cable de un solo conductor como porcentaje del área de ocupación permisible de la charola, calculada según 392-22(b), totaliza no más del 100 por ciento.
- (2) Los cables multiconductores están instalados de acuerdo con 392-22(a) y los cables de un solo conductor se instalan de acuerdo con 392-22(b).

**b) Ampacidad de cables de media tensión y tipo MC (de más de 2000 volts) en charolas portacables.**

La ampacidad de cables de más de 2000 volts instalados de acuerdo con 392-22(c) no debe exceder los requisitos de esta sección.

- 1) **Cables multiconductores (de más de 2000 volts).** La ampacidad permisible de los cables multiconductores debe ser como se establece en las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) sujeta a las siguientes disposiciones:
  - a. Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, se permitirá como máximo el 95 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) para los cables multiconductores.
  - b. Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas portacables sin tapas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable, su ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles de las 310-60(c)(71) y 310-60(c)(72).
- 2) **Cables de un solo conductor (de más de 2000 volts).** La ampacidad de los cables de un solo conductor o los conductores individuales en grupos de tres conductores trenzados, cuatro conductores trenzados, etc., deben cumplir lo siguiente:
  - a. La ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70). Cuando las charolas portacables estén cubiertas por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de un solo conductor de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70).
  - b. Cuando se instalen cables de un conductor individual en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre conductores individuales no menor al diámetro de un cable, la ampacidad de los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70).
  - c. Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(67) y 310-60(c)(68).

<i>Ejemplo:</i>	0.77	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 1.0$
-----------------	------	-------------	-------------------------------

**Porcentaje de carga armónica (Factor de ajuste por Carga Armónica):** Es el ajuste a la capacidad de conducción del conductor cuando este se instala en un ambiente donde se espera un contenido armónico que genera distorsión en la onda fundamental y como consecuencia genera calor adicional en el conductor.

Este factor se calcula de acuerdo con el calibre del conductor y el porcentaje de contenido armónico aplicando la figura 9-11 "Cable derating vs harmonic with six pulse harmonic current distorsion" de la sección 9.8.2.3 del estándar IEEE Std 141 IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (Red Book).

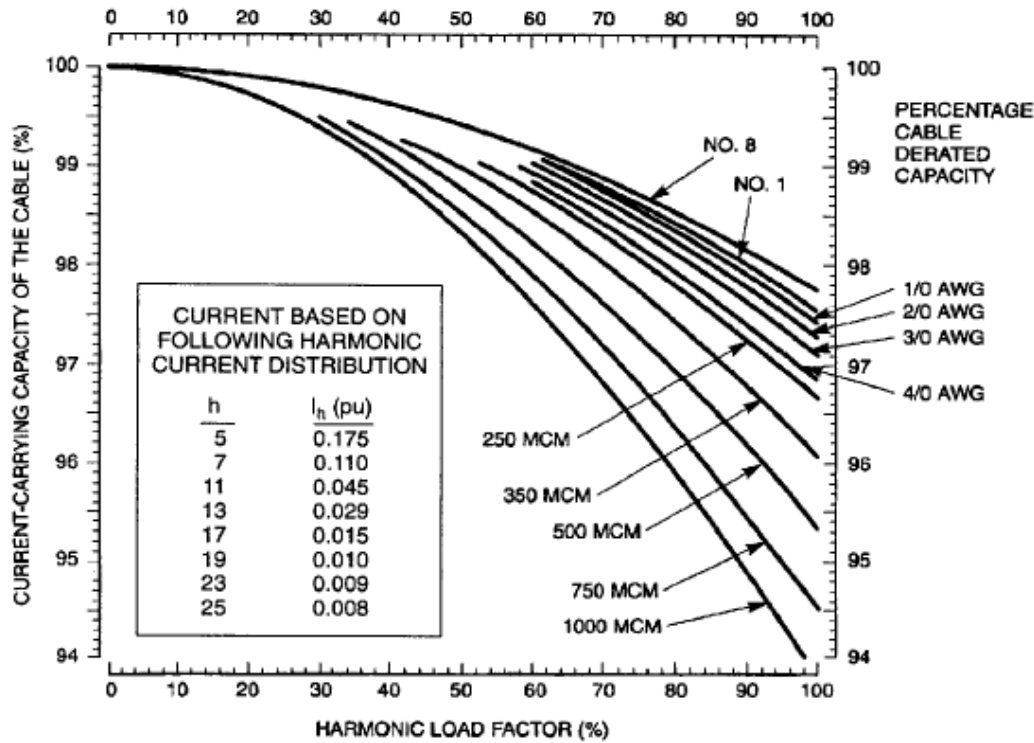


Figura 9-11 "Cable derating vs harmonic with six pulse harmonic current distortion" obtenida del estándar IEEE Std 141 Red Book.

Debido a que el factor decremental depende del calibre del conductor, durante el proceso de captura de datos el programa indicará la leyenda "No Calc.". Una vez que se ha realizado el cálculo del conductor y se ha determinado el factor decremental adecuado al calibre, este dato se encontrará disponible en la pantalla.

**Pantalla puesta a tierra en 2 o más puntos:** Este factor de ajuste es usado para cumplir con los lineamientos de la sección 310-60(c)(1) de la norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, que indica:

1) **Pantallas metálicas puestas a tierra.** Las ampacidades de las Tablas 310-60(c)(69), 310-60(c)(70), 310-60(c)(81) y 310-60(c)(82) son para cables con pantallas metálicas puestas a tierra en un punto solamente. Cuando las pantallas metálicas están puestas a tierra en más de un punto, las ampacidades se deben ajustar para tener en cuenta el calentamiento debido a las corrientes inducidas en la pantalla metálica.

Desafortunadamente ni la Norma Oficial Mexicana ni el National Electrical Code definen cual es factor de ajuste requerido para el caso de pantallas metálicas puestas a tierra en más de un punto. Por lo que se recomendaría realizar un cálculo por separado de la elevación de temperatura en la pantalla por el efecto de circulación de las corrientes y adicionar esta elevación de la temperatura en la captura de la temperatura ambiente. Debido a que generalmente la circulación de corrientes en la pantalla genera una elevación de temperatura promedio de entre 3 y 5 °C es una práctica común considerar un factor de ajuste de 0.9 para esta condición de puesta a tierra. Sin embargo, en todo caso es recomendado realizar un análisis



del circuito resistivo térmico, aplicar la ley de ohm a circuitos térmicos y calcular la elevación de temperatura real.

Ejemplo:	0.9	Validación:	0.0 < Valor > 1.0
----------	-----	-------------	-------------------

**Definido por Usuario:** Este factor de ajuste es usado para cumplir con alguna especificación particular de proyecto aplicable en la capacidad de conducción de conductores. Como por ejemplo considere un incremento futuro de carga del 20%, en cuyo caso el factor de ajuste será 0.8. Este factor puede ser nombrado por el usuario en el primer campo, y definir un valor mayor que cero y menor que la unidad en el segundo campo.

Ejemplo:	0.77	Validación:	0.0 < Valor > 1.0
----------	------	-------------	-------------------

## Tubo Conduit

La ventana de Factores de ajuste para Tubo contiene las siguientes opciones de **Factores decrementales o de ajuste para tubo** sobre la capacidad de conducción de conductores instalados en tubo conduit.

Ventana de Factores de ajuste para tubo conduit (Bajo estándar NFPA 70-NEC)

**Porcentaje de carga armónica (Factor de ajuste por Carga Armónica):** Es el ajuste a la capacidad de conducción del conductor cuando éste se instala en un ambiente donde se espera un contenido armónico que genera distorsión en la onda fundamental y como consecuencia genera calor adicional en el conductor.

Este factor se calcula de acuerdo con el calibre del conductor y el porcentaje de contenido armónico aplicando la figura 9-11 "Cable derating vs. harmonic with six pulse harmonic current distorsion" de la sección 9.8.2.3 del estándar IEEE Std 141 IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (Red Book).

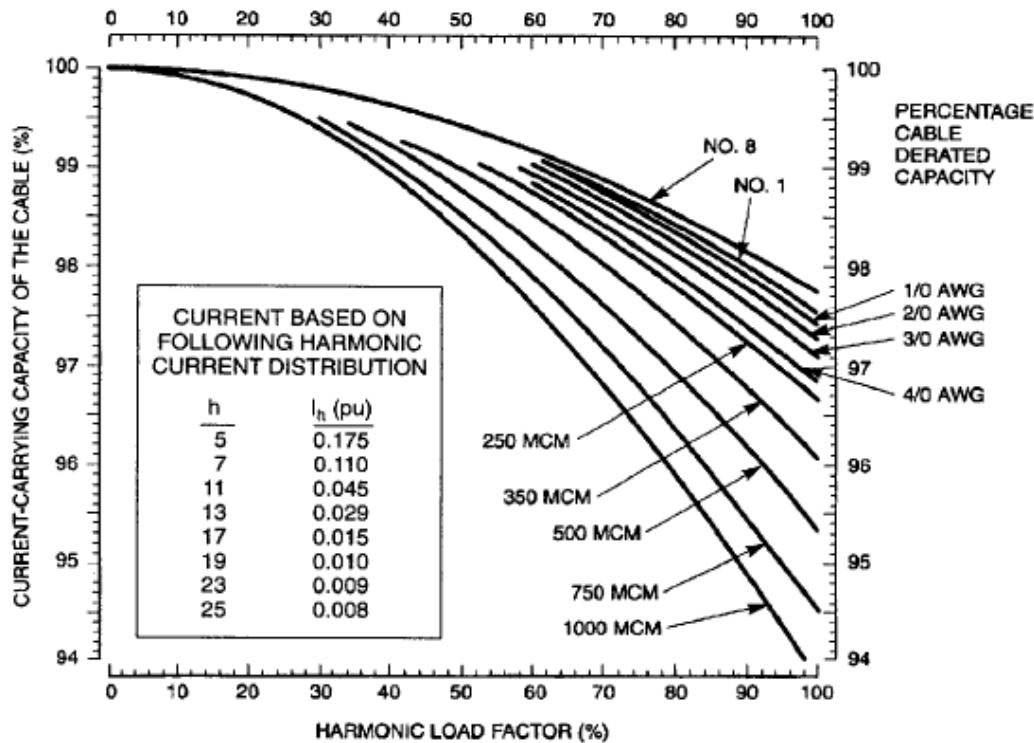


Figura 9-11 "Cable derating vs harmonic with six pulse harmonic current distortion" obtenida del estándar IEEE Std 141 Red Book.

Debido a que el factor decremental depende del calibre del conductor, durante el proceso de captura de datos el programa indicará la leyenda "No Disp" así como campo Factor decremental de tubo. Una vez que se ha realizado el cálculo del conductor y se ha determinado el factor decremental adecuado al calibre, este dato se encontrará disponible en la pantalla.

**Factor de ajuste por agrupamiento:** Es el ajuste a realizar en la capacidad de conducción del conductor cuando este se instala con más de 3 conductores activos de acuerdo con la sección 310-15(b)(3)(a):

### 3) Factores de ajuste.

a) Más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 60 centímetros y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la Tabla 310-15(b)(3)(a). Cada conductor portador de corriente de un grupo de conductores en paralelo se debe contar como un conductor portador de corriente. Cuando conductores de sistemas diferentes, como se establece en 300-3, están instalados en una canalización o cable común, los factores de ajuste mostrados en la Tabla 310-15(B(3))(a) se deben aplicar únicamente a los conductores de fuerza y alumbrado (Artículos 210, 215, 220 y 230).

**Tabla 310-15(b)(3)(a).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable**

Número de conductores <sup>1</sup>	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

<sup>1</sup>Es el número total de conductores en la canalización o cable ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (6).

**NOTA 1:** Véase el apéndice A, Tabla B.310-15(b)(2)(11), para los factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con carga diversificada.

**NOTA 2:** Véase 366-23(a) en relación con los factores de ajuste para conductores en canales auxiliares de lámina metálica y 376-22(b) para los factores de ajuste para conductores en ductos metálicos.

(1) Cuando los conductores estén instalados en charolas portables, se debe aplicar lo establecido en 392-80.

(2) Los factores de ajuste no se deben aplicar a los conductores en canalizaciones cuya longitud no supere los 60 centímetros.

(3) Los factores de ajuste no se deben aplicar a conductores subterráneos que entran o salgan de una zanja exterior, si están protegidos físicamente por tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC o tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC en una longitud no mayor a 3.00 metros, y si el número de conductores no pasa de cuatro.

(4) No se deben aplicar factores de ajuste a cables de tipo AC o de tipo MC bajo las siguientes condiciones:

- a. Los cables no tienen cubierta exterior total
- b. Cada cable no tiene más de tres conductores portadores de corriente
- c. Los conductores de tamaño 3.31 mm<sup>2</sup> (12 AWG)
- d. No más de 20 conductores de fase son instalados sin conservar la separación, están apilados o apoyados en anillos de retención.

(5) Se debe aplicar un factor de ajuste del 60 por ciento a los cables tipo AC o tipo MC bajo las siguientes condiciones:

- a. Los cables no tienen cubierta exterior total
- b. El número de conductores portadores de corriente exceden de 20.
- c. Los cables están amontonados o agrupados en una longitud de más de 60 centímetros sin conservar la separación.
- b) Más de un tubo conduit, tubo o canalización. Se debe mantener la separación entre tubos conduits, tubos o canalizaciones.

Para cumplir con las condiciones de los factores de ajuste por agrupamiento de la nota 1 de la sección 310-15(b)(3)(a).Dentro del programa se deberá seleccionar la opción OTRO dentro de la lista de factores de agrupamiento para los casos de 10 o más conductores activos en una misma canalización con una múltiple diversidad de cargas y posteriormente capturar el porcentaje de ajuste aplicable considerando el factor de demanda indicado en el pie de la tabla antes referida.

<i>Ejemplo:</i>	0.77	Validación:	0.0 < Valor > 1.0
-----------------	------	-------------	-------------------

**Pantalla puesta a tierra en 2 o más puntos:** Este factor de ajuste es usado para cumplir con los lineamientos de la sección 310-60(c)(1) de la norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, que indica:

**1) Pantallas metálicas puestas a tierra.** Las ampacidades de las Tablas 310-60(c)(69), 310-60(c)(70), 310-60(c)(81) y 310-60(c)(82) son para cables con pantallas metálicas puestas a tierra en un punto solamente. Cuando las pantallas metálicas están puestas a tierra en más de un punto, las ampacidades se deben ajustar para tener en cuenta el calentamiento debido a las corrientes inducidas en la pantalla metálica.

<i>Ejemplo:</i>	0.77	Validación:	$0.0 < \text{Valor} > 1.0$
-----------------	------	-------------	----------------------------

**Factor de ajuste por exposición a luz solar en techos.** Cuando se ha seleccionado la norma oficial Mexicana como criterio para cálculo, el factor de ajuste por exposición a radiación solar en azoteas debe apegarse a los indicado en la sección 310-15(b)(3)(c)

c) Canalizaciones circulares expuestas a la luz solar en azoteas. Cuando los conductores o cables se instalan en canalizaciones circulares expuestas a la luz solar directa en o por encima de azoteas, los valores que se indican en la Tabla 310-15(b)(3)(c) se deben agregar a la temperatura exterior para determinar la temperatura ambiente correspondiente para la aplicación de los factores de corrección de las Tablas 310-15(b)(2)(a) ó 310-15(b)(2)(b).

**Tabla 310-15(b)(3)(c).- Ajustes a la temperatura ambiente para canalizaciones circulares expuestas a la luz solar en o por encima de azoteas**

Distancia por encima del techo hasta la base del tubo conduit milímetros	Sumador de temperatura °C
De 0 hasta 13	33
Más de 13 hasta 90	22
Más de 90 hasta 300	17
Más de 300 hasta 900	14

Cuando se ha seleccionado la norma NFPA 70 Se aplica el incremento de temperatura ambiente que rodea al conductor como se indica en la tabla 310.15(B)(2) del NEC-2017. La temperatura ambiente considerada para la determinación del factor de corrección por temperatura es adicionada con la temperatura indicada dentro de la tabla 310.15(B)(2)(c)

**Definido por Usuario:** Este factor de ajuste es usado para poder cumplir con alguna especificación particular de proyecto aplicable en la capacidad de conducción de conductores. Este factor puede ser nominado por el usuario en el primer campo, y definir un valor mayor que cero y menor que la unidad en el segundo campo.

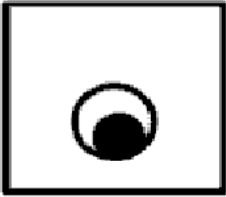
<i>Ejemplo:</i>	0.60	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 1.0$
-----------------	------	-------------	-------------------------------

# Ducto

La ventana de Factores de ajuste para ducto contiene las siguientes opciones de **Decremento o de ajuste** sobre la capacidad de conducción de conductores instalados en ductos o directamente enterrados.

**Datos para Ducto**
✕

Tipo de Ducto: Detalle 1 ▾



Acotaciones en mm.

**Factores de Ajuste**

Porcentaje de Carga Armónica: 0 % 1.000

Agrupamiento: De 4 a 6 Cond. ▾ 0.800

Profundidad del ducto: 0.750 m 1.000

Pantalla puesta a tierra en 2 o más puntos: 1.000

Definido por Usuario: --- 1.000

Temperatura del terreno: 20 °C 1.000

Usar Factor Ajuste RHO   ▾

Diferencias en la resistividad térmica Num de ctos   ▾ No Apl.

Usar Factor Ajuste

Agrupamiento de tubos en ducto

Renglones 4 ▾ No Calc.

Columnas 6 ▾

Factor Decremental Ducto: No Calc.

✓ Aceptar
✗ Cancelar

Ventana de Factores de ajuste para ducto y cables directamente enterrados

**Temperatura del terreno:** Es empleada para determinar el Factor de ajuste por temperatura del terreno. Como se indica en la sección 13.4.1 del estándar IEEE Std. 399 éste factor es usado para determinar la capacidad de conducción de los conductores cuando la temperatura ambiente y/o la máxima temperatura permisible difieren de las temperaturas a las cuales, las capacidades de conducción base, (indicadas en las tablas) están calculadas. La expresión empleada en el programa para calcular el efecto del cambio en la temperatura ambiente del terreno está dado por las siguientes ecuaciones:

$$F_t = \left[ \frac{T_c' - T_a'}{T_c - T_a} \times \frac{234.5 + T_c}{234.5 + T_c'} \right]^{1/2} \text{ (copper)}$$

$$F_t = \left[ \frac{T_c' - T_a'}{T_c - T_a} \times \frac{228.1 + T_c}{228.1 + T_c'} \right]^{1/2} \text{ (aluminum)}$$

Donde:

T<sub>c</sub>: Es la temperatura nominal del conductor en °C a la cual la capacidad de conducción está especificada

T'<sub>c</sub>: Es la máxima temperatura permisible de operación del conductor en °C

T<sub>a</sub>: Es la temperatura ambiente en °C a la cual la capacidad de conducción está especificada

T'<sub>a</sub>: Es la temperatura actual (máxima) del suelo en °C

Considere que los valores de temperatura permisible de operación es fija (Temperatura de operación del conductor) para el cálculo del factor decremental.

**Porcentaje de carga armónica (Factor de ajuste por Carga Armónica):** Es el ajuste a la capacidad de conducción del conductor cuando éste se instala en un ambiente donde se espera un contenido armónico que genera distorsión en la onda fundamental y como consecuencia genera calor adicional en el conductor.

Este factor se calcula de acuerdo con el calibre del conductor y el porcentaje de contenido armónico aplicando la figura 9-11 "Cable derating vs harmonic with six pulse harmonic current distortion" de la sección 9.8.2.3 del estándar IEEE Std 141 IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (Red Book).

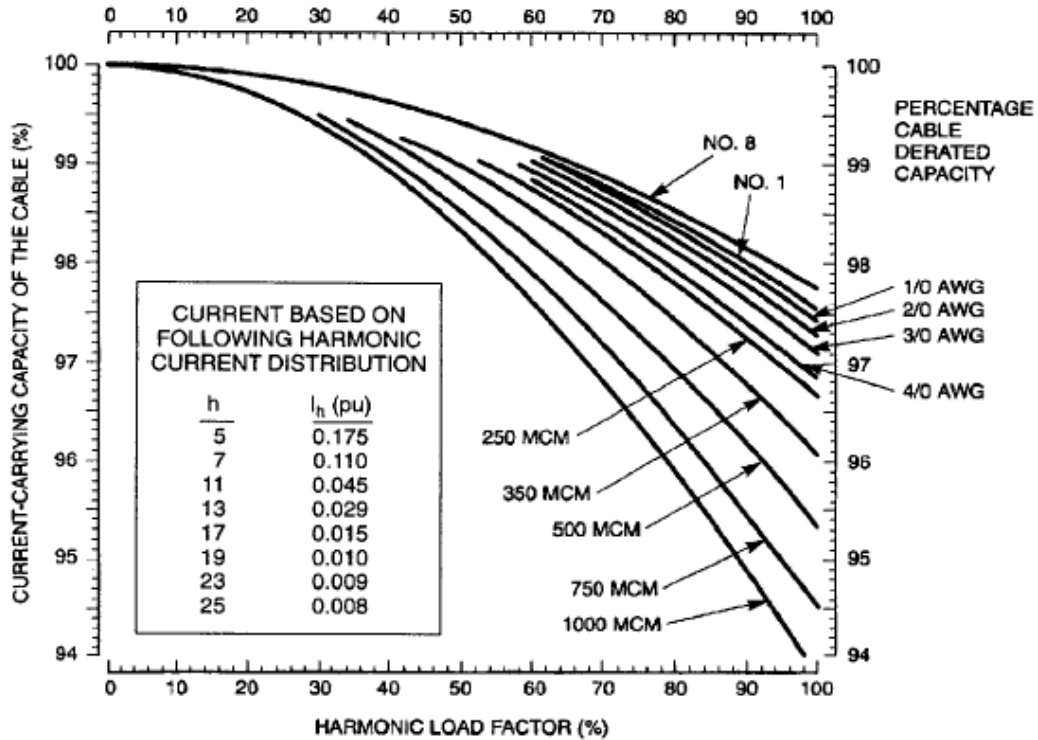


Figura 9-11 "Cable derating vs harmonic with six pulse harmonic current distortion" obtenida del estándar IEEE Std 141 Red Book.

*Debido a que el factor decremental depende del calibre del conductor, durante el proceso de captura de datos el programa indicará la leyenda "No Disp" en el campo del Factor decremental de Ducto correspondiente. Una vez que se ha realizado el cálculo del conductor y se ha determinado el factor decremental adecuado al calibre, este dato se encontrará disponible en la pantalla.*

**Agrupamiento (Factor de ajuste por agrupamiento en conduit):** Es el ajuste a realizar en la capacidad de conducción del conductor cuando este se instala con más de 3 conductores activos de acuerdo con la sección 310-15(b)(3)(a):

**3) Factores de ajuste.**

a) Más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 60 centímetros y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la Tabla 310-15(b)(3)(a). Cada conductor portador de corriente de un grupo de conductores en paralelo se debe contar como un conductor portador de corriente. Cuando conductores de sistemas diferentes, como se establece en 300-3, están instalados en una canalización o cable común, los factores de ajuste mostrados en la Tabla 310-15(B(3))(a) se deben aplicar únicamente a los conductores de fuerza y alumbrado (Artículos 210, 215, 220 y 230).

**Tabla 310-15(b)(3)(a).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable**

Número de conductores <sup>a</sup>	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

<sup>a</sup>Es el número total de conductores en la canalización o cable ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (8).

**NOTA 1:** Véase el apéndice A, Tabla B.310-15(b)(2)(11), para los factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con carga diversificada.

(2) Los factores de ajuste no se deben aplicar a los conductores en canalizaciones cuya longitud no supere los 60 centímetros.

(3) Los factores de ajuste no se deben aplicar a conductores subterráneos que entran o salgan de una zanja exterior, si están protegidos físicamente por tubo conduit metálico pesado, tubo conduit

metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC o tubo conduit de resina

termofija reforzada RTRC en una longitud no mayor a 3.00 metros, y si el número de conductores no pasa de cuatro.

(4) No se deben aplicar factores de ajuste a cables de tipo AC o de tipo MC bajo las siguientes

condiciones:

- a. Los cables no tienen cubierta exterior total
- b. Cada cable no tiene más de tres conductores portadores de corriente
- c. Los conductores de tamaño 3.31 mm<sup>2</sup> (12 AWG)
- d. No más de 20 conductores de fase son instalados sin conservar la separación, están apilados o apoyados en anillos de retención.

(5) Se debe aplicar un factor de ajuste del 60 por ciento a los cables tipo AC o tipo MC bajo las

siguientes condiciones:

- a. Los cables no tienen cubierta exterior total
- b. El número de conductores portadores de corriente exceden de 20.
- c. Los cables están amontonados o agrupados en una longitud de más de 60 centímetros sin conservar la separación.



- b) Más de un tubo conduit, tubo o canalización. Se debe mantener la separación entre tubos conduits, tubos o canalizaciones.

**Profundidad del ducto:** Es la distancia medida del nivel de piso terminado a la cara superior del ducto. Esta medición es usada para determinar el factor de ajuste por profundidad del ducto. El factor de ajuste por profundidad es usado para cumplir con los lineamientos de la sección 310-60(c)(2) de la norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE 2012, que indica:

- 2) Profundidad de enterramiento de circuitos subterráneos.** Cuando se modifica la profundidad de enterramiento, de circuitos directamente enterrados o de bancos de ductos eléctricos, con relación a los valores mostrados en las figuras o en las tablas, se permitirá modificar las ampacidades tal como se indica en (a) y (b) siguientes:
- Cuando la profundidad de enterramiento se aumenta en parte de un tramo del ducto eléctrico, no es necesario reducir la ampacidad de los conductores, siempre y cuando la longitud total de las partes del tendido del ducto en que se aumenta la profundidad sea menos del 25 por ciento de la longitud total del tendido.
  - Cuando las profundidades de enterramiento son mayores a las presentadas en una tabla o figura específica de ampacidad en instalaciones subterráneas, se permitirá un factor de corrección de la ampacidad del 6 por ciento por cada 30 centímetros de aumento en la profundidad para todos los valores de resistividad térmica (Rho).

No es necesario un cambio en el valor de la ampacidad cuando se reduzca la profundidad de enterramiento.

La nota a los arreglos de ductos dentro del NFPA 70 (National Electrical Code) dentro de la Figura "310.60 Cable Installation Dimensions for Use with Table 310.77 trough table 310.86" describe las máximas profundidades permitidas para considerar la capacidad de conducción de conductores sin decremento.

*Note: Minimum burial depths to top electrical ducts or cables shall be in accordance with 300.50. Maximum depth to the top of electrical duct banks shall be 750 mm (30 in.) and maximum depth to the top of direct buried cables shall be 900 mm (36 in.).*

*Nota obtenida de la figura 310.60 NFPA-70 National Electrical Code 2017.*

Esta nota se encuentra también definida dentro de la figura Figura 310-60.- Dimensiones de instalación de cables para uso con las Tablas 310-60c)(77) a 310-60c)(86) de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 de la siguiente manera.

Nota 1.- Las profundidades mínimas de enterramiento hasta la parte superior de los ductos eléctricos o cables deben estar de acuerdo con 300-50. La profundidad máxima hasta la parte superior de los bancos de ductos eléctricos debe ser de 750 milímetros y la profundidad máxima hasta la parte superior de los cables enterrados directamente desde ser de 900 milímetros

El programa emplea los siguientes algoritmos para determinar el valor del factor de ajuste por profundidad:

Para ductos enterrados (Detalle de instalación 1 a 4):

$$\text{Factor de Ajuste por profundidad} = 1 - \left( \frac{\text{Profundidad} - 0.75}{0.3} \right) * 0.06$$

Profundidad = Profundidad medida al nivel superior de ducto en metros.

Para conductores directamente enterrados (Detalle de instalación de 5 a 10)

**Factor de Ajuste por profundidad =  $1 - (((\text{Profundidad} - 0.9) / 0.3) * 0.06)$**

Profundidad = Profundidad medida al nivel superior de conductores en metros.

**Pantalla puesta a tierra en 2 o más puntos:** Este factor de ajuste es usado para cumplir con los lineamientos de la sección 310-60(c)(1) de la norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, que indica:

**1) Pantallas metálicas puestas a tierra.** Las ampacidades de las Tablas 310-60(c)(69), 310-60(c)(70), 310-60(c)(81) y 310-60(c)(82) son para cables con pantallas metálicas puestas a tierra en un punto solamente. Cuando las pantallas metálicas están puestas a tierra en más de un punto, las ampacidades se deben ajustar para tener en cuenta el calentamiento debido a las corrientes inducidas en la pantalla metálica.

Desafortunadamente ni la Norma Oficial Mexicana ni el National Electrical Code definen cual es factor de ajuste requerido para el caso de pantallas metálicas puestas a tierra en más de un punto. Por lo que se recomendaría realizar un cálculo por separado de la elevación de temperatura en la pantalla por el efecto de circulación de las corrientes y adicionar esta elevación de la temperatura en la captura de la temperatura ambiente. Debido a que generalmente la circulación de corrientes en la pantalla genera una elevación de temperatura promedio de entre 3 y 5 °C es una práctica común considerar un factor de ajuste de 0.9 para esta condición de puesta a tierra. Sin embargo, en todo caso es recomendado realizar un análisis del circuito resistivo térmico, aplicar la ley de ohm a circuitos térmicos y calcular la elevación de temperatura real.

Ejemplo:	0.60	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 1.0$
----------	------	-------------	-------------------------------

**Definido por Usuario:** Este factor de ajuste es usado para poder cumplir con alguna especificación particular de proyecto aplicable en la capacidad de conducción de conductores. Este factor puede ser nombrado por el usuario en el primer campo, y definir un valor mayor que cero y menor que la unidad en el segundo campo.

Ejemplo:	0.60	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 1.0$
----------	------	-------------	-------------------------------

**Diferencias en la resistividad térmica RHO:** Este factor de ajuste es usado para cumplir con las recomendaciones de la sección 13.4.2 del estándar IEEE Std 399 que indica:

"La resistividad térmica del suelo (RHO) indica la resistencia a la disipación de calor del suelo en °C-cm/W. Las tablas 13-5 a 13-17 del estándar IEEE Std 399 describen los factores de ajuste requeridos cuando la resistividad térmica real del suelo es diferente al RHO de 90 °C-cm/W al cual se encuentran especificadas las tablas de

capacidad de conducción. Estas tablas están calculadas basadas en la consideración de que el suelo tiene una resistividad térmica uniforme y constante."

Debido a que los factores de ajuste varían dependiendo del calibre del conductor seleccionado, el programa Sizer Electric selecciona el factor adecuado para el calibre del conductor seleccionado, tomando como base el valor real de RHO y del número de circuitos dentro del arreglo de ducto de acuerdo a las siguientes tablas extraídas del estándar IEEE Std 399:

**Table 13-5— $F_{th}$ : Thermal resistivity adjustment factor for 0–1000 V cables in duct banks with base ampacity given at an RHO of 90 °C-cm/W**

Cable Size	Number of CKT	RHO (°C-cm/W)							
		60	90	120	140	160	180	200	250
#12-#1	1	1.03	1.0	0.97	0.96	0.94	0.93	0.92	0.90
	3	1.06	1.0	0.95	0.92	0.89	0.87	0.85	0.82
	6	1.09	1.0	0.93	0.89	0.85	0.82	0.79	0.75
	9+	1.11	1.0	0.92	0.87	0.83	0.79	0.76	0.71
1/0-4/0	1	1.04	1.0	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.86
	3	1.07	1.0	0.94	0.90	0.87	0.85	0.83	0.80
	6	1.10	1.0	0.92	0.87	0.84	0.81	0.78	0.74
	9+	1.12	1.0	0.91	0.85	0.81	0.78	0.75	0.70
250-1000	1	1.05	1.0	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85
	3	1.08	1.0	0.93	0.89	0.86	0.83	0.81	0.77
	6	1.11	1.0	0.91	0.86	0.83	0.80	0.77	0.72
	9+	1.13	1.0	0.90	0.84	0.80	0.77	0.74	0.69

**Table 13-6— $F_{th}$ : Thermal resistivity adjustment factor for 1001–35 000 V cables in duct banks with base ampacity given at an RHO of 90 °C-cm/W**

Cable Size	Number of CKT	RHO (°C-cm/W)							
		60	90	120	140	160	180	200	250
#12-#1	1	1.03	1.0	0.97	0.95	0.93	0.91	0.90	0.88
	3	1.07	1.0	0.94	0.90	0.87	0.84	0.81	0.77
	6	1.09	1.0	0.92	0.87	0.84	0.80	0.77	0.72
	9+	1.10	1.0	0.91	0.85	0.81	0.77	0.74	0.69
1/0-4/0	1	1.04	1.0	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.85
	3	1.08	1.0	0.93	0.89	0.86	0.83	0.80	0.75
	6	1.10	1.0	0.91	0.86	0.82	0.79	0.77	0.71
	9+	1.11	1.0	0.90	0.84	0.80	0.76	0.73	0.68
250-1000	1	1.05	1.0	0.95	0.92	0.90	0.88	0.86	0.84
	3	1.09	1.0	0.92	0.88	0.85	0.82	0.79	0.74
	6	1.11	1.0	0.91	0.85	0.81	0.78	0.75	0.70
	9+	1.12	1.0	0.90	0.84	0.79	0.75	0.72	0.67

**Table 13-7— $F_{th}$ : Thermal resistivity adjustment factor for cables directly buried with base ampacity given at an RHO of 90 °C-cm/W**

Cable Size	Number of CKT	RHO (°C-cm/W)							
		60	90	120	140	160	180	200	250
#12-#1	1	1.10	1.0	0.91	0.86	0.82	0.79	0.77	0.74
	2	1.13	1.0	0.90	0.85	0.81	0.77	0.74	0.70
	3+	1.14	1.0	0.89	0.84	0.79	0.75	0.72	0.67
1/0-4/0	1	1.13	1.0	0.91	0.86	0.81	0.78	0.75	0.71
	2	1.14	1.0	0.90	0.85	0.80	0.76	0.73	0.69
	3+	1.15	1.0	0.89	0.84	0.78	0.74	0.71	0.67
250-1000	1	1.14	1.0	0.90	0.85	0.81	0.78	0.75	0.71
	2	1.15	1.0	0.89	0.84	0.80	0.76	0.73	0.69
	3+	1.16	1.0	0.88	0.83	0.78	0.74	0.71	0.67

Debido a que el factor decremental depende del calibre del conductor, durante el proceso de captura de datos el programa indicará la leyenda "No Disp" así como campo Factor decremental de tubo. Una vez que se ha realizado el cálculo del conductor y se ha determinado el factor decremental adecuado al calibre, este dato se encontrará disponible en la pantalla.

=

Ejemplo:	0.60	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 1.0$
----------	------	-------------	-------------------------------

**Agrupamiento de tubos en ducto (Factor de ajuste por )** : Es muy común que para algunas instalaciones de ductos el uso de los arreglos que aparecen en el NEC-2017(Figure 310.60 Cable Installation dimensions for Use with table 310-77 trough Table 310.86) o en la norma oficial Mexicana NOM-001-SEDE no es aplicable. Cuando se requiere un diseño de ducto diferente, se pueden aplicar los factores de ajuste definidos en la sección 13.4.3 del estándar IEEE Std 399 a la instalación de ducto "Detalle 1", para obtener la capacidad de corriente necesaria para los diseños de hasta 4 filas por 15 columnas. Este factor de ajuste es usado para cumplir con las recomendaciones de la sección 13.4.3 del estándar IEEE Std 399 que indica: .

"Fg (Factor de ajuste por agrupamiento). Los cables agrupados operarán a una temperatura mayor que los cables aislados. El incremento en la temperatura de operación es debido a la presencia de otros cables en el grupo los cuales actúan como fuentes de calor. Por lo tanto el incremento de temperatura de interferencia proveniente de otros cables en el grupo, dependen de la separación de los cables y del medio circundante".

Para ducto subterráneo con tensiones menores de 5000 Volts, el programa Sizer Electric considera el factor de ajuste de acuerdo con el número de renglones columnas y del calibre del conductor aplicando la siguiente tabla (Extraída del IEEE Std. 399):

**Table 13-8— $F_g$ : Grouping adjustment factor for 0–5000 V 3/C, or triplexed cables in duct banks (no spare ducts, nonmetallic conduits of 5 in with center-to-center spacing of 7.5 in)**

Cable size	No. of rows	Number of columns														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
#8	1	1.00	.942	.885	.835	.795	.768	.745	.727	.710	.698	.688	.679	.671	.664	.658
	2	.930	.840	.772	.723	.687	.660	.638	.620	.604	.592	.582	.572	.564	.557	.550
	3	.870	.772	.694	.632	.596	.569	.548	.532	.519	.508	.498	.490	.482	.476	.470
	4	.820	.710	.629	.571	.536	.509	.490	.472	.458	.446	.436	.428	.420	.412	.405
#6	1	1.00	.930	.874	.826	.790	.760	.737	.718	.702	.690	.680	.671	.663	.656	.650
	2	.920	.813	.747	.700	.665	.638	.615	.598	.583	.572	.561	.552	.544	.537	.530
	3	.860	.747	.679	.625	.588	.560	.540	.525	.510	.498	.490	.481	.473	.467	.460
	4	.810	.700	.620	.565	.531	.503	.484	.467	.452	.440	.431	.422	.415	.408	.400
#4	1	1.00	.925	.871	.817	.781	.750	.726	.707	.691	.678	.668	.659	.651	.646	.640
	2	.920	.809	.742	.693	.659	.632	.610	.593	.579	.567	.555	.547	.539	.530	.525
	3	.850	.742	.668	.615	.578	.551	.531	.514	.500	.489	.480	.471	.464	.458	.450
	4	.805	.690	.610	.560	.524	.497	.477	.460	.447	.435	.425	.418	.410	.401	.395
#2	1	1.00	.918	.858	.808	.770	.741	.720	.701	.688	.677	.667	.658	.650	.641	.635
	2	.920	.800	.723	.680	.648	.623	.602	.586	.572	.560	.549	.540	.530	.522	.514
	3	.840	.723	.657	.608	.568	.540	.520	.504	.490	.479	.470	.461	.454	.447	.440
	4	.800	.685	.608	.553	.518	.490	.471	.453	.440	.429	.420	.411	.402	.395	.390
#1	1	1.00	.918	.849	.799	.753	.721	.699	.682	.669	.659	.650	.643	.639	.632	.630
	2	.920	.795	.702	.650	.613	.583	.563	.546	.530	.520	.510	.502	.494	.488	.482
	3	.830	.702	.618	.562	.525	.500	.480	.464	.450	.440	.430	.421	.413	.406	.400
	4	.740	.634	.551	.497	.465	.440	.421	.405	.392	.383	.374	.366	.359	.352	.348
1/0	1	1.00	.910	.842	.791	.745	.716	.694	.678	.665	.655	.646	.639	.635	.628	.626
	2	.915	.790	.700	.642	.604	.575	.555	.537	.523	.511	.503	.494	.486	.480	.475
	3	.817	.700	.610	.554	.520	.494	.474	.457	.444	.432	.424	.415	.408	.400	.394
	4	.735	.629	.546	.492	.460	.435	.417	.402	.391	.381	.371	.363	.355	.349	.343
2/0	1	1.00	.910	.842	.791	.745	.716	.694	.678	.665	.655	.646	.639	.635	.628	.626
	2	.915	.790	.700	.642	.604	.575	.555	.537	.523	.511	.503	.494	.486	.480	.475
	3	.817	.700	.610	.554	.520	.494	.474	.457	.444	.432	.424	.415	.408	.400	.394
	4	.735	.629	.546	.492	.460	.435	.417	.402	.391	.381	.371	.363	.355	.349	.343
3/0	1	1.00	.910	.842	.791	.745	.716	.694	.678	.665	.655	.646	.639	.635	.628	.626
	2	.915	.790	.700	.642	.604	.575	.555	.537	.523	.511	.503	.494	.486	.480	.475
	3	.817	.700	.610	.554	.520	.494	.474	.457	.444	.432	.424	.415	.408	.400	.394
	4	.735	.629	.546	.492	.460	.435	.417	.402	.391	.381	.371	.363	.355	.349	.343
4/0	1	1.00	.908	.830	.780	.737	.709	.690	.673	.660	.650	.642	.635	.628	.623	.619
	2	.910	.770	.684	.635	.599	.570	.550	.532	.518	.506	.498	.489	.481	.475	.470
	3	.810	.684	.602	.548	.515	.489	.469	.452	.440	.429	.420	.411	.403	.397	.391
	4	.730	.624	.541	.487	.456	.431	.414	.399	.388	.378	.368	.360	.352	.346	.341
250	1	1.00	.905	.830	.777	.725	.692	.668	.646	.628	.615	.603	.597	.590	.583	.580
	2	.890	.770	.675	.609	.570	.542	.519	.500	.485	.474	.466	.458	.450	.445	.440
	3	.780	.675	.579	.518	.480	.454	.434	.420	.408	.398	.390	.383	.378	.373	.370
	4	.694	.588	.512	.460	.422	.397	.379	.364	.352	.345	.338	.331	.327	.323	.320

**Table 13-8— $F_g$ : Grouping adjustment factor for 0–5000 V 3/C, or triplexed cables in duct banks (no spare ducts, nonmetallic conduits of 5 in with center-to-center spacing of 7.5 in) (Continued)**

Cable size	No. of rows	Number of columns														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
350	1	1.00	.905	.830	.770	.720	.688	.661	.640	.622	.608	.597	.590	.583	.578	.573
	2	.887	.749	.664	.609	.570	.540	.518	.499	.484	.474	.465	.458	.450	.445	.440
	3	.775	.664	.575	.515	.479	.453	.433	.419	.406	.397	.389	.382	.377	.372	.369
	4	.690	.587	.511	.457	.421	.395	.377	.362	.351	.343	.336	.330	.325	.321	.318
500	1	1.00	.897	.815	.762	.708	.678	.652	.630	.613	.599	.588	.581	.575	.570	.565
	2	.882	.745	.656	.608	.569	.539	.516	.498	.483	.473	.463	.457	.450	.444	.439
	3	.770	.656	.570	.514	.478	.452	.432	.417	.404	.395	.388	.381	.375	.370	.367
	4	.685	.585	.510	.454	.420	.393	.374	.360	.349	.340	.333	.328	.323	.319	.315
750	1	1.00	.890	.802	.747	.700	.670	.640	.622	.605	.590	.580	.572	.566	.560	.555
	2	.870	.725	.641	.591	.552	.522	.500	.484	.469	.457	.448	.440	.434	.430	.425
	3	.760	.641	.560	.507	.470	.445	.425	.410	.398	.389	.380	.374	.369	.363	.360
	4	.680	.579	.501	.448	.413	.389	.371	.357	.346	.337	.330	.323	.318	.314	.310
1000	1	1.00	.885	.795	.740	.695	.665	.639	.618	.600	.585	.574	.567	.561	.555	.551
	2	.858	.716	.632	.582	.544	.513	.493	.474	.460	.448	.439	.431	.425	.420	.415
	3	.748	.632	.551	.499	.464	.439	.419	.403	.392	.383	.375	.369	.363	.358	.355
	4	.676	.574	.497	.444	.409	.385	.367	.353	.342	.333	.326	.319	.315	.311	.308

Para ductos subterráneos con tensiones menores de 5001 a 35000 Volts, el programa Sizer Electric considera el factor de ajuste de acuerdo con el número de renglones, columnas y del calibre del conductor aplicando la siguiente tabla (*Extraída del IEEE Std. 399*):

**Table 13-9— $F_g$ : Grouping adjustment factor for 5001–35 000 V 3/C, or triplexed cables in duct banks (no spare ducts, nonmetallic conduits of 5 in with center-to-center spacing of 7.5 in)**

Cable size	No. of rows	Number of columns														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
#6	1	1.00	.920	.854	.803	.758	.726	.699	.678	.660	.646	.635	.628	.620	.615	.610
	2	.920	.800	.714	.660	.620	.590	.570	.552	.540	.530	.521	.515	.509	.503	.500
	3	.840	.714	.625	.569	.530	.501	.484	.470	.459	.450	.442	.436	.429	.423	.420
	4	.770	.642	.560	.506	.469	.441	.422	.406	.394	.385	.378	.371	.367	.362	.358
#4	1	1.00	.920	.852	.800	.755	.722	.695	.673	.655	.642	.630	.623	.615	.610	.605
	2	.920	.795	.714	.660	.620	.590	.570	.552	.540	.530	.521	.515	.509	.503	.500
	3	.835	.709	.615	.561	.521	.493	.474	.459	.448	.439	.430	.424	.420	.416	.412
	4	.760	.630	.548	.498	.460	.430	.410	.395	.382	.374	.367	.361	.356	.352	.350
#2	1	1.00	.910	.836	.784	.748	.714	.688	.665	.649	.635	.625	.616	.609	.602	.598
	2	.920	.782	.689	.639	.599	.570	.548	.531	.518	.508	.500	.494	.489	.484	.480
	3	.820	.689	.600	.544	.505	.479	.460	.445	.433	.424	.417	.410	.405	.400	.395
	4	.746	.622	.539	.484	.445	.415	.396	.382	.370	.361	.353	.348	.342	.338	.334
#1	1	1.00	.905	.827	.777	.731	.697	.670	.645	.626	.610	.598	.588	.579	.571	.565
	2	.920	.771	.681	.629	.590	.560	.538	.519	.502	.491	.480	.471	.462	.455	.450
	3	.816	.681	.588	.532	.497	.469	.448	.432	.418	.407	.397	.389	.382	.376	.370
	4	.785	.605	.524	.471	.435	.410	.390	.376	.364	.353	.347	.340	.333	.328	.323
1/0	1	1.00	.904	.825	.775	.729	.695	.668	.643	.624	.609	.597	.587	.578	.570	.564
	2	.912	.765	.671	.619	.580	.549	.527	.509	.494	.481	.471	.462	.453	.446	.440
	3	.811	.671	.581	.525	.488	.460	.440	.423	.409	.398	.387	.379	.372	.365	.359
	4	.730	.604	.518	.464	.431	.406	.385	.372	.359	.349	.341	.335	.329	.324	.320

**Table 13-9— $F_g$ : Grouping adjustment factor for 5001–35 000 V 3/C, or triplexed cables in duct banks (no spare ducts, nonmetallic conduits of 5 in with center-to-center spacing of 7.5 in) (Continued)**

Cable size	No. of rows	Number of columns														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2/0	1	1.00	.904	.823	.773	.728	.694	.668	.643	.624	.609	.580	.597	.587	.578	.570
	2	.903	.761	.667	.612	.573	.542	.520	.500	.488	.475	.463	.455	.448	.441	.434
	3	.800	.667	.578	.520	.482	.454	.433	.418	.402	.391	.382	.374	.367	.360	.353
	4	.722	.597	.511	.460	.425	.400	.380	.365	.353	.343	.335	.329	.322	.317	.312
3/0	1	1.00	.898	.814	.765	.722	.690	.661	.637	.618	.602	.590	.580	.571	.563	.556
	2	.898	.752	.664	.609	.570	.539	.511	.498	.483	.471	.461	.451	.443	.437	.429
	3	.802	.664	.572	.514	.479	.451	.430	.414	.399	.388	.379	.371	.364	.357	.350
	4	.720	.593	.508	.456	.421	.396	.377	.362	.350	.340	.332	.327	.320	.314	.310
4/0	1	1.00	.894	.811	.762	.717	.682	.653	.631	.612	.597	.585	.574	.566	.558	.550
	2	.896	.743	.656	.603	.565	.536	.513	.496	.480	.468	.459	.449	.441	.434	.427
	3	.795	.656	.564	.513	.474	.447	.427	.411	.397	.386	.377	.369	.362	.355	.349
	4	.711	.584	.502	.450	.417	.392	.374	.359	.348	.338	.329	.324	.317	.311	.307
250	1	1.00	.892	.811	.762	.715	.679	.645	.620	.600	.583	.572	.564	.557	.552	.550
	2	.885	.741	.654	.594	.552	.523	.500	.482	.469	.457	.447	.438	.430	.422	.416
	3	.785	.654	.559	.498	.459	.429	.408	.388	.373	.361	.351	.342	.335	.328	.321
	4	.701	.580	.500	.448	.414	.385	.365	.348	.332	.321	.311	.302	.295	.288	.281
350	1	1.00	.890	.807	.754	.700	.661	.634	.609	.589	.572	.561	.552	.548	.542	.540
	2	.872	.733	.641	.580	.538	.510	.488	.470	.455	.443	.432	.423	.415	.408	.400
	3	.772	.641	.550	.492	.451	.420	.396	.377	.362	.350	.340	.331	.323	.316	.310
	4	.681	.572	.491	.440	.402	.375	.354	.337	.322	.311	.300	.292	.285	.278	.271
500	1	1.00	.885	.801	.745	.692	.650	.620	.593	.573	.559	.548	.539	.533	.529	.526
	2	.862	.728	.634	.572	.531	.502	.480	.462	.447	.435	.425	.415	.407	.400	.391
	3	.765	.634	.542	.483	.446	.415	.391	.373	.358	.346	.335	.327	.319	.311	.305
	4	.676	.574	.497	.444	.409	.385	.367	.353	.342	.333	.326	.319	.315	.311	.308
750	1	1.00	.879	.790	.780	.682	.647	.615	.589	.570	.556	.545	.536	.530	.524	.520
	2	.850	.710	.622	.560	.520	.490	.469	.450	.436	.424	.412	.402	.394	.388	.381
	3	.755	.622	.530	.479	.441	.410	.387	.368	.352	.341	.331	.322	.314	.307	.300
	4	.671	.560	.480	.430	.392	.366	.345	.328	.314	.302	.292	.284	.277	.270	.263
1000	1	1.00	.873	.786	.730	.680	.642	.609	.582	.562	.548	.537	.528	.521	.516	.512
	2	.844	.705	.614	.554	.514	.485	.463	.445	.430	.418	.406	.397	.390	.383	.376
	3	.745	.614	.523	.472	.434	.403	.381	.363	.348	.337	.327	.318	.309	.301	.294
	4	.663	.552	.473	.422	.385	.359	.338	.321	.307	.295	.285	.278	.270	.263	.256

**Factor de ajuste por agrupamiento de conductores directamente enterrados:** Es muy común que para algunas instalaciones de conductores directamente enterrados el uso de los arreglos que aparecen en el NEC-2017 (Figure 310.60 Cable Installation dimensions for Use with table 310-77 trough Table 310.86) o en la norma oficial Mexicana NOM-001-SEDE no son aplicables. Cuando se requiere un arreglo de conductores diferente, se pueden aplicar los factores de ajuste definidos en la sección 13.4.3 del estándar IEEE Std 399 a la instalación de cables directamente enterrados “Detalle 5”, para obtener la capacidad de corriente necesaria para los diseños de arreglos de hasta 2 filas por 12 columnas. Este factor de ajuste es usado para cumplir con las recomendaciones de la sección 13.4.3 del estándar IEEE Std 399 que indica: .

" $F_g$  (Factor de ajuste por agrupamiento). Los cables agrupados operarán a una temperatura mayor que los cables aislados. El incremento en la

temperatura de operación es debido a la presencia de otros cables en el grupo los cuales actúan como fuentes de calor. Por lo tanto el incremento de temperatura de interferencia proveniente de otros cables en el grupo, dependen de la separación de los cables y del medio circundante".

Para conductores directamente enterrados, el programa Sizer Electric considera el factor de ajuste de acuerdo con el número de capas y con el número de cables horizontales aplicando la siguiente tabla (Extraída del IEEE Std. 399):

**Table 13-10— $F_g$ : Grouping adjustment factor for directly buried 3/C, or triplexed cables (7.5 in horizontal and 10 in center-to-center vertical spacing)**

Number of layers	Number of horizontal cables						
	1	2	3	4	6	9	12
1	1.0	0.82	0.70	0.63	0.56	0.51	0.49
2	0.81	0.62	0.53	0.48	0.41	—	—

**Table 13-11— $F_g$ : Grouping adjustment factor for directly buried 1/C, or triplexed cables (7.5 in horizontal and 10 in center-to-center vertical spacing)**

Number of layers	Number of horizontal cables			
	3	6	9	12
1	1.0	0.79	0.71	0.68
2	0.73	0.58	—	—

Ejemplo:	0.88	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 1.0$
----------	------	-------------	-------------------------------

## Aire

**Factor decremental aire:** Es el decremento que debe hacerse en la capacidad de conducción de los alimentadores, por las condiciones de instalación o por las necesidades del usuario

Ejemplo:	0.77	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 1.0$
----------	------	-------------	-------------------------------



## Mensajero

**Factor decremental mensajero:** Es el decremento que debe hacerse en la capacidad de conducción de los alimentadores, por las condiciones de instalación o por las necesidades del usuario.

<i>Ejemplo:</i>	0.77	<i>Validación:</i>	$0.0 < \text{Valor} \leq 1.0$
-----------------	------	--------------------	-------------------------------

**Tipo de material:** En este campo se debe proporcionar el material de la canalización a emplear, y en el caso de que se considere un sistema con tubo y charola (A), el usuario proporcionará el dato del material que predomine para los dos tipos de canalización. Se consideran 4 tipos de materiales para el cálculo, Fierro galvanizado, aluminio, PVC y FRP. La información del material es empleada para la determinación de la reactancia del circuito afectada por materiales magnéticos o no magnéticos. .

<i>Ejemplo:</i>	Acero	<i>Validación:</i>	Acero, Aluminio, PVC, FRP o Cemento
-----------------	-------	--------------------	-------------------------------------

**Tipo de cable:** En este campo se define el tipo de cable a utilizar. Los tipos de cable se definen de acuerdo con las definiciones genéricas definidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001- SEDE-2012 y NEC-2017.

<i>Ejemplo:</i>	Monopolar	<i>Validación:</i>	Monopolar, Monopolar armado, monopolar en trébol, tripolar, tripolar armado, triplex
-----------------	-----------	--------------------	--

**Temp. Máx. Conectores:** Este campo es utilizado para definir la máxima temperatura de los conectores del sistema. Es importante aclarar que esta temperatura será la empleada para la determinación de la ampacidad del conductor cuando sea definida con un valor diferente la máxima temperatura de operación del conductor. Lo anterior para dar cumplimiento a lo indicado dentro de la sección 110-14.

**110-14. Conexiones eléctricas.** Debido a que metales distintos tienen características diferentes, las terminales a compresión, empalmes a compresión y terminales soldadas se deben identificar para el material del conductor y se deben instalar y usar apropiadamente. No se deben utilizar, en una terminal o en un empalme, conductores de metales distintos cuando haya contacto físico entre ellos (como por ejemplo, cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio y aluminio revestido de cobre), a menos que el dispositivo esté identificado para ese fin y esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes, inhibidores y compuestos, éstos deben ser adecuados para el uso y deben ser de un tipo que no afecte negativamente a los conductores, a la instalación o al equipo. Conectores y terminales para conductores con cableados más flexibles que los de Clase B y Clase C mostrados en el Capítulo 10, Tabla 10, se deben identificar para la clase o clases específicas de conductores.

**NOTA:** En muchas terminales y equipo se indica su par de apriete.

**a) Terminales.** Debe asegurarse que la conexión de los conductores a las terminales se haga de forma segura, sin deteriorar los conductores y debe hacerse por medio de conectores de presión (incluyendo los de tipo tornillo), conectores soldables o empalmes a terminales flexibles. Se permite la conexión por medio de placa y tornillo o perno roscado y tuerca en placas con las esquinas levantadas para conductores con tamaño 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG) o menores. Las terminales para más de un conductor y las terminales utilizadas para conectar aluminio, deben estar identificadas para ese uso.

**b) Empalmes.** Los conductores se deben empalmar con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal fundible o de aleación. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica y después soldarse (Véase 921- 24(b)). Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin. Los conectores o medios de empalme de los cables que van directamente enterrados, deben estar aprobados para ese uso.

**c) Limitaciones por temperatura.** La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su ampacidad, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado. Se permite el uso de conductores con temperatura nominal mayor que la especificada para las terminales, cuando se utilizan factores de ajuste por temperatura o de corrección por ampacidad o ambos.

**1) Disposiciones para el equipo.** La determinación de las disposiciones para las terminales del equipo se deben basar en 110-14(c)(1)(a) o (c)(1)(b). A menos que el equipo esté aprobado y marcado de forma diferente, la ampacidad del conductor utilizada para determinar las disposiciones para los terminales de equipo se debe basar en la Tabla 310-15(b)(16) y según las modificaciones adecuadas de 310-15(b)(7).

a. Las terminales de equipos para circuitos de 100 amperes o menos o marcadas para conductores con tamaño 2.08 mm<sup>2</sup> a 42.4 mm<sup>2</sup> (14 AWG a 1 AWG), deben utilizarse solamente en uno de los siguientes:

- (1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 60 °C.
- (2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores se determine tomando como base la ampacidad a 60 °C del tamaño del conductor usado.
- (3) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, si el equipo está aprobado e identificado para tales conductores.
- (4) Para motores marcados con las letras de diseño B, C, D o E, se permite el uso de conductores que tienen un aislamiento con temperatura de operación de 75 °C o mayor siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda de la ampacidad para 75 °C.

b. Las disposiciones para las terminales del equipo para circuitos con un valor nominal mayor que 100 amperes, o marcadas para conductores de tamaño mayor que 42.4 mm<sup>2</sup> (1 AWG) se deben usar solamente para uno de los siguientes:

- (1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 75 °C.
- (2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda la ampacidad a 75 °C. Este tipo de conductores también pueden utilizarse si el equipo está aprobado e identificado para uso con tales conductores.

<i>Ejemplo:</i>	60 C	<b>Validación:</b>	60,75,90,105,150,200 C
-----------------	------	--------------------	------------------------

**Nivel de aislamiento:** En este campo se deberá seleccionar de la lista el nivel del aislamiento aplicable para el conductor. El valor definido será empleado para completar la especificación del conductor. El nivel de aislamiento se debe definir de acuerdo con las referencias de la tabla 310-104(e):

“1 Nivel de aislamiento del 100 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen cuando el sistema tiene protección de relevador de modo que las fallas a tierra se despejarán tan rápido como sea posible pero, en cualquier caso, en menos de 1 minuto. Aunque estos cables son aplicables a la gran mayoría de instalaciones que están en sistemas puestos a tierra, también se permitirá su uso en otros sistemas para los cuales la aplicación de estos cables sea aceptable, siempre que los requisitos anteriores de despeje de las fallas se cumplan al desenergizar por completo la sección que presenta la falla.

2 Nivel de aislamiento del 133 por ciento. Este nivel de aislamiento corresponde al que anteriormente se designaba para sistemas no puestos a tierra. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen en situaciones en donde los requisitos del tiempo de despeje para la categoría del nivel de 100 por ciento no se pueden cumplir, y aún así existe la seguridad suficiente de que la sección con falla se desenergizará en un tiempo no superior a 1 hora. Igualmente, se permitirá su uso en aplicaciones con nivel de aislamiento de 100 por ciento cuando se desea un aislamiento adicional.

3 Nivel de aislamiento del 173 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen bajo todas las condiciones siguientes:

- (1) En establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación.
- (2) Cuando los requisitos de tiempo de despeje de la falla de la categoría con nivel del 133 por ciento no se pueden cumplir.
- (3) Cuando la parada sistemática sea esencial para proteger al equipo y al personal.
- (4) Existe la seguridad suficiente de que la sección que presenta falla se desenergizará en una parada sistemática.

También se permitirá que los cables con este espesor de aislamiento se usen en aplicaciones con nivel de aislamiento del 100 ó 133 por ciento cuando se desea una resistencia adicional del aislamiento.”

<i>Ejemplo:</i>	100 %	<b>Validación:</b>	100, 133, 173%
-----------------	-------	--------------------	----------------

**Caída de tensión:** En este campo se deberá indicar la máxima caída de tensión que deberá tener el conductor seleccionado al aplicarse la corriente nominal. El cálculo de la caída de tensión se realizara a partir del método descrito a continuación:

La caída de tensión de un sistema de potencia puede calcularse seleccionando la fórmula más apropiada para la precisión deseada y la tensión que se conoce, como la del extremo de la carga o el extremo de la fuente del circuito.

Fórmulas para cálculo de la caída de tensión: En las siguientes fórmulas, las tensiones y las caídas de tensión se refieren de la línea al neutro. Para obtener la caída de tensión de línea de un sistema trifásico, se debe multiplicar la caída de tensión de línea a neutro por la raíz cuadrada de tres. En Estados Unidos, para sistemas monofásicos, la caída de tensión de línea a línea, se obtiene multiplicando la caída de tensión de línea a neutro por 2. Bajo ciertas condiciones, se puede obtener un resultado con signo negativo con las siguientes fórmulas. En tales casos el resultado debe interpretarse como evidencia de que la tensión de la carga es mayor que la tensión de la fuente. Sin embargo, estos casos serán raros puesto que la gran mayoría de los sistemas tendrán tensiones de carga que sean menores que los voltajes de la fuente. La nomenclatura empleada en las fórmulas es como sigue:

<b><i>E</i></b>	Caída de tensión de línea a neutro.
<b><i>E<sub>s</sub></i></b>	Tensión de línea a neutro en el extremo de la fuente.
<b><i>E<sub>r</sub></i></b>	Tensión de línea a neutro en el extremo de la carga.
$\theta$	Angulo cuyo coseno es el factor de potencia de la carga.
<b><i>I</i></b>	Corriente de línea.
<b><i>R</i></b>	Resistencia del circuito en ohms.
<b><i>X</i></b>	Reactancia del circuito en ohms (Por convención, la reactancia inductiva es positiva y la reactancia capacitiva es negativa).
<b><i>Cos</i> <math>\theta</math></b>	Factor de potencia de la carga en decimales.
<b><i>Sen</i> <math>\theta</math></b>	Factor reactivo de la carga en decimales (Por convención, <i>sen</i> $\theta$ es positivo y para cargas con factor de potencia adelantado)

Las siguientes fórmulas son exactas, si se conoce *E<sub>r</sub>*

$$E = \left[ (E_r \cos \theta + I * R)^2 + (E_r \sin \theta + I * X)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - E_r$$

Si se conoce *E<sub>s</sub>*

$$E = E_s + I * R * \cos \theta + I * X * \sin \theta - \left[ E_s^2 - (I * X * \cos \theta - I * R * \sin \theta)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Para propósitos más prácticos, la siguiente fórmula aproximada es de una precisión suficiente.

$$E = I * (R * \cos \theta + X * \sin \theta)$$

Dentro del programa Sizer Electric se realiza el cálculo de la caída de tensión expresado en por ciento empleando las siguientes fórmulas:

Para circuitos trifásicos:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * L * \left(\frac{I_N}{CF}\right) * (R * \cos \theta + X * \sin \theta)}{V * 10}$$

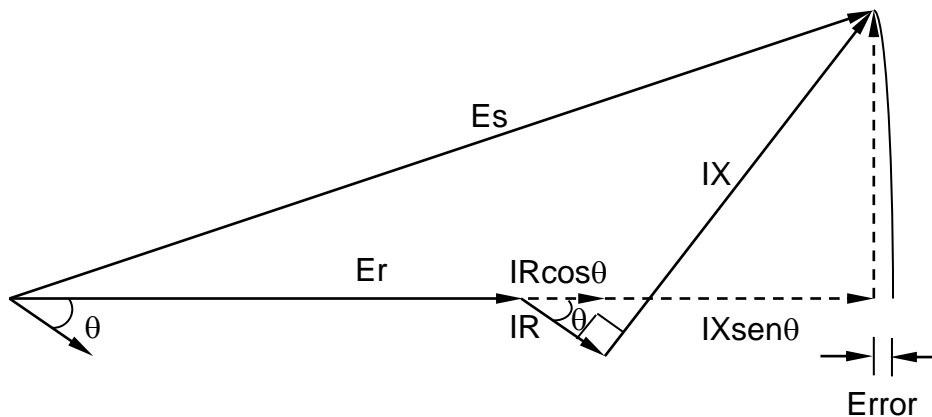
Para circuitos monofásicos:

$$e\% = \frac{2 * L * \left(\frac{I_N}{CF}\right) * (R * \cos \theta + X * \sin \theta)}{V * 10}$$

Donde:

<b>e%</b>	Caída de tensión en por ciento.
<b>L</b>	Longitud del conductor [metros].
<b>I<sub>N</sub></b>	Corriente nominal. [Amp.]
<b>CF</b>	Número de conductores por fase
<b>R</b>	Resistencia [ $\Omega$ /Km].
<b>X</b>	Reactancia [ $\Omega$ /Km].
<b>V</b>	Tensión del sistema [Volts].
<b><math>\theta</math></b>	Angulo de defasamiento entre la tensión y la corriente.
<b>cos <math>\theta</math></b>	Factor de potencia

En el diagrama de fasores se puede ver la fórmula aproximada es lo suficientemente precisa para la mayoría de las aplicaciones.



En los casos prácticos el ángulo entre  $E_s$  y  $E_r$  será pequeño y se aproxima a cero cuando el factor de potencia de la carga se aproxima al del sistema de alimentación.

Para circuitos con tensiones menores a 600 V, la caída de tensión de un circuito deberá encontrarse en el rango de 0 a 5% de acuerdo a lo estipulado en los artículos 215-2 (a) Nota 3 y 210-19(a)(1) nota 4 según se indica a continuación:

#### 215-2. Capacidad y tamaños mínimos del conductor.

##### a) Alimentadores hasta de 600 volts.

**NOTA 3:** Véase 210-19(a), Nota 4, para la caída de tensión de los circuitos derivados.

#### 210-19. Conductores. Ampacidad y tamaño mínimos.

##### a) Circuitos derivados de hasta 600 volts

###### 1) General.

**NOTA 4:** Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión mayor que 3 por ciento en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, de fuerza, de alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión combinada de los circuitos alimentadores y de los circuitos derivados hasta el contacto más lejana no supere 5 por ciento, proporcionarán una razonable eficiencia de funcionamiento. Para la caída de tensión de los conductores de los circuitos alimentadores, véase la NOTA 2 de 215-2(a)(3).

Ejemplo:	3.0	Validación:	$0.0 < \text{Valor} \leq 5.0$
----------	-----	-------------	-------------------------------

## Realizar Cálculos por Cortocircuito

Durante la selección del calibre del conductor es posible incluir el cálculo por esfuerzos térmicos durante cortocircuito para cumplir con las disposiciones de la sección 110-10 de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012

**110-10. Impedancia del circuito, capacidades de cortocircuito y otras características.** Los dispositivos de protección contra sobre corriente, la impedancia total, las corrientes de interrupción de cortocircuito de los equipos y **otras características del circuito** que se va a proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas, operen para limpiar la falla sin causar daños a los equipos eléctricos del circuito. **Se debe suponer que la falla puede ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el (los) conductor(es) de puesta a tierra del equipo permitido en 250-118.** Se debe considerar que los productos aprobados, utilizados de acuerdo con su aprobación, cumplen con los requisitos de esta Sección.

Este proceso es opcional para circuitos en baja tensión pero obligatorio para circuitos en media tensión. Al seleccionar la casilla de verificación o hacer clic en el botón de 3 puntos se mostrará la siguiente ventana de captura.

**Corriente de cortocircuito:** Es el valor de la corriente que se presenta durante una falla en el punto de conexión del equipo. Puede considerarse el valor de la corriente del bus más próximo al equipo. En la realidad la corriente del bus se ve disminuida por la reactancia del conductor y por el tiempo de disipación de la falla. Este valor deberá expresarse en kilo Amperes.

Ejemplo:	220.0	Validación:	0.0 < Valor < 10000.0
----------	-------	-------------	-----------------------

**Tiempo de duración de falla:** : Es el tiempo que tarda el dispositivo de protección en abrir el circuito para liberar la falla, que es el tiempo que el conductor debe transportar la corriente de corto circuito. Este tiempo es importante en la selección de un conductor por esfuerzos térmicos durante corto circuito, ya que un tiempo muy grande repercute un calibre mayor. Debe expresarse en ciclos considerando una frecuencia de 60 Hz.

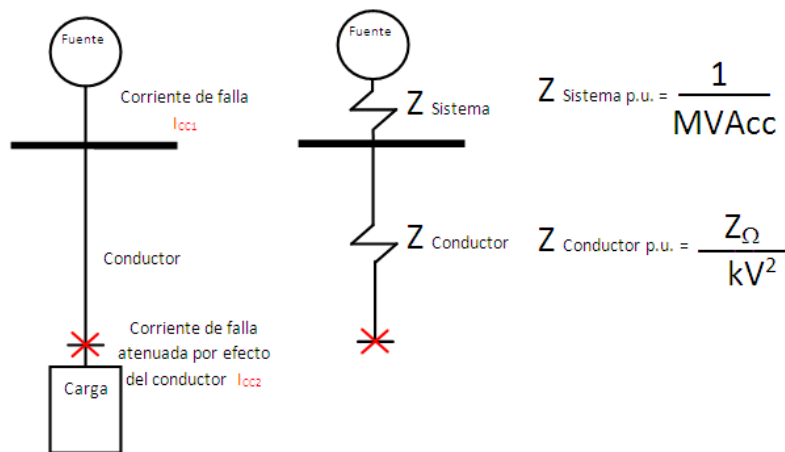
<i>Ejemplo:</i>	3.0	Validación:	$0.0 < \text{Valor} < 10.0$
-----------------	-----	-------------	-----------------------------

**Máxima elevación de temperatura:** Todos los conductores con cubierta aislante pueden ser sometidos a una temperatura mayor que la de operación por un breve tiempo sin que por ello se vea dañado o envejecido el aislamiento. A esta temperatura se le denomina máxima elevación de temperatura instantánea.

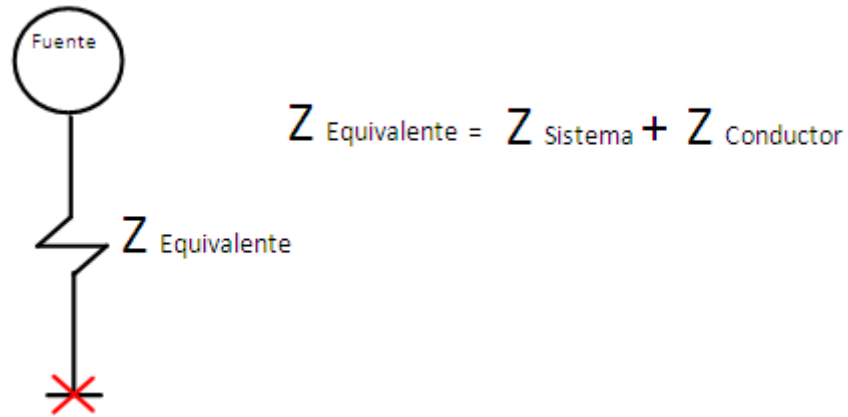
<i>Ejemplo:</i>	3.0	Validación:	$75.0 \leq \text{Valor} \leq 200.0$
-----------------	-----	-------------	-------------------------------------

**Decrementar el valor de la corriente de cortocircuito por efecto del conductor:**

Generalmente durante el desarrollo de un estudio de cortocircuito no se realiza el análisis de la corriente de falla en el extremo del conductor cercano a la carga, el cual representa la corriente de falla que en realidad circulará por el conductor. Por ello, el programa Sizer Electric considera la alternativa de calcular la corriente de falla en el extremo del conductor aplicando el método de cálculo por unidad con (1 MVA como base) y considerando los valores de la impedancia del conductor de la siguiente manera:

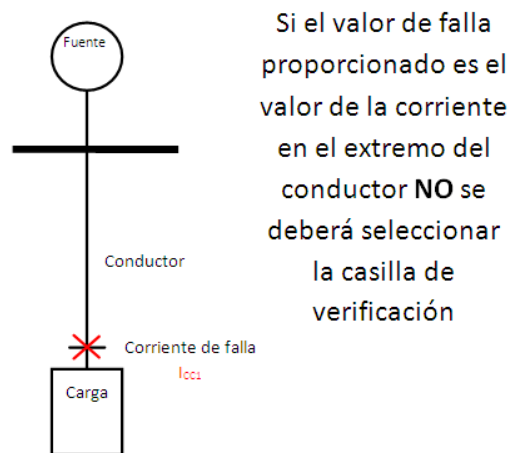






**Notas importantes:**

1. Debido a que es empleado el método de cálculo de Por Unidad (p.u.) para determinar el decremento de la corriente de falla que soportará del conductor, el usuario deberá proporcionar el valor de la corriente de falla que ocurre en el tiempo capturado en el cuadro de texto "Tiempo de duración de falla". Lo anterior, debido a que en el método de cálculo de p.u. no se considera el decremento que sufre la corriente de cortocircuito en el tiempo por el efecto de la variación de las impedancias del sistema.
2. El valor de la potencia base considerada para el cálculo en p.u. es 1 MVA.
3. El valor de la impedancia del conductor se calculará iterativamente para cada calibre de conductor considerado en la selección del área mínima requerida por esfuerzos térmicos.
4. **Si el valor de la corriente de falla proporcionado en el campo "Corriente de cortocircuito" es el valor de la corriente de falla en el extremo del conductor NO se deberá seleccionar la casilla de verificación.**



Si el valor de falla proporcionado es el valor de la corriente en el extremo del conductor **NO** se deberá seleccionar la casilla de verificación

Ejemplo:	Verificado	Validación:	Ninguna
----------	------------	-------------	---------

Se recomienda verificar los lineamientos de la sección 240-92(b) para el caso de derivaciones o de derivaciones consideradas como alimentadores para el cálculo.

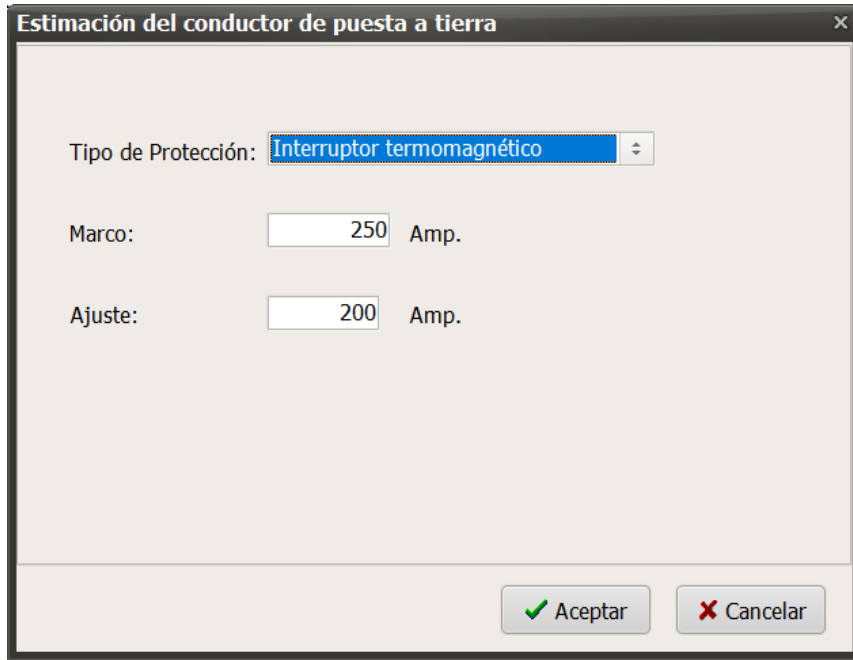
**b) Derivaciones del alimentador.** En las derivaciones del alimentador que se especifican en 240-21(b)(2), (b)(3) y (b)(4), se debe permitir que los conductores de derivación sean dimensionados de acuerdo con la Tabla 240-92(b).

Tabla 240-92(b).- Corriente nominal de cortocircuito de conductores de derivación

Se considera que los conductores de derivación están protegidos bajo condiciones de cortocircuito cuando no se excede su límite de temperatura de cortocircuito. El calentamiento del conductor en condiciones de cortocircuito está determinado por (1) o (2):
(1) Fórmula de cortocircuito para conductores de cobre
$\left(\frac{I^2}{A^2}\right) t = 0.0297 \log_{10} \left[ \frac{(T_2 + 234)}{(T_1 + 234)} \right]$
(2) Fórmula de cortocircuito para conductores de aluminio
$\left(\frac{I^2}{A^2}\right) t = 0.0125 \log_{10} \left[ \frac{(T_2 + 228)}{(T_1 + 228)} \right]$
Donde: I = corriente de cortocircuito en amperes A = área del conductor en circular mil t = tiempo del cortocircuito en segundos (para tiempos iguales o menores a 10 segundos) T <sub>1</sub> = temperatura inicial del conductor en grados Celsius T <sub>2</sub> = temperatura final del conductor en grados Celsius
Conductor de cobre con aislamiento de papel, hule, tela barnizada, T <sub>2</sub> = 200
Conductor de cobre con aislamiento termoplástico, T <sub>2</sub> = 150
Conductor de cobre con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, T <sub>2</sub> = 250
Conductor de cobre con aislamiento de hule propileno etileno, T <sub>2</sub> = 250
Conductor de aluminio con aislamiento de papel, hule, tela barnizada, T <sub>2</sub> = 200
Conductor de aluminio con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, T <sub>2</sub> = 250
Conductor de aluminio con aislamiento de hule propileno etileno, T <sub>2</sub> = 250

## Conductor de puesta a tierra de equipos

En este espacio se debe definir si es o no requerido el cable de puesta a tierra de equipos. Si fuera necesario consultar o editar esta información debe seleccionarse el botón con los tres puntos(...), localizado a un costado de esta casilla, lo cual mostrara la ventana de captura.



En el caso de que este dato sea verdadero debe indicarse el tipo de protección, el marco o tamaño del portafusible y el ajuste del dispositivo o la capacidad nominal del fusible en la ventana de captura que aparece al seleccionar esta casilla de verificación.

**Tipo de protección:** Se debe indicar el tipo de dispositivo que se emplea para la protección del circuito. De este tipo de dispositivo y de su curva de operación depende el valor nominal y el marco o el portafusible que debe utilizarse para el equipo. El programa cuenta con una librería con los valores típicos de ajuste y marcos para ciertos tipos de cargas. Sin embargo, estos valores pueden ser modificados para cumplir con los resultados de un adecuado estudio de coordinación.

<i>Ejemplo:</i>	Interruptor Termo magnético	Validación:	Interruptor Termo magnético, Interruptor magnético o Fusible
-----------------	-----------------------------	-------------	---

**Marco / Porta fusible:** Es el valor de la corriente nominal del dispositivo en Amperes.

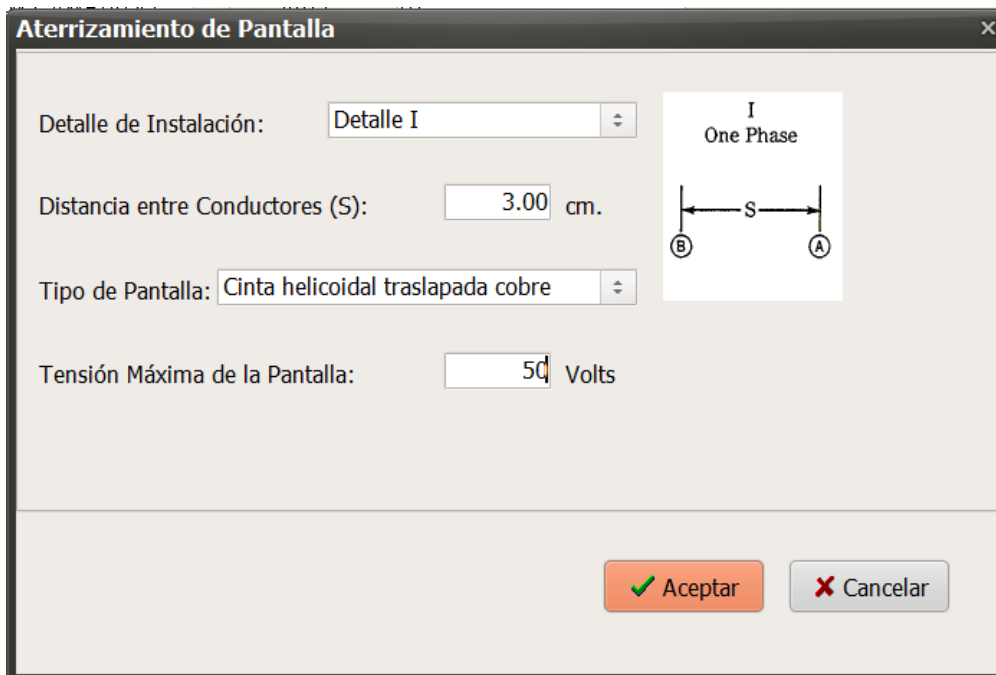
<i>Ejemplo:</i>	250.0	Validación:	0.0 < Valor < 10000.0
-----------------	-------	-------------	-----------------------

**Ajuste / Fusible:** Es el valor nominal del dispositivo de protección en Amperes. Este valor será empleado para seleccionar el calibre del conductor de puesta a tierra.

<i>Ejemplo:</i>	250.0	Validación:	0.0 < Valor < 10000.0
-----------------	-------	-------------	-----------------------

## Puesta a tierra de pantalla de conductores

Las pantallas conectadas a tierra en uno de los extremos en conductores que conducen corriente alterna generan una tensión inducida en el extremo no conectado a tierra. Una tensión máxima de 25 V es el límite comúnmente aceptado bajo condiciones normales de operación. El programa *Sizer Electric* permite calcular la máxima tensión inducida en el extremo de un conductor conectado a tierra en un extremo únicamente. El cálculo se realiza por medio de las recomendaciones del estándar IEEE Std. 525, sección 6.2.5. Para ello, *Sizer Electric* se auxilia de la siguiente ventana de captura.



The screenshot shows a dialog box titled "Aterrizamiento de Pantalla" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains the following fields and controls:

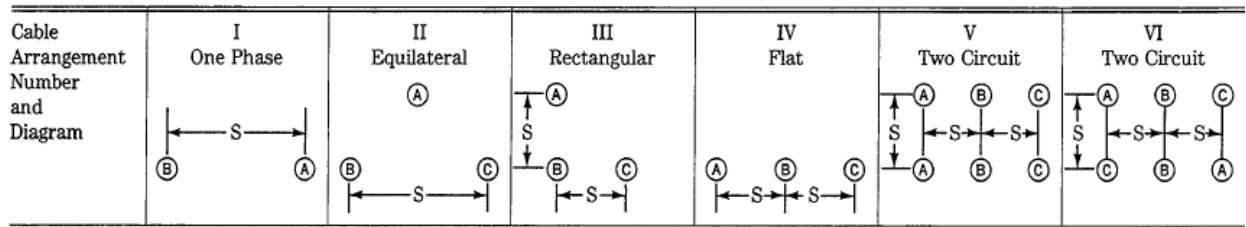
- Detalle de Instalación:** A dropdown menu with "Detalle I" selected.
- Distancia entre Conductores (S):** A text input field containing "3.00" followed by "cm.".
- Tipo de Pantalla:** A dropdown menu with "Cinta helicoidal traslapada cobre" selected.
- Tensión Máxima de la Pantalla:** A text input field containing "50" followed by "Volts".

To the right of these fields is a diagram labeled "I One Phase" showing two vertical lines representing conductors, labeled "B" and "A" at their bases. A horizontal double-headed arrow between them is labeled "S".

At the bottom of the dialog are two buttons: "Aceptar" (with a green checkmark icon) and "Cancelar" (with a red X icon).

Donde:

**Detalle de instalación:** Le permite seleccionar las condiciones de instalación del circuito que ayudará para la aplicación de la fórmula en el cálculo de la tensión inducida. Los detalles son 6 de acuerdo con la tabla 1 "Formulas for calculating induced shielding voltages and shield losses for single-conductor cables" del estándar IEEE Std 525. Como se aprecian a continuación los detalles de instalación pueden ser:



<i>Ejemplo:</i>	Detalle I	Validación:	Detalle I al VI
-----------------	-----------	-------------	-----------------

**Distancia entre conductores:** Es la distancia medida entre centros de conductores de diferentes fases expresada en centímetros

<i>Ejemplo:</i>	12	Validación:	0 a 200 cm
-----------------	----	-------------	------------

**Tipo de pantalla:** Describe el tipo de pantalla del conductor. Este valor únicamente es usado como descripción para el reporte de salida.

<i>Ejemplo:</i>	Helicoidal	Validación:	Solo opciones de la lista
-----------------	------------	-------------	---------------------------

**Tensión máxima de la pantalla:** Es el máximo valor que se permite en el extremo de una pantalla. Este valor puede variar desde 1V. hasta 50 V. máximos.

<i>Ejemplo:</i>	50 V.	Validación:	0 a 1000 V.
-----------------	-------	-------------	-------------

De acuerdo con la sección 6.2.5 del estándar IEEE Std 525 se calcula el valor de la reactancia mutua de acuerdo con las siguientes fórmulas despreciando las pérdidas por proximidad para efectos prácticos:

$$X_M = 2\pi f \left( 0.1404 \log_{10} \frac{S}{r_m} \mu\Omega/\text{ft} \right)$$

$$a = 2\pi f (0.1404 \log_{10} 2) \mu\Omega/\text{ft}$$

$$b = 2\pi f (0.1404 \log_{10} 5) \mu\Omega/\text{ft}$$

$$R_s = \frac{\rho}{8r_m t} \mu\Omega/\text{ft}$$

Donde:

$X_M$	is the mutual inductance of shield and conductor ( $\mu\Omega/\text{ft}$ )
$a, b$	is the mutual inductance correction factors ( $\mu\Omega/\text{ft}$ )
$\mu\Omega$	is the micro-ohm— $\Omega \times 10^{-6}$
$R_s$	is the resistance of shield ( $\mu\Omega/\text{ft}$ )
$t$	is the thickness of metal tapes used for shielding (inches)
$f$	is the frequency (Hertz)
$S$	is the spacing between center of cables (inches)
$r_m$	is the mean radius of shield (inches)
$\rho$	is the apparent resistivity of shield in $\Omega\text{-cmil}/\text{ft}$ at operating temperature (assumed 50° C). This includes allowance for the spiraling of the tapes or wires

De acuerdo con el detalle de instalación de los conductores se calcula el valor de la tensión inducida en el extremo del conductor sin conexión a tierra, aplicando las fórmulas de la tabla 1 "Formulas for calculating induced shielding voltages and shield losses for single-conductor cables" del estándar IEEE Std 525.

Induced Shield Voltage-Shields Open Circuited (multiply by  $10^{-6}$  to obtain V/ft)

	I One Phase	II Equilateral	III Rectangular	IV Flat	V Two Circuit	VI Two Circuit
Cable — A } Cable — C }	$IX_M$	$IX_M$	$\frac{I}{2} \sqrt{3Y^2 + \left(X_M - \frac{a}{2}\right)^2}$	$\frac{I}{2} \sqrt{3Y^2 + \left(X_M - a\right)^2}$	$\frac{I}{2} \sqrt{3Y^2 + \left(X_M - \frac{b}{2}\right)^2}$	$\frac{I}{2} \sqrt{3Y^2 + \left(X_M - \frac{b}{2}\right)^2}$
Cable — B	$IX_M$	$IX_M$	$IX_M$	$IX_M$	$I \left(X_M + \frac{a}{2}\right)$	$I \left(X_M + \frac{a}{2}\right)$

Nótese que las fórmulas están definidas para el uso de medidas en sistema inglés. Por lo anterior, el programa Sizer aplica las fórmulas convirtiendo los valores del conductor a sistema inglés y finalmente se realiza la conversión del valor de la tensión inducida al sistema internacional. Esta información es presentada en el reporte de la tensión inducida y para el cálculo de la máxima distancia de puesta a tierra.

El valor de la tensión calculada será el valor de la tensión inducida en el extremo del conductor si éste no es conectado a tierra. Sin embargo, cuando se requiere conocer la máxima distancia a la que se deberá conectar a tierra la pantalla para no exceder el valor de la máxima tensión permitida se aplicará el siguiente algoritmo:

**Distancia de aterrizamiento = (Tensión inducida en la pantalla \* Longitud del circuito) / (Máxima tensión permitida)**

**Información final:** Durante el desarrollo del proyecto la información utilizada pasa por dos diferentes estados:

- Estado preliminar. Cuando la información de los equipos es obtenida de los catálogos o por información no confirmada o certificada por el proveedor. Durante este estado de información los conductores y equipos asociados deberán seleccionarse de acuerdo a las condiciones más críticas que puedan presentarse o tomando en cuenta información de instituciones reconocidas.

- Estado Final. Cuando el equipo ha sido adquirido, se puede estar seguro de que la información de placa del equipo es un dato confiable para la selección de equipos y circuitos

Debido a los diferentes estados por los que pasa la información durante el proyecto, este campo contempla si la información es definitiva (FINAL=Verdadero) o si aún es preliminar (PROVISIONAL=Falso).

<i>Ejemplo:</i>	Falso	Validación:	Falso ó Verdadero
-----------------	-------	-------------	-------------------

**Observaciones:** Este campo es utilizado para guardar información que no necesariamente es de carácter técnico.

<i>Ejemplo:</i>	Revisar datos en campo	Validación:	Hasta 200 caracteres
-----------------	------------------------	-------------	----------------------

## Datos Adicionales

En la pestaña de Datos adicionales se pueden encontrar 3 campos para el libre uso por parte del usuario así como el control para asignar un color específico para cada uno de los conductores del circuito.

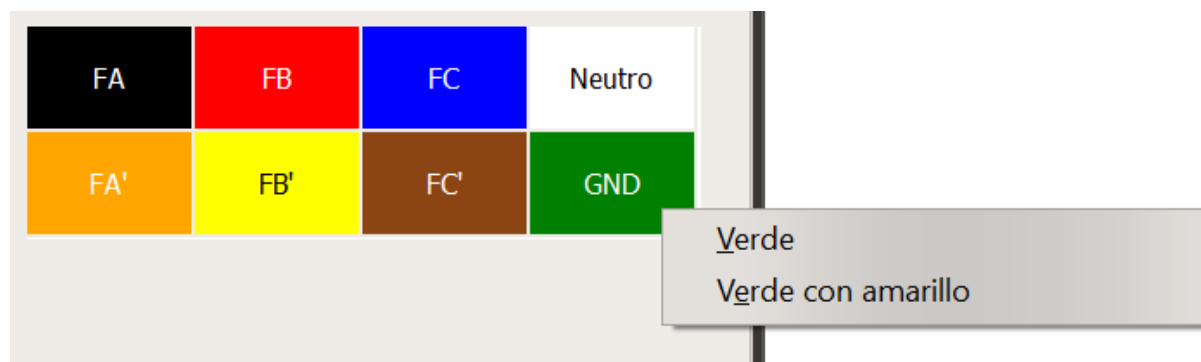
**Campos personalizados.** Si no se ha definido el nombre de estos campos en la sección de Normas aparecerán 3 campos con las leyendas “Campo adicional” no.1 al 3. Estos campos se proporcionan para que el usuario pueda capturar información complementaria para una mejor referencia del circuito o para relacionar manual o automáticamente la información de los reportes de salida o de las exportaciones de Excel con otros documentos del proceso. Consulte el proceso para nombrar a los campos dentro de la sección de Normas. Los campos mostrados se presentan como una lista. Esta lista se llena con los datos capturados previamente para este campo

con el fin de facilitar el proceso de captura. Llene los campos manualmente o seleccione un elemento de la lista para su llenado.

Ejemplo:	Plano 2234-0033-48	Validación:	Texto libre hasta 25 caracteres
----------	--------------------	-------------	---------------------------------

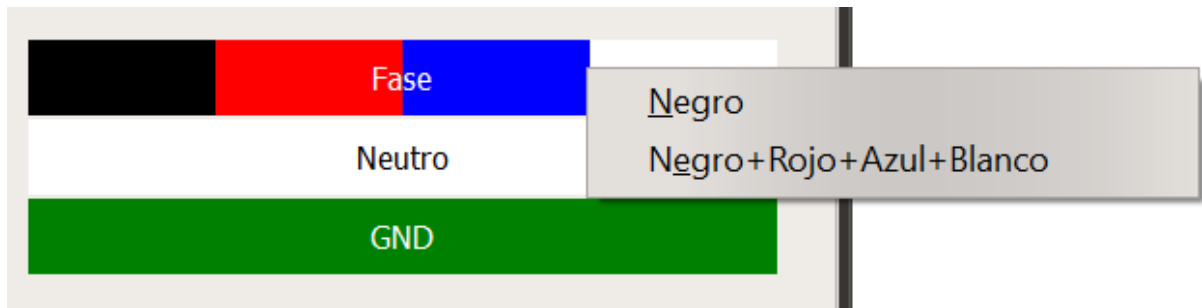
**Color del conductor.** En esta opción es posible definir el color de los conductores para cada una de las fases, así como el color para el conductor puesto a tierra (Neutro) y para el conductor puesto a tierra. El color de cada uno de los conductores será empleado para integrar la especificación del multiconductor o conductores del circuito y posteriormente poder agrupar los conductores con la misma especificación, incluyendo el color, con la finalidad de generar una lista de materiales para el proyecto (Véase la sección *Resumen de Conductores*).

Para el caso de conductores monopolares se presentará una pantalla con 8 casillas: 6 para definir los colores de los conductores de fase (Las fases identificadas con un apostrofe (') serán para conexiones de fase partida en sistemas delta o estrella con derivaciones centrales), uno para definir el color del Neutro y uno más para definir el color del conductor de puesta a tierra. Para modificar el color de los conductores se debe seleccionar la casilla correspondiente y hacer clic con el botón izquierdo para desplegar el menú con las opciones de color. Los colores mostrados inicialmente serán los asignados en datos generales para este tipo de carga. Cuando se modifiquen los colores del circuito, estos nuevos datos serán empleados para la integración de la especificación del circuito.

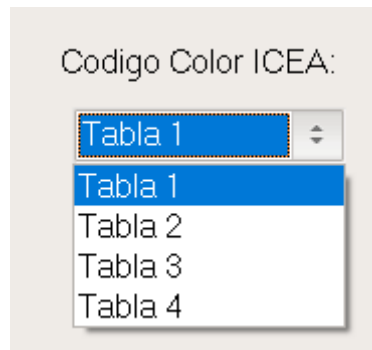


Para el caso de multiconductores únicamente se presentaran las opciones de color para las fases, neutro y tierra. Para el caso de multiconductores todos deberán ser de color negro o en la combinación Negro, Rojo, Azul para las fases y el neutro en color blanco.





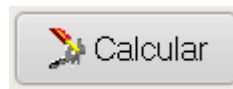
Para los circuitos de control se presenta una lista con las referencias a las tablas de colores definidas dentro del estandar ICEA S-58-679-1998. Estas tablas definen el color para los conductores de circuitos de control. Estas tablas son empleadas debido a que la combinacion de colores es muy amplia. Dentro de los archivos de ayuda del programa se pueden encontrar las tablas de este estandar con mayor detalle.



<i>Ejemplo:</i>	Selección de color	Validación:	Selección de colores de la lista.
-----------------	--------------------	-------------	-----------------------------------

## Cálculos

Dentro de la pantalla de captura de datos de circuitos se localiza un botón para la realización de cálculo denominado *Calcular*.



Este botón es el encargado de realizar una validación completa de la información contenida dentro de los campos y es el encargado de iniciar el proceso de selección de conductores.

Si toda la información contenida es válida, entonces se puede apreciar que se selecciona automáticamente la pestaña de *Resultados*. Con lo que se puede apreciar cual fue el calibre seleccionado finalmente.

Cálculo	Calibre	Cond. por Fase
Capacidad de conducción	1	1
Caída de Tensión Vnom (2.1052%)	1/0	1
Caída al Arranque Varr (8.7191%)	1/0	1
Corto Circuito	2/0	1
Puesto a tierra (Neutro)	2/0	1
Selección Final	2/0	1

Errores y Advertencias:

Cambiar el calibre final a:  
 Calibre:   
 Cond. por Fase:

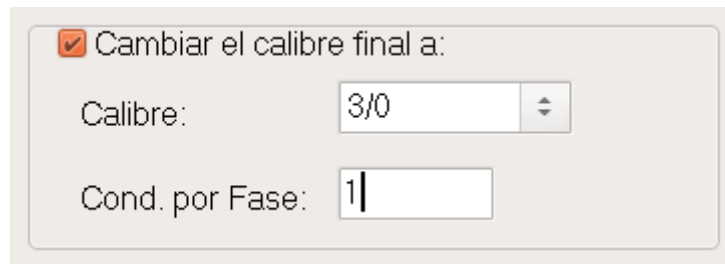
Especificación:  
 Seleccionar otra especificación  
**3\*2/0-600-STD** ...  
 Otra especificación Tierras  
 ...

En la pestaña de resultados se encuentra una ventana donde se pueden observar los errores originados durante el proceso de cálculo por algún dato incongruente o pueden presentarse advertencias de algunos criterios que han sido considerados por el programa de acuerdo a la norma aplicable, pero que resulta en un sobre dimensionamiento del conductor.

En esta pestaña se muestra una lista que contiene el calibre y el número de conductores por fase de los conductores que cumplen con los requisitos de capacidad de conducción, caída de tensión bajo condiciones nominales y bajo condiciones de arranque para motores. Si se indicó cálculo bajo condiciones de corto circuito aparecerá también el conductor requerido.

## Selección de conductores por Usuario

En algunas ocasiones debido a la disponibilidad de los materiales, es necesario instalar un conductor de calibre diferente al seleccionado, y quizás deben disponerse en un arreglo de conductores por fase diferente. Para estas condiciones el programa cuenta con la opción de indicar cuál es el calibre y el número de conductores que se pretende instalar para que el programa realice una verificación del cumplimiento de dicho arreglo. La opción *Selección por Usuario* permite seleccionar una condición de instalación diferente a la sugerida por la aplicación.

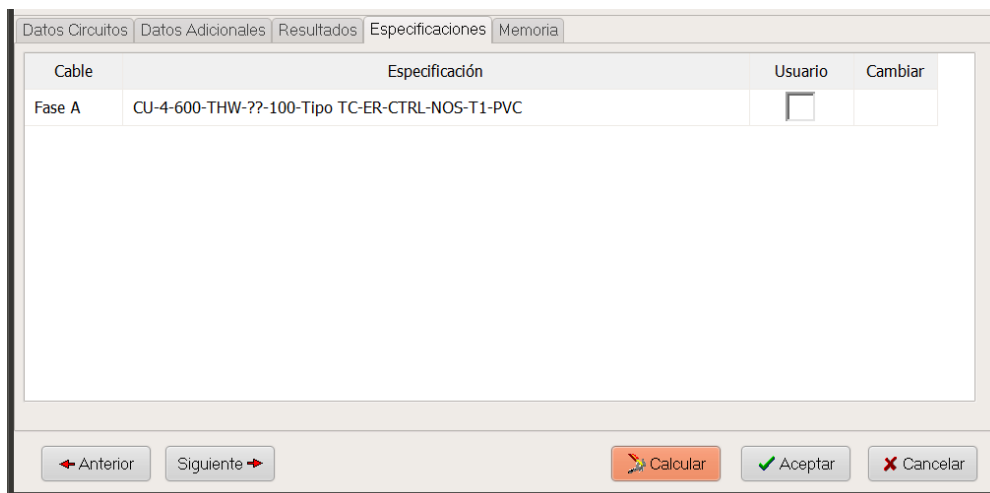


Cambiar el calibre final a:  
 Calibre:   
 Cond. por Fase:

Es importante resaltar que el programa valida que la selección realizada por el usuario cumpla con los criterios de ampacidad, caída de tensión y esfuerzos térmicos. En otro caso el programa lo advertirá por medio de un mensaje de error y no se procesa el circuito guardándose como un circuito con error.

## Selección personalizada de especificación.

Cuando se realiza el cálculo del calibre del conductor, *Sizer Electric* genera una especificación automática del circuito de acuerdo al tipo de conductor, calibre y tensión del sistema. Estas especificaciones pueden ser localizadas en la pestaña "Especificación". La especificación es una colección de datos que contienen el diámetro total del conductor incluyendo el aislamiento, tensión nominal peso etc. Todas las posibles combinaciones de especificación generadas por el programa se encuentran predefinidas en el proyecto.



Cable	Especificación	Usuario	Cambiar
Fase A	CU-4-600-THW-??-100-Tipo TC-ER-CTRL-NOS-T1-PVC	<input type="checkbox"/>	

Para cambiar la especificación de un conductor del circuito, se debe seleccionar la casilla de verificación y con ello aparecerá un botón en la columna cambiar. Al presionar este botón se muestra una ventana donde se puede seleccionar del catálogo de especificaciones la preferida por el usuario.

La información de la especificación como el diámetro, peso y descripción será empleada para dimensionar soportes para cable tipo charola y canalizaciones. (Vea capítulo 7: Especificaciones de conductores, para mayores detalles en la reasignación de especificaciones por usuario y creación o edición de especificaciones.)

ESTA PAGINA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

# 6

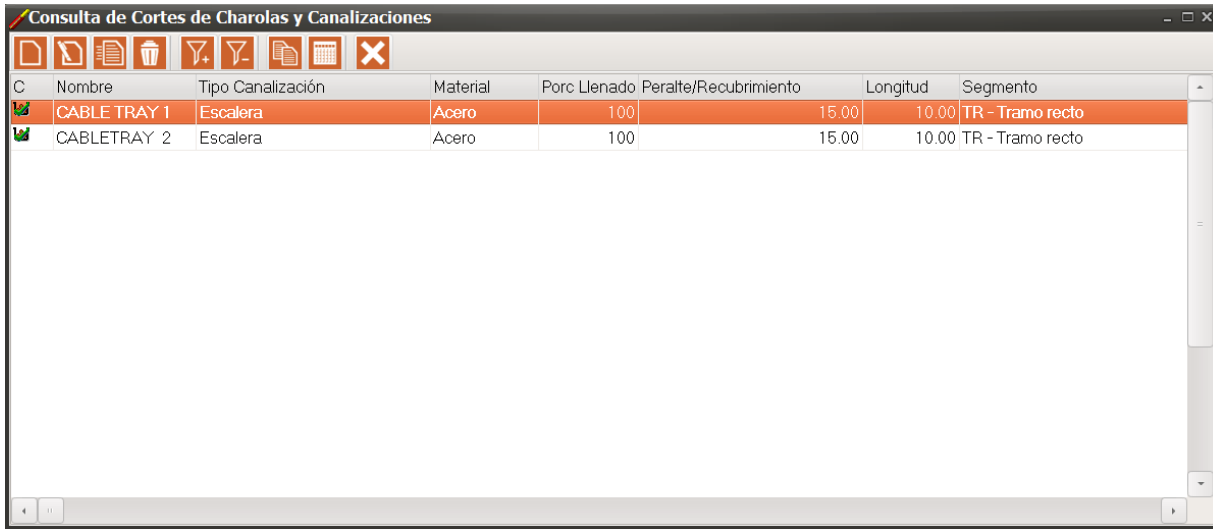
## **Captura de Charolas y asignación de circuitos**

Localización: Consultas | Charolas | Captura

Para iniciar el proceso de captura de Charolas y canalizaciones es necesario haber capturado los criterios de cálculo dentro de la opción de datos generales. Si estos requisitos no han sido cubiertos, la opción del Menú principal y el icono de la barra de herramientas estarán deshabilitados.

Al seleccionar la opción de captura de Charolas y canalizaciones se presentará una retícula donde se verán posteriormente los datos de las charolas y canalizaciones capturadas. Cada renglón representa la información de un corte de charola o conduit y cada acción efectuada se aplicara solamente a la charola o conduit seleccionado en la retícula.

Cabe destacar que en la retícula de datos de charolas/Conduit no pueden hacerse directamente ni ediciones ni capturas, ya que para realizar estas acciones es necesario mostrar la ventana de captura de cortes de Charola / conduits.



C	Nombre	Tipo Canalización	Material	Porc Llenado	Peralte/Recubrimiento	Longitud	Segmento
	CABLE TRAY 1	Escalera	Acero	100		15.00	10.00 TR - Tramo recto
	CABLETRAY 2	Escalera	Acero	100		15.00	10.00 TR - Tramo recto

De igual forma que en la retícula de circuitos, la de charolas contiene su propia opción de menú y barra de herramientas, las cuales se explican a continuación:



**Agregar:** Cuando se selecciona esta opción se muestra la captura de datos de charolas y canalizaciones. En ella se pueden dar de alta todas las charolas y canalizaciones que componen al proyecto, sin que exista un límite en el número de charolas o canalizaciones.



**Modificar:** Al tener datos de charolas y canalizaciones previamente capturados, es posible modificarlos mediante esta opción.



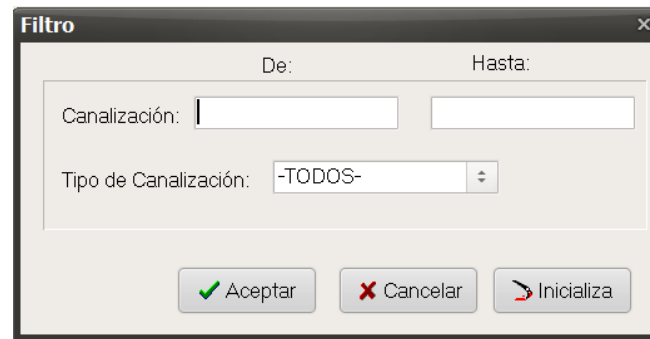
**Copiar charola/Canalización:** Con esta opción es posible tomar los datos de una charola o canalización como referencia para crear uno nuevo. Esta opción es muy útil cuando existen charolas o canalizaciones con datos similares.



**Eliminar:** Para borrar una charola o canalización se utiliza esta opción. Al utilizar este proceso la canalización queda dada de baja del sistema y es imposible recuperarla.



**Filtrar:** Es frecuente que durante la captura de información o el análisis de los resultados necesite observar solamente una parte de la información que cumple con un criterio específico, tal como observar solamente las charolas o solamente las canalizaciones. Cada vez que seleccione esta opción aparecerá el siguiente cuadro de diálogo:



Si desea redefinir los campos del filtro presione el botón *Inicializa*.

**Nota:** Cada vez que un filtro sea ejecutado, este tomara como universo el grupo de los charolas o tubos conduit contenidos dentro del filtro anterior.



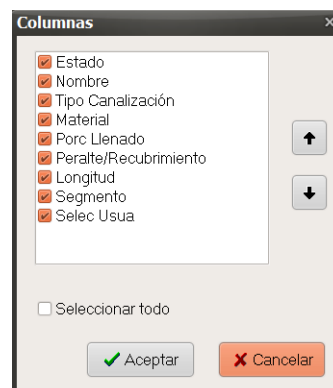
**Restaurar:** Esta opción reestablece la vista de todos las charolas y canalizaciones capturadas, después de haber realizado la acción de filtrar.



**Copiar al Portapapeles:** Al seleccionar esta opción se copian los datos de las charolas y canalizaciones al portapapeles, para que después el usuario pueda pegar la información a cualquier hoja de cálculo o procesador de texto. Es importante aclarar que cuando se encuentra activo el filtro, solo se copiaran los circuitos visibles en la retícula.



**Personalización de columnas:** Cuando se selecciona esta opción se muestra un dialogo con todas las columnas que contiene la retícula, en las cuales es posible cambiar su orden o bien ocultarlas. Si desea observar todas las columnas en la retícula, active la casilla de verificación *Seleccionar todo*.




**Salir:** Cierra la retícula de datos de charolas y canalizaciones.

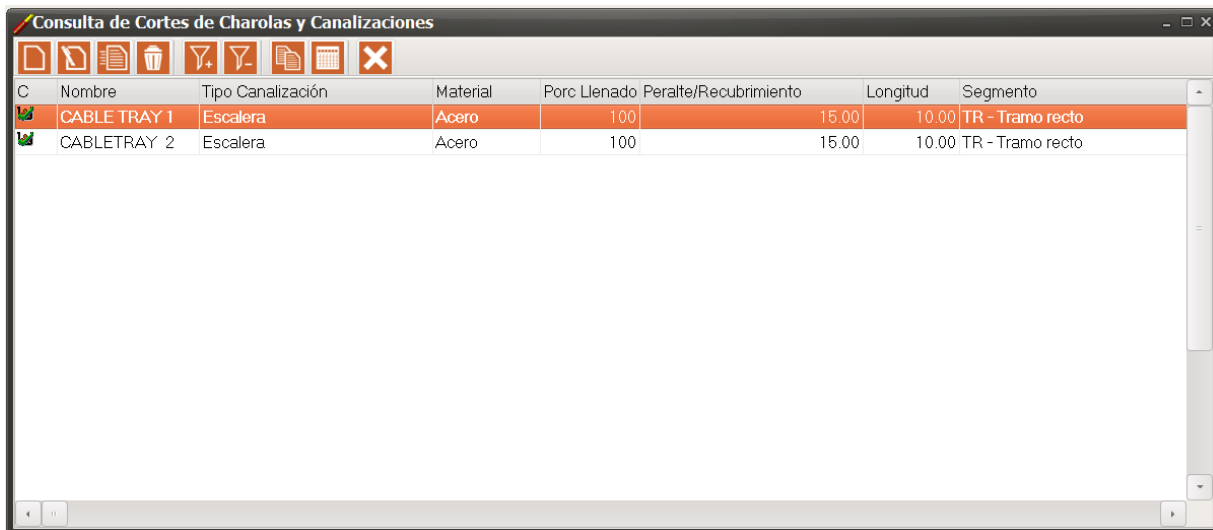
El proceso de selección de soportes para cable tipo charola y tubos conduit está compuesto por dos partes, las cuales se indican a continuación:

1. Captura de charolas y canalizaciones
2. Asignación de circuitos a una charola o canalización previamente capturada


Es necesario realizar este proceso siguiendo los dos pasos anteriores en la secuencia indicada.


## Captura de Charolas y Canalizaciones

La primera parte del proceso consiste en capturar las características particulares de la charola o canalización por medio de la retícula o consulta de charolas y canalizaciones. Para ello se debe seleccionar la opción "Consultas" en el Menú Principal y posteriormente seleccionar la opción "Charolas y canalizaciones" del menú desplegado ó seleccionar el ícono  de la barra de herramientas. A continuación aparecerá la retícula o consulta de charolas como se aprecia en la siguiente imagen.



C	Nombre	Tipo Canalización	Material	Porc Llenado	Peralte/Recubrimiento	Longitud	Segmento
	CABLE TRAY 1	Escalera	Acero	100	15.00	10.00	TR - Tramo recto
	CABLETRAY 2	Escalera	Acero	100	15.00	10.00	TR - Tramo recto

Para agregar una nueva charola o canalización se debe seleccionar el icono "Nuevo" de la barra de herramientas. 

Para editar su información se debe seleccionar el renglón correspondiente hasta que aparezca sombreado y entonces se deberá hacer doble clic sobre él. También es posible acceder a la información de la charola o canalización seleccionando el renglón correspondiente y presionando el icono "Modificar" localizado en el menú de herramientas en la cabecera de esta retícula. 



Con estos pasos aparecerá la ventana de captura de charolas y canalizaciones. Los campos a llenar permitirán conocer la información más relevante de un corte de charola o de un tubo. Para poder seleccionar el ancho de una charola o el diámetro de un tubo conduit se deberá capturar su identificación dentro de esta ventana.

Existen dos variaciones a la información presentada en la ventana y dependerá de la opción que sea seleccionada en el campo "Canalización". Cuando se selecciona la opción "Charola" la ventana presentada será la siguiente:

La información requerida en los campos es la descrita a continuación:

**Nombre:** Define la identificación del segmento o corte de charola. Representa la charola a analizar y su definición deber ser única e irrepetible en el proyecto. Esta definición puede representar un sector de una red de una charola o específicamente un tramo de charola. La definición de lo que representa para su sistema de soportes está definido por el campo longitud.

<i>Ejemplo:</i>	O1-CHAR-01	Validación:	No aplica
-----------------	------------	-------------	-----------

**Tipo Charola:** Debe definirse el tipo de soporte para cable que se ha de seleccionar debido a que existen diferentes consideraciones en las normas para el número de conductores permitidos en charolas tipo escalera, fondo plano, fondo ventilado, etc. Las charolas tipo malla tienen las mismas restricciones que las charolas tipo escalera.

<i>Ejemplo:</i>	Escalera	<i>Validación:</i>	Escalera, Fondo Ventilado, Fondo sólido, Canal Ventilado, Malla
-----------------	----------	--------------------	---

**Longitud:** Define la longitud en metros del segmento que se analizará. Esta longitud puede representar la longitud de un tramo o la longitud de un conjunto de tramos de charola. Esta longitud es totalizada para todos los segmentos donde es asignado un circuito y sirve para comparar si la longitud total de los segmentos es igual o menor de la longitud usada para el cálculo del calibre del conductor.

<i>Ejemplo:</i>	10	<i>Validación:</i>	>0 m y menor que 10000 m
-----------------	----	--------------------	--------------------------

**Notas:** Es un campo alfanumérico que permite adicionar información que complete la descripción del tramo de charola

<i>Ejemplo:</i>	Alfanumérico	<i>Validación:</i>	No aplica
-----------------	--------------	--------------------	-----------

**Material:** Se debe definir el tipo de material de la charola. Aunque no existen criterios para la selección del número de conductores permitidos en charolas que sean afectados por el material, ésta definición es requerida para contar con información posterior que permita clasificar a las charolas.

<i>Ejemplo:</i>	Acero	<i>Validación:</i>	Acero, Aluminio, FRP
-----------------	-------	--------------------	----------------------

**Tipo de segmento:** Este campo define el tipo de segmento que se está representando. Es decir, si se trata de un tramo recto de charola, una curva interior, una curva exterior, una derivación, etc. Este campo tiene un campo asociado adyacente a él que se activa en caso de que sea necesario complementar la información del segmento. Por ejemplo, en el caso de derivaciones en T horizontales será necesario definir el radio de curvatura. Esta información no es relevante para la definición del ancho de la charola pero aporta información complementaria para el reporte de charolas y canalizaciones que permite aportar información complementaria en la realización de listas de materiales.

<i>Ejemplo:</i>	TR-Tramo recto	<i>Validación:</i>	Segmentos de la lista
-----------------	----------------	--------------------	-----------------------

**Peralte.** El peralte de la charola representa la dimensión de la altura total de las paredes laterales, verticales de la charola. La definición del peralte de la charola es una consideración mecánica y no eléctrica. La definición del peralte debe ser definida de acuerdo al peso de los conductores que serán instalados en la charola así como de la distancia que medie entre los soportes de los tramos de charola. Consulte la información del fabricante de la charola para mayor información acerca de la

definición del peralte. El peralte de la charola es usado solamente para la determinación del área útil de llenado cuando se instalan exclusivamente conductores de control en la charola. Para conductores de fuerza el peralte de la charola no es empleado para la determinación del ancho.

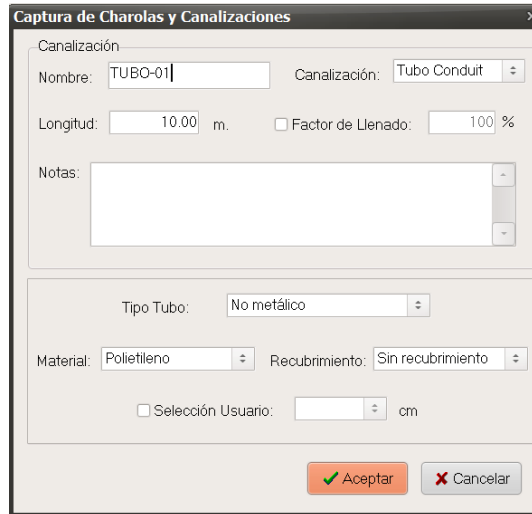
NOTA: Como parte de los resultados del programa se proporciona el peso por metro lineal del conjunto de cables que son asignados a la charola. Es recomendable que una vez que se ha realizado la asignación de conductores en la charola se verifique si el peso de los conductores es adecuado para el peralte definido, para la charola y para el espaciamiento entre soportes.

<i>Ejemplo:</i>	10 cm	Validación:	8 a 45 cm
-----------------	-------	-------------	-----------

**Selección por usuario:** Esta opción permite al usuario predeterminar el ancho de la charola. El programa cuenta con dos opciones de cálculo. Cuando esta opción se encuentra deshabilitada se selecciona el ancho adecuado de la charola de acuerdo con los circuitos asignados. En caso de que se active esta casilla de verificación y se defina el ancho de la charola solamente se realizará el cálculo del porcentaje de llenado de acuerdo con el número de conductores que sean asignados. Esta opción brinda la flexibilidad para realizar la verificación del llenado de charolas para sistemas de charola de anchos predefinidos.

<i>Ejemplo:</i>	45	Validación:	15, 30, 45, 60, 75 y 90 cm
-----------------	----	-------------	----------------------------

Cuando se selecciona la opción "Tubo conduit" en el campo "Canalización" la ventana presentada será la siguiente:



**Nombre:** Define la identificación del segmento o corte de tubo. Representa el tubo a analizar y su definición deber ser única e irrepetible. Esta definición puede representar un sector de una red de tubería o específicamente un tramo de tubo. La definición de lo que representa para su sistema de soportes está definido por el campo longitud.

<i>Ejemplo:</i>	O1-TUB-01	Validación:	No aplica
-----------------	-----------	-------------	-----------

**Longitud:** Define la longitud del segmento que se analizará. Esta longitud puede representar la longitud de un tramo o la longitud de un conjunto de tramos de tubo. Esta longitud es totalizada para todos los segmentos donde es asignado un circuito y sirve para comparar si la longitud total de los segmentos es igual o menor que la longitud usada para el cálculo del calibre del conductor.

<i>Ejemplo:</i>	10	Validación:	>0 m y menor que 10000 m
-----------------	----	-------------	--------------------------

**Notas:** Es un campo alfanumérico que permite adicionar información que complete la descripción del tubo.

<i>Ejemplo:</i>	ALFA NUMERICO	Validación:	No aplica
-----------------	---------------	-------------	-----------

**Material:** Se debe definir el tipo de material del tubo. Aunque no existen criterios para la selección del número de conductores permitidos en tubo conduit que sean afectados por el material, éste dato es requerido para contar con información que permita clasificar y totalizar el tipo de tubo.

<i>Ejemplo:</i>	Aluminio	Validación:	Aluminio, Acero, Fierro galvanizado, PVC
-----------------	----------	-------------	--

**Recubrimiento:** Se debe definir el recubrimiento del tubo. Aunque no existen criterios para la selección del número de conductores permitidos en tubo conduit que sean afectados por el recubrimiento del tubo, esta información es requerida para contar con información que permita clasificar y totalizar el tipo de tubo.

<i>Ejemplo:</i>	Epóxico	Validación:	Solo las opciones de la lista
-----------------	---------	-------------	-------------------------------


**Selección por usuario:** Esta opción permite al usuario predeterminar el diámetro del tubo. El programa cuenta con dos opciones de cálculo. Cuando esta opción se encuentra deshabilitada se selecciona el diámetro adecuado de acuerdo con los circuitos asignados. En caso de que se active esta casilla de verificación y se defina el diámetro del tubo solamente se realizará el cálculo del porcentaje de llenado con el número de conductores que sean asignados. Esta opción brinda la flexibilidad para realizar la verificación del llenado de tubos predefinidos como en el caso de ductos subterráneos.

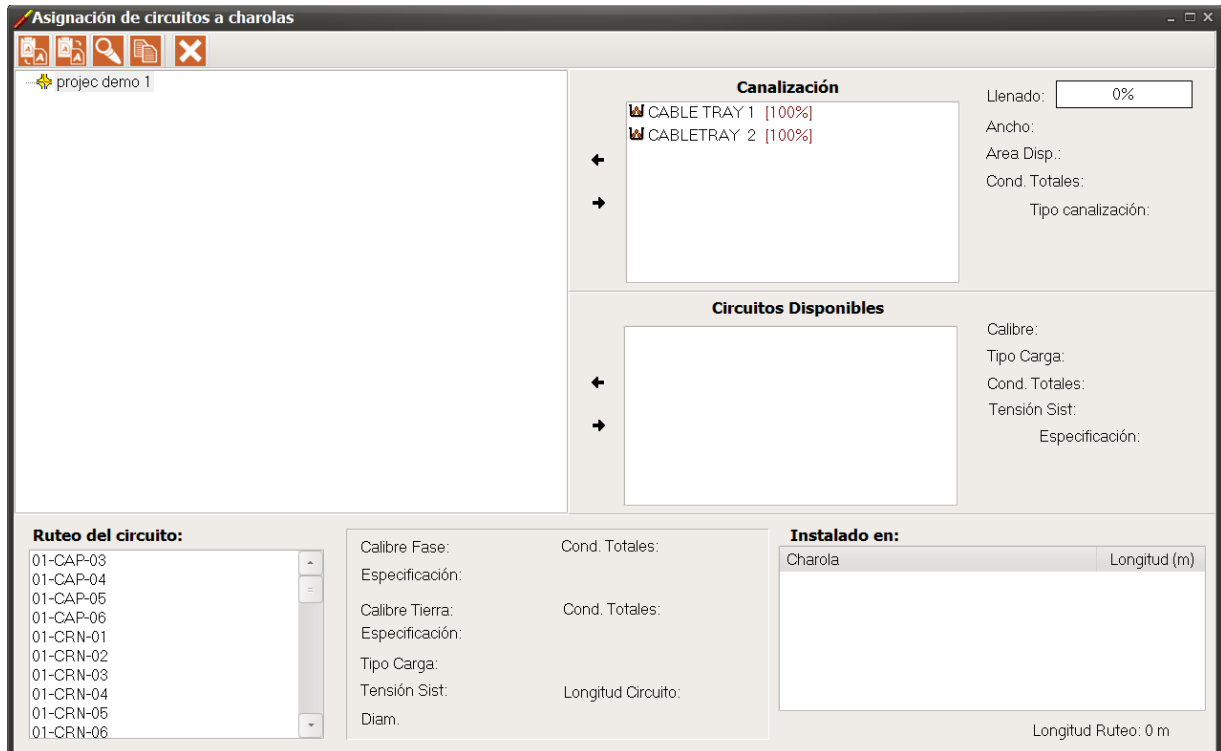
<i>Ejemplo:</i>	3.5 cm	Validación:	Limitado a los diámetros disponibles en la lista.
-----------------	--------	-------------	---

Una vez realizada la captura o registro de los tramos de charola es posible realizar la asignación de circuitos a la charola para determinar el ancho adecuado o el porcentaje de llenado.

## Asignación de circuitos a charolas y canalizaciones

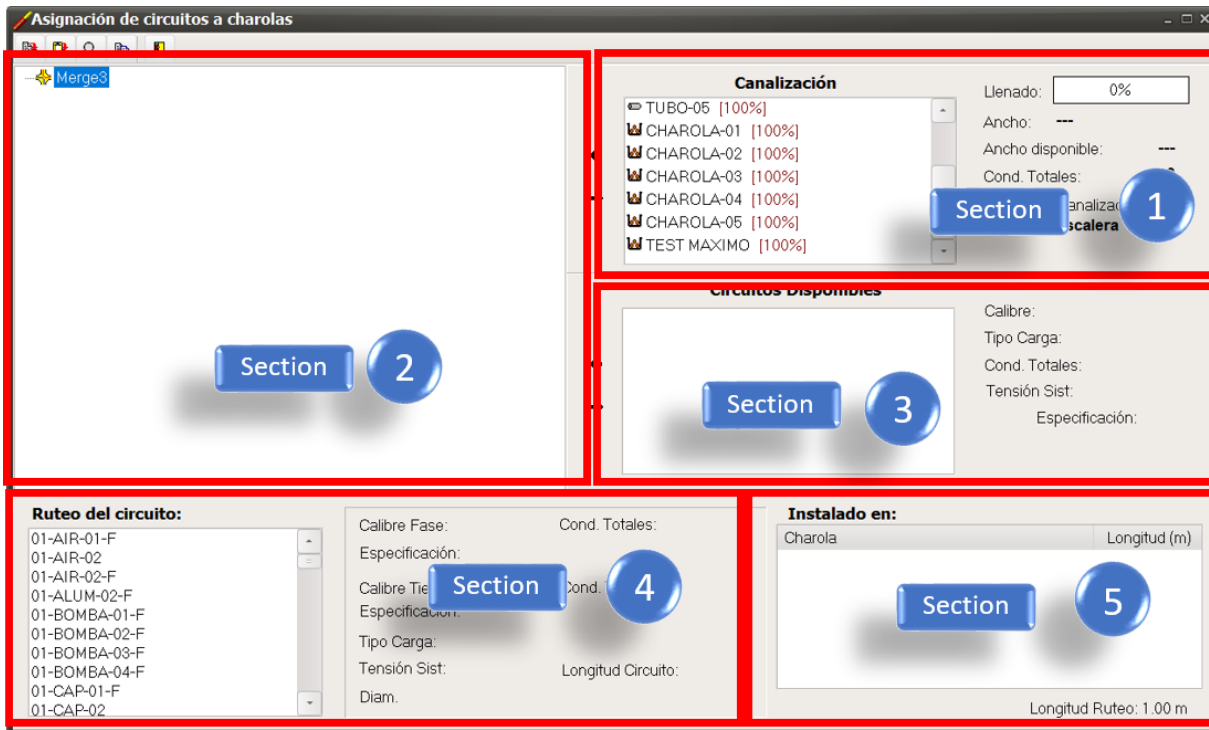
Una vez que se ha realizado la captura de la charola o canalización es posible asignar circuitos a la charola o canalización para determinar el diámetro de tubos, anchos de charolas o porcentajes de llenado.

Para acceder a la ventana de asignación del menú principal seleccione la opción "Consultas" del menú desplegado seleccione la opción "Charolas y canalizaciones" y del submenú seleccione la opción "Asignación". También es posible mostrar la ventana de asignación seleccionado el ícono de asignación de la barra de herramientas principal. El icono de asignación de circuitos es:  Al presionar este ícono o al seguir los pasos descritos a partir del menú principal se presenta la siguiente ventana de asignación de circuitos.



*Ventana de asignación de circuitos a charolas y canalizaciones*

En esta ventana se realiza la asignación de circuitos, muestra información acerca del llenado de las charolas, se puede consultar información de las especificaciones de los circuitos y proporciona información acerca del ruteo de los circuitos. Con el fin de identificar toda la información manejada en esta ventana se considera que está dividida en 5 secciones las cuales se muestran en la siguiente figura:



### Secciones de la ventana de asignación de circuitos a charolas y canalizaciones

La **sección 1 *Charolas y tubos***, indica las charolas disponibles que fueron capturadas previamente en la consulta de charolas y canalizaciones. En esta sección aparecerá también información acerca del porcentaje de llenado área o ancho disponible, número de conductores asignados y tipo de canalización.

La **sección 2 *Asignación*** mostrará la información de las charolas que serán analizadas y el número de circuitos asignados a ellas. El esquema de organización de esa sección es similar a la distribución de archivos y carpetas que muestra el Explorador de Windows (R). Esta sección cuenta con una jerarquización de elementos teniendo como raíz el nombre del proyecto.

La **sección 3 *Circuitos disponibles*** muestra la identificación de todos los circuitos que se encuentran capturados en el módulo de Selección de calibre de conductores del programa *Sizer Electric*. Esta sección también muestra información de la especificación relacionada al circuito.

La **sección 4 *Circuitos y ruteo*** muestra información de los circuitos para poder realizar un rastreo de la ruta de circuito. Esto es, una vez que el circuito es asignado a una o más charolas por medio de la lista de circuitos localizada en esta sección, será posible identificar en que charolas o canalizaciones se encuentra instalado el circuito. En esta sección también se presenta información general acerca de la carga que abastece el circuito, tensión, longitud del circuito y de la especificación asociada al circuito. Esta sección opera en conjunto con la sección 5.

La **sección 5 Ruteo** muestra todas las charolas o canalizaciones donde se encuentra instalado el circuito que está seleccionado dentro de la lista de la sección 4. Muestra información de la longitud de cada tramo de charola o canalización y totaliza la longitud de toda la trayectoria representada por la suma de las longitudes de todos los tramos de charolas o canalizaciones.

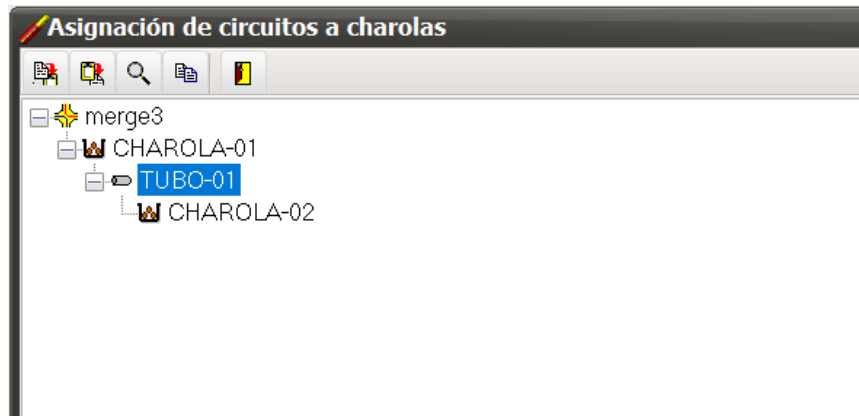
## Asignación de charolas para análisis

De la lista "Canalización" mostrada en la sección 1 seleccione la canalización que desea analizar. Al hacer doble clic por medio del mouse sobre la canalización seleccionada o por medio del botón de flecha ← localizado en el costado izquierdo de la lista, la identificación de la charola o canalización se muestra en la sección 2 conectada del elemento raíz representado por el nombre del proyecto. Al realizar esta operación la charola o canalización de la lista aparece marcado por medio de un signo de aceptación en la lista de la sección 1 como se muestra en la siguiente figura:



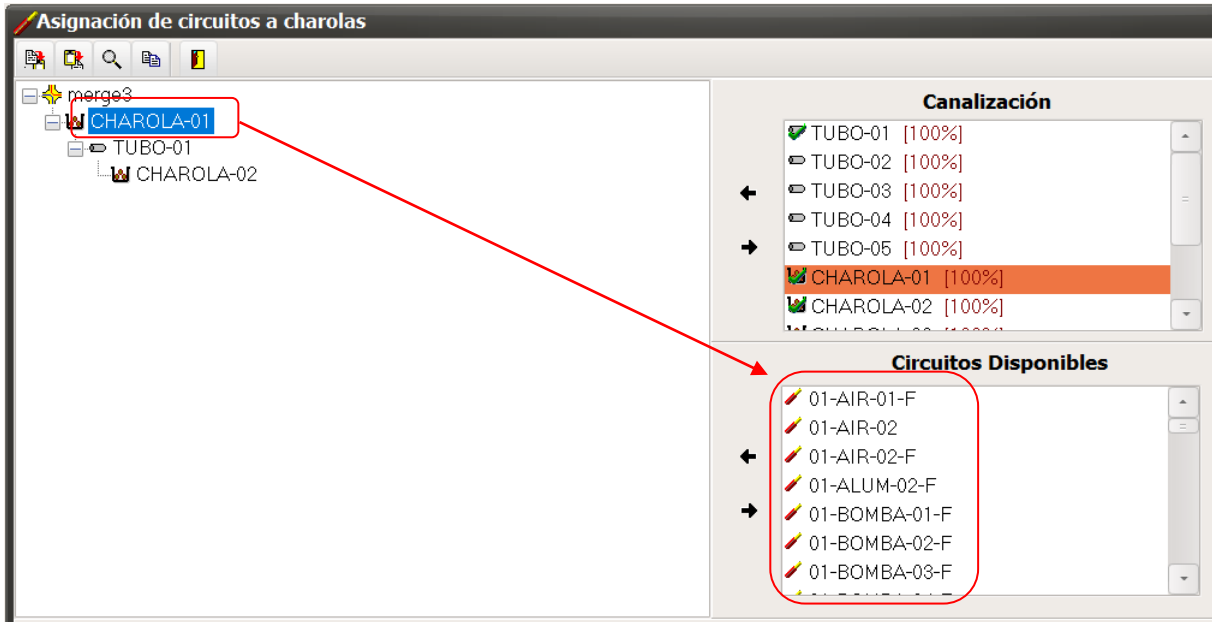
*Canalización asignada*

Para crear una red de canalizaciones o charolas interconectadas seleccione el tubo o canalización y repita el proceso de asignación descrito anteriormente. Con ello se puede lograr una jerarquización de canalizaciones que en las instalaciones eléctricas representa su interconexión como se muestra en la siguiente figura:



### *Jerarquización o interconexión de charolas y canalizaciones*

Al seleccionar la identificación de la charola o canalización dentro de la sección 1 de Asignación, la lista de conductores disponibles de la sección 3 "Circuitos disponibles" muestra la lista de circuitos que pueden ser asignados a la charola o canalización seleccionada. Como se indica en la siguiente figura:

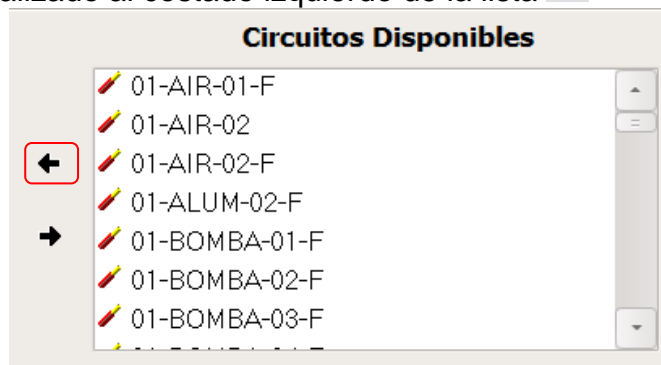


*Lista de circuitos mostrados en la sección "Circuitos disponibles" cuando se selecciona la charola en la sección 1 "Asignación"*



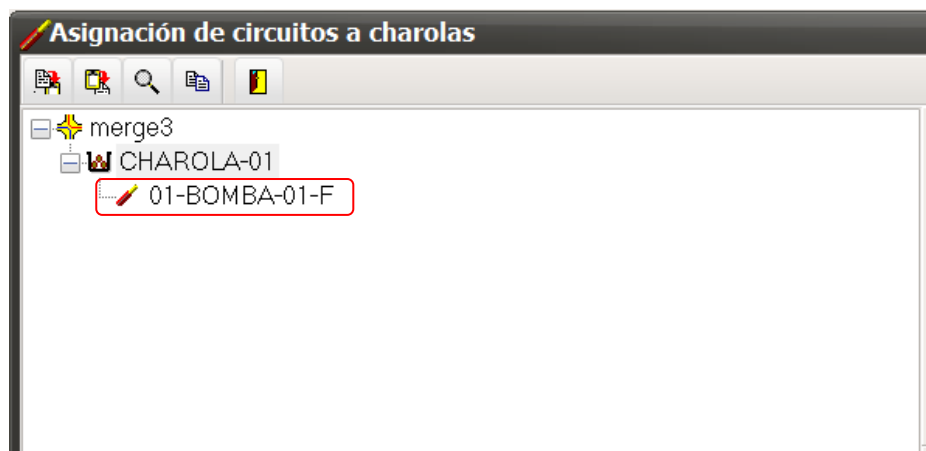
## Asignación de circuitos a charolas y canalizaciones

Para asignar un circuito a la charola o canalización seleccione el circuito disponible dentro de la lista de la sección de circuitos disponibles por medio del mouse como se indica en la siguiente figura y haga doble clic por medio del mouse o seleccione el icono de flecha localizado al costado izquierdo de la lista ←



*Circuito disponible para ser asignado a charola o canalización*

Al realizar doble clic sobre el circuito o al presionar el botón de flecha ← el circuito desaparece de la sección 3 "Circuitos disponibles" y aparece asociado a la charola o canalización dentro de la sección 1 "Asignación" como se aprecia a continuación.

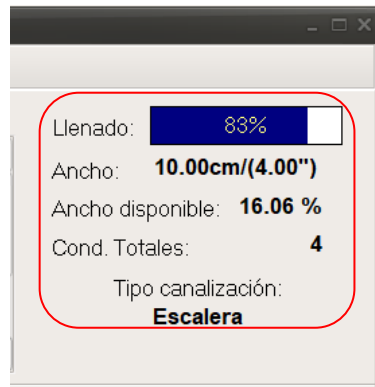


*Circuito asignado a la canalización*

**IMPORTANTE:** El circuito es asignado a la charola o canalización que se encuentra seleccionada en la sección 1 "Asignación". Por lo que debe asegurarse que antes de asignar el circuito se seleccione la charola o canalización adecuada.

Al momento de realizar la asignación del circuito a la charola o canalización en la sección 1 "Canalización" aparecen los datos relativos al porcentaje de llenado de la

charola, ancho o diámetro disponible y el número de conductores que fueron asignados a la charola o canalización como se muestra a continuación:



### *Información de llenado de charola o canalización*

Para obtener información acerca de los criterios usados para la selección o llenado de la charola o canalización consulte la sección "Selección y llenado de charolas y canalizaciones" en este capítulo.

Así mismo en la sección 4 de "Ruteo de circuito" se puede apreciar que al seleccionar el circuito asignado a la charola se muestra información general de la especificación y en la lista del lado derecho se aprecia que se agrega la charola o canalización en la cual está instalando. Conforme el circuito es asignado a diferentes charolas o canalizaciones la lista se actualiza con las identificaciones de las charolas o canalizaciones. Con esto es posible realizar un ruteo del circuito



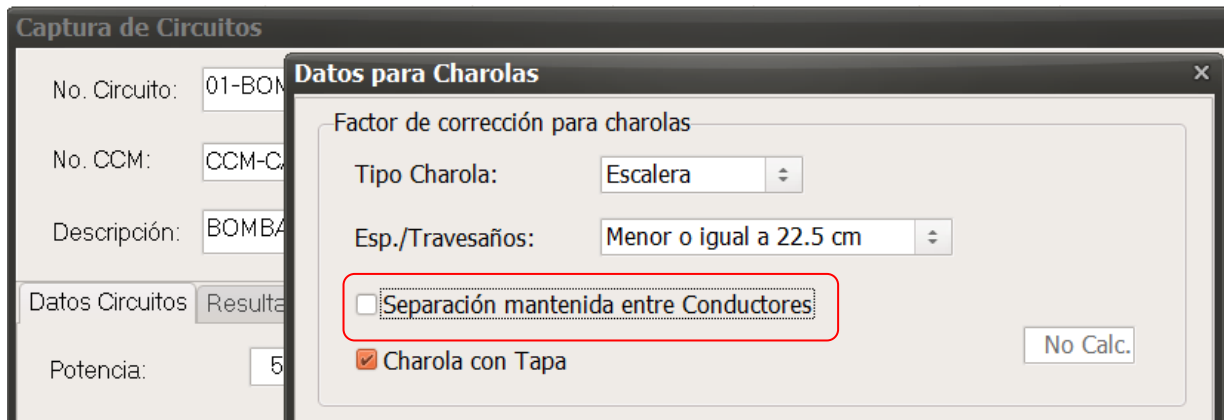
### *Ruteo del circuito a través de las canalizaciones o charolas.*

En la sección inferior de la lista con título "Instalado en:" se aprecia la suma de las longitudes de las canalizaciones o charolas donde se encuentra instalado el conductor. Cuando la suma de las longitudes de las charolas o canalizaciones excede la longitud con la que fue calculado el calibre del conductor, esta leyenda aparecerá en color rojo indicando que es necesario verificar el cálculo de la selección del conductor.

## Selección y llenado de charolas y canalizaciones

Para realizar la selección del ancho de soportes para cable tipo charola se siguen los lineamientos de las secciones 392-22(a), (b) y (c) de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012. Para el caso de análisis bajo los criterios del estándar NFPA-70 o National Electrical Code las secciones usadas son 392.22(A), (B) y (C). Para la selección del llenado de tubos conduit se emplean los criterios definidos en el capítulo 10 de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 y en las tablas 1 y 4 para el estándar NFPA-70 o National Electrical Code.

El dimensionamiento de la charolas se realiza para las combinaciones de circuitos instalados en la charola. Es necesario aclarar que para el dimensionamiento se toma en consideración la **información usada para el cálculo del conductor en el módulo de conductores**. Por ejemplo si se requiere que la charola sea dimensionada sin considerar espaciamento entre conductores, los circuitos asignados a la charola deben ser calculados como un conductores "sin separación" en la ventana de canalización en el "Modulo de cálculo de conductores", tal como se indica en la siguiente figura:



Con esta condición la charola se dimensionará considerando el siguiente arreglo:



Por otra parte si se requiere que la charola sea dimensionada considerando espaciamento entre conductores, los circuitos asignados a la charola deben ser calculados como conductores "CON separación" en la ventana de canalización en el "Modulo de cálculo de conductores":

**Captura de Circuitos**

No. Circuito: 01-BOM  
 No. CCM: CCM-C  
 Descripción: BOMBA

Datos Circuitos Resultados

Potencia: 5

**Datos para Charolas**

Factor de corrección para charolas

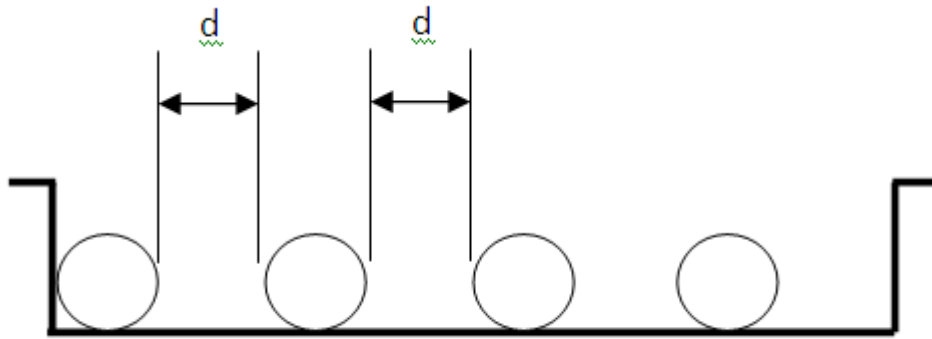
Tipo Charola: Escalera

Esp./Travesaños: Menor o igual a 22.5 cm

Separación mantenida entre Conductores

Charola con Tapa

No Calc.



Para arreglos en trébol (Triplex, triángulo, delta, etc.) además de considerar la separación mantenida entre conductores se deberá seleccionar el tipo de conductor como monopolar trébol en la ventana de captura de circuitos, como se indica en la siguiente figura.

**Captura de Circuitos**

No. Circuito: 01-BOMBA-01-F No. Equipo:  01-BOMBA-01 Tipo de Carga: Motor

No. CCM: CCM-CAMBIADO Area: 01 T Sistema (V), No. de fases y Temp Oper °C: 480.00 | Ø3 | 75.00

Descripción: BOMBA DE RECIRCULACION DE EFLUENTES

Datos Circuitos Resultados Memoria

Potencia: 50.00 Longitud: 200 m. Factor de Potencia: 0.8950

Unidades: HP Número de Hilos: 3 Eficiencia: 0.9100

Corriente de Placa: 0.00 Amp. Tipo Cable: Triplex

Factor de Demanda: 1.0000

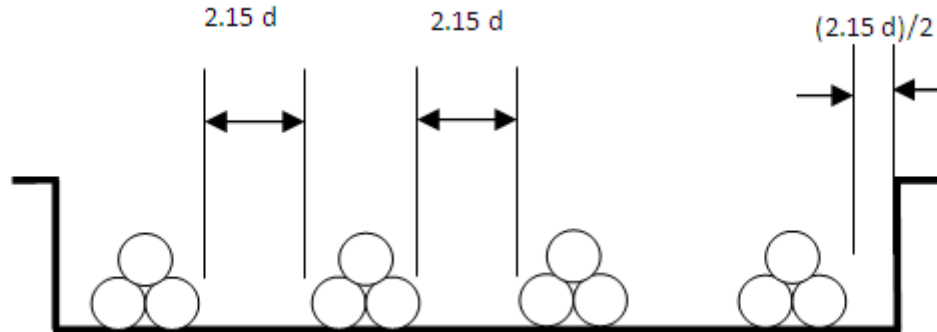
Canalización: Charola Temp. Max. Conectores: 75 °C

Realizar Cálculo por CC

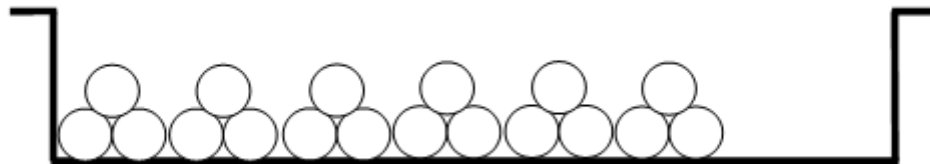
Estimar Conductor puesta tierra

Ventana de captura de circuitos. (Campo tipo de cable)

Arreglo con separación para arreglos triangulo o triplex (Implica una separación mínima no menor a 2.15 veces el diámetro del conductor de diámetro mayor de acuerdo con 392.80(2)(d) NEC-2017):



Instalación sin separación para circuitos monopulares en arreglos Triangulares o triplex (No definido en el NEC-2017) son considerados como conductores en una sola capa con la suma de los diámetros de los conductores de la segunda cama como espacio libre para la circulación de aire:



Lo anterior se maneja para evitar que existan **incongruencias entre los criterios usados para el cálculo del conductor por capacidad de conducción y las condiciones reales de instalación** (asociadas al dimensionamiento de la charola). Si los conductores fueron calculados CON espaciamiento entre ellos (que implica factores de ajuste de capacidad de conducción más benévolos), entonces se asegura que el diámetro de los mismos más el espaciamiento sea considerado al momento de seleccionar la charola (Por ejemplo: Suma de Diámetro del conductor+ diámetro de espaciamiento entre ellos).

Si el circuito fue calculado SIN considerar la separación (Factores de ajuste de capacidad de conducción más rígidos) solamente será considerada la suma de diámetros para la selección del ancho de la charola. Lo mismo sucede en el caso de los circuitos en trébol pero en este caso se considera que la distancia de separación entre conductores sea de 2.15 veces el diámetro del conductor.

A continuación se presentan los requisitos incluidos en la NOM-001-SEDE-2012 relativos a la selección y llenado de soportes para cable tipo charola:

**392-22. Número de cables o conductores.**

**a) Número de cables multiconductores de 2000 volts o menos, en charolas portacables.** El número de cables multiconductores de 2000 volts o menos, permitidos en una sola charola portacables, no debe exceder lo establecido en esta sección. Los tamaños de los conductores que se indican, se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio.

Tabla 392-22(a).- Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado, tipo malla o fondo sólido para cables de 2000 volts o menos.

Ancho interior de la charola portacables cm	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores			
	Charolas portacables tipo escalera, tipo malla o fondo ventilado, 392-22(a)(1)		Charolas portacables tipo fondo sólido, 392-22(a)(3)	
	Columna 1 Aplicable sólo por 392-22(a)(1)(b) mm <sup>2</sup>	Columna 2 <sup>a</sup> Aplicable sólo por 392-22(a)(1)(c) mm <sup>2</sup>	Columna 3 Aplicable sólo por 392-22(a)(3)(b) mm <sup>2</sup>	Columna 4 <sup>a</sup> Aplicable sólo por 392-22(a)(3)(c) mm <sup>2</sup>
5	1 500	1 500 - (30 Sd)	1 200	1 200 - (30 Sd)
10	3 000	3 000 - (30 Sd)	2 300	2 300 - (30 Sd)
15	4 500	4 500 - (30 Sd)	3 500	3 500 - (30 Sd)
20	6 000	6 000 - (30 Sd)	4 500	4 500 - (30 Sd)
22.5	6 800	6 800 - (30 Sd)	5 100	5 100 - (25 Sd)
30	9 000	9 000 - (30 Sd)	7 100	7 100 - (25 Sd)
40	12 000	12 000 - (30 Sd)	9 400	9 400 - (30 Sd)
45	13 500	13 500 - (30 Sd)	10 600	10 600 - (25 Sd)
50	15 000	15 000 - (30 Sd)	11 800	11 800 - (30 Sd)
60	18 000	18 000 - (30 Sd)	14 200	14 200 - (25 Sd)
75	22 500	22 500 - (30 Sd)	17 700	17 700 - (25 Sd)
90	27 000	27 000 - (30 Sd)	21 300	21 300 - (25 Sd)

\* Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de las columnas 2 y 4. Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en milímetros cuadrados, para una charola portacables de 15 centímetros de ancho en la columna 2, debe ser 4500 menos (30 multiplicado por Sd).

<sup>a</sup> El término Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de los diámetros, en milímetros, de todos los cables multiconductores de 107 mm<sup>2</sup> (4/0AWG) y más grandes instalados en la misma charola con cables más pequeños.

**1) Charolas portacables tipo escalera, tipo malla o fondo ventilado que contiene cualquier combinación de cables.** Cuando una charola portacables de escalera, malla o fondo ventilado contenga cables multiconductores de fuerza o de alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, control y señalización, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

- Si todos los cables son de tamaño 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o más grandes, la suma de los diámetros de todos los cables no debe exceder el ancho de la charola y los cables deben ir instalados en una sola capa. Cuando la ampacidad del cable está determinada de acuerdo con 392-80(a)(1)(c), el ancho de la charola portacables no debe ser menor a la suma de los diámetros de los cables y la suma de los anchos de las separaciones exigidas entre los cables.
- Si todos los cables son de tamaño menor a 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 1 de la Tabla 392-22(a), para el ancho correspondiente de la charola portacables.
- Si en la misma charola portacables se instalan cables de tamaño 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o mayores, con cables de tamaño menor que 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables inferiores al 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) no debe exceder el área de ocupación

máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 392-22(a), para el ancho apropiado de la charola. Los cables de tamaño 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

**2) Charolas portacables de escalera, malla o fondo ventilado que contienen cables**

**multiconductores de control y/o señalización únicamente.** Cuando una charola portacables de escalera, malla o fondo ventilado, con una profundidad interior útil de 15 centímetros o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal no debe exceder el 50 por ciento del área de la sección transversal interior de dicha charola. Se debe usar una profundidad de 15 centímetros para calcular el área de la sección interior permisible de cualquier charola portacables que tenga una profundidad interior útil de más de 15 centímetros.

**3) Charolas portacables de fondo sólido que contienen cualquier combinación de cables.** Cuando haya charolas portacables de fondo sólido con cables multiconductores de fuerza o alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, señales y control, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

- a. Si todos los cables son del 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables no debe exceder el 90 por ciento del ancho de la charola y los cables deben estar instalados en una sola capa.
- b. Si todos los cables son de menos tamaño de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 3 de la Tabla 392-22(a), para el ancho apropiado de la charola.
- c. Si en la misma charola se instalan cables de tamaño 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o más grandes, con cables de menor tamaño de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de tamaño menor de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) no debe exceder el área de ocupación máxima permitida resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 392-22(a), para el ancho correspondiente de la charola. Los cables del 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

**4) Charolas de fondo sólido que contienen cables multiconductores de control y/o señalización solamente.** Cuando una charola portacables de fondo sólido, con una profundidad interior útil de 15 centímetros o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal de la charola no debe exceder el 40 por ciento del área de la sección transversal interior de dicha charola. Se debe usar una profundidad de 15 centímetros para calcular el área máxima de la sección interior permisible de cualquier charola portacables que tenga una profundidad interior útil de más de 15 centímetros.

**5) Charolas portacables de canal ventilado que contienen cables multiconductores de cualquier tipo.** Cuando las charolas portacables de canal ventilado contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

- a. Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 392-22(a)(5).
- b. Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 392-22(a)(5)

**6) Charolas portacables de canal sólido.** Cuando las charolas portacables de canal sólido contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

- a. Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 392-22(a)(6).
- b. Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 392-22(a)(6).

Tabla 392-22(a)(5).- Area de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de canal ventilado para cables de 2000 volts o menos

Ancho interior de la charola	Area de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Columna 1 Un sólo cable	Columna 2 Más de un cable
cm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
7.5	1500	850
10	2900	1600
15	4500	2450

Tabla 392-22(a)(6).- Area de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de canal sólido para cables de 2 000 volts o menos

Ancho interior de la charola	Area de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Columna 1 Un sólo cable	Columna 2 Más de un cable
cm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
5.0	850	500
7.5	1300	700
10	2400	1400
15	3600	2100

**b) Número de cables de un solo conductor de 2000 volts o menos en charolas portacables.** El número de cables de un solo conductor de 2000 volts o menos, permitidos en una sola sección de una charola portacables, no debe exceder los requisitos de esta sección. Los conductores individuales o los ensambles de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de toda la charola. Los tamaños de los conductores, se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio.

**1) Charolas portacables de tipo escalera o de fondo ventilado.** Cuando una charola portacables tipo malla, de escalera o de fondo ventilado contenga cables de un solo conductor, el número máximo de dichos cables debe cumplir los siguientes requisitos:



- a. Si todos los cables son de 507 mm<sup>2</sup> (1000 kcmil) o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la charola y todos los cables se deben instalar en una sola capa. Se permitirá que los conductores que están atados conjuntamente para abarcar cada grupo de un circuito, se instalen en forma diferente de una sola capa.
- b. Si todos los cables son de 127 mm<sup>2</sup> (250 kcmil) hasta 456 mm<sup>2</sup> (900 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de un solo conductor, no debe exceder el área de ocupación máxima permitida en la columna 1 de la Tabla 392-22(b)(1) para el ancho correspondiente de la charola.
- c. Si se instalan en la misma charola cables de un solo conductor de 507 mm<sup>2</sup> (1000 kcmil) o mayores con cables de un solo conductor menores a 507 mm<sup>2</sup> (1000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables menores a 507 mm<sup>2</sup> (1000 kcmil) no debe exceder el área de ocupación máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 392-22(b)(1) para el ancho correspondiente de la charola.
- d. Cuando cualquiera de los cables de un solo conductor instalados sea de 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) hasta 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la charola.

**Tabla 392-22(b)(1).- Área de ocupación permisible para cables de un solo conductor en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado o malla ventilada para cables de 2000 volts o menos**

Ancho interior de la charola portacables	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores Charolas portacables tipo escalera o fondo ventilado	
	Columna 1 Aplicable sólo por 392-22(b)(1)(b)	Columna 2a Aplicable sólo por 392-22(b)(1)(c)
Centímetros	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
5	1 400	1 400 - (28 Sd)
10	2 800	2 800 - (28 Sd)
15	4 200	4 200 - (28 Sd)
20	5 600	5 600 - (28 Sd)
22.5	6 100	6 100 - (28 Sd)
30	8 400	8 400 - (28 Sd)
40	11 200	11 200 - (28 Sd)
45	12 600	12 600 - (28 Sd)
50	14 000	14 000 - (28 Sd)
60	16 800	16 800 - (28 Sd)
75	21 000	21 000 - (28 Sd)
90	25 200	25 200 - (28 Sd)

\* Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de las columnas 2. Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en milímetros cuadrados, para una charola portacables de 15 centímetros de ancho en la columna 2, debe ser 4200 menos (28 multiplicado por Sd). El término Sd de las columnas 2 es la suma de los diámetros, en milímetros, de todos los cables individuales de 507 mm<sup>2</sup> y más mayores instalados en la misma charola con cables más pequeños.

**2) Charolas de canal ventilado.** Cuando una charola portacables de canal ventilado de 5, 7.50, 10 o 15 centímetros de ancho contenga cables de un solo conductor, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho interior del canal.

**c) Número de cables de media tensión y tipo MC (más de 2000 volts) en charolas portacables.** El número de cables de más de 2000 volts permitido en una sola charola portacables no debe exceder los requisitos de esta sección.

La suma de los diámetros de los cables de un solo conductor y multiconductores no debe exceder el ancho de la charola portacables y los cables deben estar instalados en una sola capa. Cuando los cables de un solo conductor vayan en grupos de tres conductores o cuatro conductores o atados formando grupos por circuitos, la suma de los diámetros de los conductores individuales no debe exceder el ancho de la charola portacables y estos grupos se deben instalar en una sola capa.”

## Selección y llenado de canalizaciones

A continuación se presenta una parte del capítulo 10 de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 donde se definen los criterios para determinar el diámetro de tubo conduit o para calcular el porcentaje de llenado.

### CAPITULO 10 TABLAS

Tabla 1.- Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores

Número de conductores	Todos los tipos de conductores
1	53
2	31
Más de 2	40

**NOTA 1:** Esta Tabla 1 se basa en las condiciones más comunes de cableado y alineación de los conductores, cuando la longitud de los tramos y el número de curvas de los cables están dentro de límites razonables. Sin embargo, en determinadas condiciones se podrá ocupar una parte mayor o menor de los conductos.

**NOTA 2:** Cuando se instalen tres conductores o cables dentro de una canalización, si la relación de la canalización (diámetro interno) con el conductor o cable (diámetro externo) está entre 2.8 y 3.2, los cables se podrán atascar dentro de la canalización por lo que se debe instalar una canalización de tamaño inmediato superior. Si bien puede ocurrir un atascamiento cuando se instalen cuatro o más conductores o cables dentro de una canalización, la probabilidad es muy baja.

#### Notas de las Tablas

- (1) Véase el apéndice C para el número máximo de conductores y cables de aparatos, todos del mismo tamaño (área de la sección transversal total incluido el aislamiento) permitidos en los tamaños comerciales aplicables de tubo conduit y tuberías
- (2) La Tabla 1 se aplica sólo a instalaciones completas de tubo conduit o tuberías y no a conductos o tuberías que se emplean para proteger a los cables expuestos contra daño físico.
- (3) Para calcular el por ciento de ocupación de los cables en tubo conduit, se deben tener en cuenta los conductores de puesta a tierra y unión de los equipos, cuando se utilicen. En los cálculos se debe utilizar la dimensión real y total de los conductores de puesta a tierra y unión de los equipos, tanto si están aislados como desnudos.
- (4) Cuando entre las cajas, gabinetes y envolventes similares se instalan niples cuya longitud total no supera 60 cm., se permite que esos niples estén ocupados hasta el 60% de su sección transversal total y que no se apliquen los factores de ajuste que establece la Sección 310-15(b)(3).
- (5) Para conductores no incluidos en el Capítulo 10, como por ejemplo los cables multiconductores y los cables de fibra óptica, se deben utilizar sus dimensiones reales.
- (6) Para combinaciones de conductores de distinto tamaño nominal se aplican las Tablas 5 y 5A para dimensiones de los conductores y la Tabla 4 para las dimensiones del tubo conduit.
- (7) Cuando se calcula el número máximo de conductores permitidos en tubo conduit, todos del mismo tamaño (incluido el aislamiento), se debe tomar el número inmediato superior si los cálculos del número máximo de conductores permitido dan un resultado decimal de 0.8 o superior.
- (8) Cuando otras Secciones de esta norma permitan utilizar conductores desnudos, se permite utilizar las dimensiones de los conductores desnudos de la Tabla 8.
- (9) Para calcular el por ciento de ocupación en tubo (conduit), un cable multiconductor o un cable flexible de dos o más conductores se debe considerar como un solo conductor. Para cables de sección transversal elíptica, el cálculo del área de su sección transversal se hace tomando el diámetro mayor de la elipse como diámetro de un círculo.

**Tabla 4.- Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit (basado en la Tabla 1, de este Capítulo)**

Artículo 358 – Tubo conduit no metálico (EMT)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
16	½	15.8	196	118	104	61	78
21	¾	20.9	343	206	182	106	137
27	1	26.8	556	333	295	172	222
35	1 ¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1 ½	40.9	1314	788	696	407	526
53	2	52.5	2165	1299	1147	671	866
63	2 ½	69.4	3783	2270	2005	1173	1513
78	3	85.2	5701	3421	3022	1767	2280
91	3 ½	97.4	7451	4471	3949	2310	2980
103	4	110.1	9521	5712	5046	2951	3808

Artículo 362 – Tubo conduit no metálico (ENT)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
16	½	14.2	158	95	84	49	63
21	¾	19.3	293	176	155	91	117
27	1	25.4	507	304	269	157	203
35	1 ¼	34	908	545	481	281	363
41	1 ½	39.9	1250	750	663	388	500
53	2	51.3	2087	1240	1095	641	827
63	2 ½	—	—	—	—	—	—
78	3	—	—	—	—	—	—
91	3 ½	—	—	—	—	—	—

Artículo 348 – Tubo conduit metálico flexible (FMC)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	¾	9.70	74	44	39	23	30
16	½	16.10	204	122	108	63	81
21	¾	20.90	343	206	182	106	137
27	1	25.90	527	316	279	163	211
35	1 ¼	32.40	824	495	437	256	330
41	1 ½	39.10	1201	720	636	372	480
53	2	51.80	2107	1264	1117	653	843
63	2 ½	63.50	3167	1900	1678	982	1267
78	3	78.20	4560	2736	2417	1414	1824
91	3 ½	88.90	6207	3724	3290	1924	2493
103	4	101	8107	4864	4297	2513	3243

ESTA PAGINA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

# 7

## Captura de Especificaciones de Conductores

Localización: Consultas | *Especificaciones*

La especificación representa la descripción de las características más representativas de un conductor asociado a un circuito. Como parte del proceso de selección del calibre de un conductor solamente se obtiene información acerca del tamaño nominal del conductor de cobre o de aluminio pero no se tiene mayor información acerca de las dimensiones totales, nivel de aislamiento, o tipo de aislamiento. Por medio de la especificación, Sizer Electric puede asociar toda esta información a un circuito de manera que se pueda contar con información de las características del conductor.

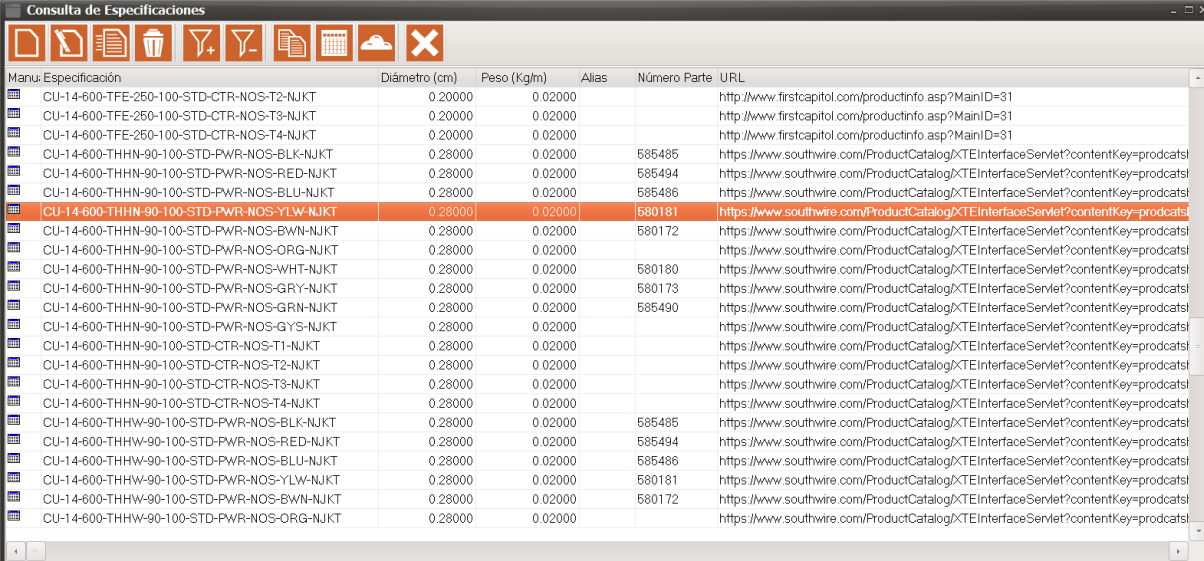
Adicionalmente por medio de la especificación es posible asignar el diámetro total y peso por metro de un conductor. Esta información es empleada para determinar posteriormente el ancho de la charola o diámetro de la canalización donde se encuentre instalado el circuito. La información de las especificaciones puede ser consultada y editada de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Es importante notar que *Sizer Electric* cuenta con 2 librerías de datos: Las propias del programa (*Sizer Electric*) y las del fabricante *Southwire*. Estas se seleccionan en la sección de "*Normas*". La librería de *Sizer Electric* está definida con base en valores y pesos promedio de diferentes fabricantes del mercado. La librería de *Southwire*

integra la información precisa de todos los conductores de este fabricante lo cual incrementa la precisión de la selección de charolas y canalizaciones y facilita el proceso de adquisición y suministro de estos materiales. Adicionalmente usted podrá obtener una cotización inmediata de los conductores de su proyecto (*Vea Resumen de Conductores*).

**Nota:** Asegúrese que en la sección de "Normas" se ha seleccionado la librería de especificaciones adecuada a los requerimientos de su proyecto ya que cualquier edición a la información será realizada sobre la librería elegida.

Para acceder a la información disponible de las especificaciones se debe seleccionar la opción "Consultas" del Menú principal y a continuación, del submenú desplegado, seleccionar la opción "Especificaciones". A continuación se presentará la siguiente retícula:



Manu: Especificación	Diámetro (cm)	Peso (Kg/m)	Alias	Número Parte	URL
CU-14-600-TFE-250-100-STD-CTR-NOS-T2-NJKT	0.20000	0.02000			http://www.firstcapitol.com/productinfo.asp?MainID=31
CU-14-600-TFE-250-100-STD-CTR-NOS-T3-NJKT	0.20000	0.02000			http://www.firstcapitol.com/productinfo.asp?MainID=31
CU-14-600-TFE-250-100-STD-CTR-NOS-T4-NJKT	0.20000	0.02000			http://www.firstcapitol.com/productinfo.asp?MainID=31
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-BLK-NJKT	0.28000	0.02000		585485	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-RED-NJKT	0.28000	0.02000		585494	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-BLU-NJKT	0.28000	0.02000		585486	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-YLW-NJKT	0.28000	0.02000		580181	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-BWN-NJKT	0.28000	0.02000		580172	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-ORG-NJKT	0.28000	0.02000			https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-WHT-NJKT	0.28000	0.02000		580180	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-GRY-NJKT	0.28000	0.02000		580173	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-GRN-NJKT	0.28000	0.02000		585490	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-PWR-NOS-GYS-NJKT	0.28000	0.02000			https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-CTR-NOS-T1-NJKT	0.28000	0.02000			https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-CTR-NOS-T2-NJKT	0.28000	0.02000			https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-CTR-NOS-T3-NJKT	0.28000	0.02000			https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHN-90-100-STD-CTR-NOS-T4-NJKT	0.28000	0.02000			https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHW-90-100-STD-PWR-NOS-BLK-NJKT	0.28000	0.02000		585485	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHW-90-100-STD-PWR-NOS-RED-NJKT	0.28000	0.02000		585494	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHW-90-100-STD-PWR-NOS-BLU-NJKT	0.28000	0.02000		585486	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHW-90-100-STD-PWR-NOS-YLW-NJKT	0.28000	0.02000		580181	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHW-90-100-STD-PWR-NOS-BWN-NJKT	0.28000	0.02000		580172	https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst
CU-14-600-THHW-90-100-STD-PWR-NOS-ORG-NJKT	0.28000	0.02000			https://www.southwire.com/ProductCatalog/XTEInterfaceServlet?contentType=prodcatst

Esta retícula presenta un icono adicional en la barra de herramientas el cual se muestra a continuación:



*Botón para consulta de la información del sitio web de la especificación del conductor*

Esta opción permite abrir la dirección URL de la especificación del conductor haciendo uso del explorador de internet instalado en la computadora del equipo. Esto permite consultar en línea la información del producto.

Para editar la información de alguna especificación en particular se debe seleccionar el renglón correspondiente hasta que aparezca sombreado y entonces se deberá hacer doble clic por medio del mouse. También es posible acceder a la información

de la especificación seleccionando el renglón correspondiente y presionando el icono "Modificar" localizado en el menú de herramientas en la cabecera de esta retícula.



Icono para modificar especificaciones.

A continuación se presentará la ventana de edición y registro de especificaciones siguiente:

**Captura de Especificaciones**

Especificación:  Manual

Diámetro:  cm Alias:

Peso:  kg/m Número Parte:

Datos Descripción

Material Conductor:  Nivel Aislamiento:

Calibre:  \*  AWG Tipo Conductor:

Tierra  \*  AWG Aplicación:

Tensión:  Volts Pantalla:

Aislamiento:  Color:

Maxima Temperatura:  Cubierta Exterior:

*Ventana de captura de especificaciones*

A continuación se indica la información que debe ser capturada en cada uno de los campos de la ventana de especificaciones.

**Especificación:** Es un nombre único e irrepetible en el proyecto que identifica a la descripción del conductor. Existen dos posibilidades para la definición de la especificación: Una consiste en capturarla directamente dentro del cuadro de texto para lo cual se debe activar la casilla de verificación contigua de nombre "Manual". Otra opción consiste en seleccionar la información de los campos en forma de lista de esta ventana de captura, con ello se forma un texto que distingue a la especificación. Debido a que el nombre de la especificación se asocia con los

resultados del cálculo de conductores, es necesario que exista una especificación para cada combinación de resultados posibles del método de cálculo.

**Manual:** Como se indicó en la definición anterior, esta casilla de verificación sirve para indicar si el nombre de la especificación será definido por el usuario (Activada) o si se definirá en función de la información capturada de los campos de la forma (Desactivada).

**Diámetro:** Es el diámetro exterior total del conductor definido en la especificación. Este valor está expresado en centímetros.

**Peso:** Es la definición del peso por metro lineal que tendrá el conductor de la especificación. Este valor es usado para totalizar el peso por metro lineal que deberá soportar la charola para cables.

**Alias:** Este campo permite asignar un nombre personalizado a la especificación para adecuarse a la documentación interna de otros sistemas propios del usuario.

**Numero de catálogo:** Es la identificación comercial del fabricante del producto. Generalmente es obtenida de manuales técnicos o catálogos del fabricante. Esta información será incluida en la descripción de la especificación de los conductores para asociar específicamente el conductor a una clave reconocida por el fabricante.

## PESTAÑA DE DATOS

En la pestaña de datos se captura la información del conductor. Si no fue seleccionada la casilla "Manual", la información capturada en estos campos integrará la especificación del conductor. Los datos a capturar son los siguientes.

**Material Conductor:** Es la definición del material para la construcción del conductor que puede ser de cobre o aluminio.

**Calibre:** Este campo cuenta con 2 cuadros de texto, el primero representa el número de conductores para multiconductores. Si se captura el número 1 en este cuadro de texto se hará referencia a un conductor monopolar. El segundo cuadro de texto representa el tamaño nominal del conductor expresado en sistema AWG o KCM.

**Tierra:** Es el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra para multiconductores, expresado en sistema AWG ó KCM

**Tensión:** Es el valor de la tensión nominal de operación del conductor expresada en volts.

**Aislamiento:** Es el tipo de aislamiento del conductor de acuerdo con la norma elegida.

**Máxima temperatura:** Es la máxima temperatura de operación de conductor de acuerdo al aislamiento expresada en grados centígrados.



**Nivel de aislamiento:** Es la capacidad del aislamiento del conductor para soportar sobretensión ocasionadas por el tipo de puesta a tierra y el tiempo de disipación de la falla.

**Tipo Conductor:** Describe el tipo de conductor teniéndose seis posibles opciones: *Estándar* que es un cable eléctrico promedio. *Tipo TC* que es el conductor permitido para uso en charola "TC - Cable Tray". *Tipo TC-ER* (Tipo TC – Exposed Run) para conductores tipo TC que pueden extender su instalación en sitios sin soporte o canalizaciones continuas. Se tienen 3 opciones para cable Armado: *Armado AIA* (Aluminum Interlocked Armor), *Armado GSA* (Galvanized Steel Armor) y *Armado CWA* (Corrugated Welded Armor). Estas opciones existen debido a que el diámetro y peso del conductor (empleado para la selección de charolas y canalizaciones) varía de acuerdo con el tipo de conductor y es necesaria la precisa definición del tipo de conductor para integrar su especificación.

**Aplicación:** Permite definir el uso y tipo de energía que conducirá el conductor. Se tienen 2 opciones: Fuerza para cables de energía y Control para circuitos de este tipo.

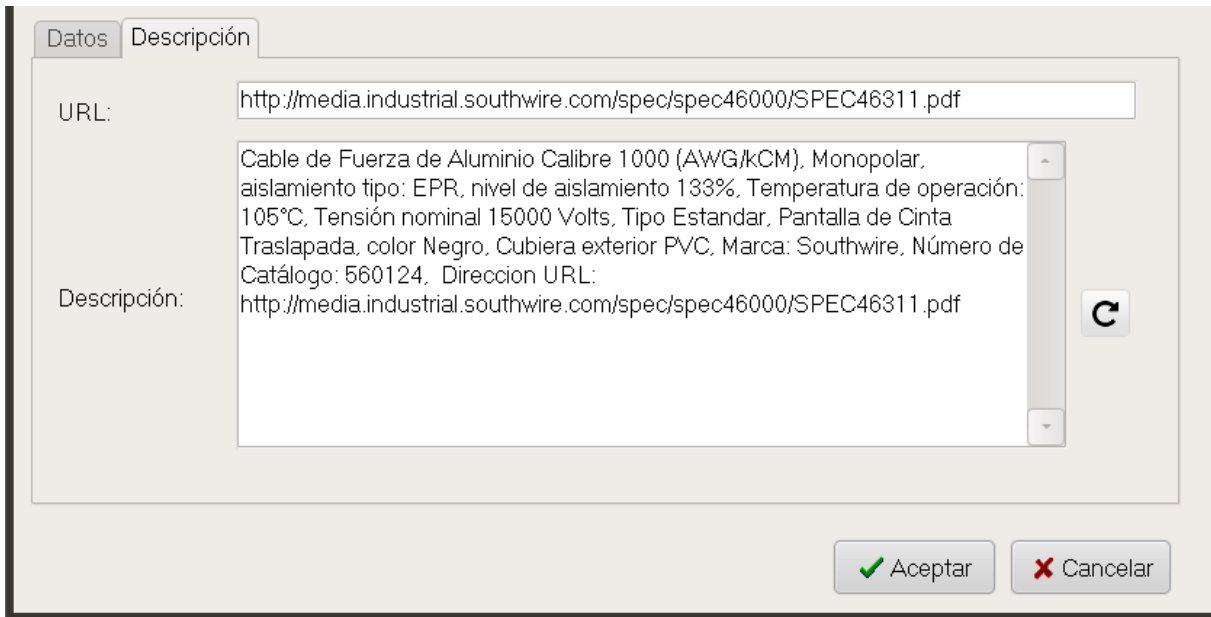
**Pantalla Metálica:** Indica si el conductor lleva inter construida una pantalla metálica para evitar esfuerzos dieléctricos dentro del aislamiento. Se cuenta con 3 opciones: *Sin pantalla*, *Con pantalla helicoidal de cinta metálica traslapada del mismo material del conductor (OVR-Overlapped)* y *Con pantalla de conductores desnudos helicoidales de cobre (BCW- Bare Copper Wires)*.

**Color:** En esta opción se define el color del conductor particular de la especificación. Para el caso de especificación de conductores monopolares de fuerza se podrá seleccionar cualquier color. Para la especificación de multiconductores de fuerza se deberá seleccionar la combinación en color Negro o la combinación N+R+A+B (Negro, Rojo, Azul, y Blanco). Para los conductores de control las opciones son las 4 tablas descriptivas incluidas dentro del estándar ICEA S-58-679-1988 que contienen la secuencia de colores para circuitos de control.

## PESTAÑA DESCRIPCION

En la pestaña de *Descripción* se muestran 2 campos

**URL:** (Uniform Resource Locator) es un identificador de recursos uniforme o dirección de internet que es la dirección relativa donde se encuentra el catálogo en línea del conductor descrito por la especificación. Esto es particularmente útil para consultar la información más reciente del fabricante del conductor y facilitar el intercambio de información con el resto de los equipos de trabajo como áreas de compra, construcción, etc.



Datos Descripción

URL:

Descripción:

✓ Aceptar ✗ Cancelar

Una vez capturado la dirección URL del producto podrá ser consultado seleccionando el registro de la especificación y presionando en la barra de herramientas el siguiente botón:



*Botón para consulta de la información del sitio web de la especificación del conductor*

**Descripción:** Este es un campo alfanumérico que es usado para incluir la descripción del conductor definido por la especificación. Si no fue seleccionada la casilla “Manual”, la información presentada se generara automáticamente en función de los datos capturados en la pestaña de *Datos*. Si fue verificada la casilla “Manual” mostrara la última descripción de la especificación presentada para la libre edición de parte del usuario. Esta descripción aparecerá posteriormente en la sección de Resumen de Conductores donde se describen y totalizan los materiales del proyecto.

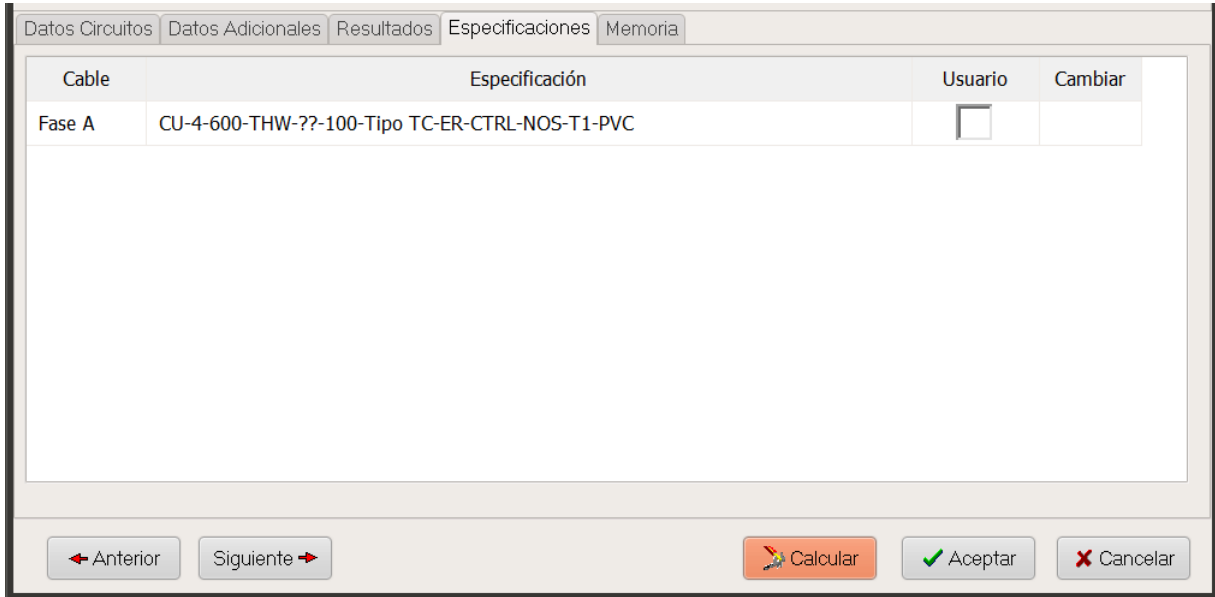
El botón localizado a un costado del cuadro de texto permite actualizar el texto de la descripción creada cuando la especificación se integra a partir de la información de los campos. Este botón también permite refrescar la información cuando se actualiza el URL del producto, el Alias o el Numero de Catalogo.



*Botón para actualizar la información del campo Descripción.*

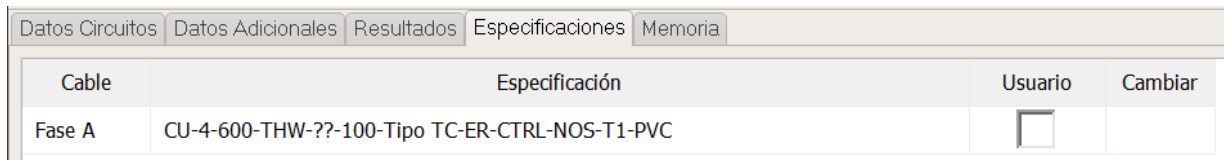
## Selección de especificaciones por usuario

Una vez que se ha realizado el cálculo del tamaño nominal del conductor se presenta en la pestaña *Especificaciones* la especificación asignada, como se indica en la siguiente ventana:




## Selección personalizada de especificación.


Cuando se realiza el cálculo del calibre del conductor, *Sizer Electric* genera una especificación automática del circuito de acuerdo al tipo de conductor, calibre y tensión del sistema. Todas las posibles combinaciones de especificación generadas por el programa se encuentran predefinidas en el proyecto.



La información de la especificación como el diámetro peso y descripción será empleada para dimensionar soportes para cable tipo charola y canalizaciones.(Vea capítulo de *Asignación de circuitos a charolas y especificaciones*)

Sin embargo, si los datos de la especificación no corresponden con las necesidades de su proyecto usted puede asociar una especificación diferente por medio de la casilla "Usuario". Con ello aparecerá el botón  en la columna "Cambiar" como señal de que se puede asociar a este conductor una especificación diferente.

Cable	Especificación	Usuario	Cambiar
Fase A	CU-4-600-THW-??-100-Tipo TC-ER-CTRL-NOS-T1-PVC	<input checked="" type="checkbox"/>	...

Para asociar otra especificación al circuito, presione el botón  y aparecerá la ventana mostrada a continuación:

**Selección de Especificación** x

De:  Hasta:

Especificación:

Tensión (Volts):

Calibres (AWG/kCM):

NumFases:


Origen Datos:  Tipo Conductor:

**Seleccione especificación:**

Especificación	Calibre (AWG/kCM)	Diametro (cm)	Peso (Kg/m)
1-5000-STD	1	2.36500	0.81250
1-600-ARM	1	2.51460	0.98220
1-600-STD	1	1.25000	0.49000
1/0-15000-ARM	1/0	2.96400	2.71000
1/0-15000-STD	1/0	3.11000	1.23100
1/0-25000-STD	1/0	3.51000	1.78350

Esta ventana muestra las especificaciones disponibles en el catálogo del proyecto. Debido a que el número de especificaciones en el proyecto puede ser muy grande podría ser necesaria la aplicación de algunos filtros para localizar la especificación requerida. Para lo cual en la sección superior de esta ventana se encuentran los diferentes criterios disponibles para realizar el filtro.

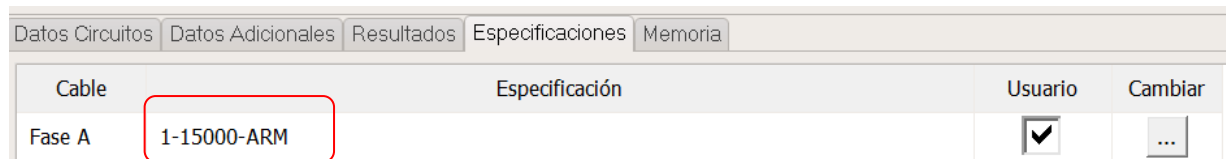
Para aplicar un filtro seleccione la casilla de verificación localizada al lado izquierdo del criterio de filtro que desea activar y defina los límites para realizar el filtrado.

Presione el botón  y con ello el recuadro de la parte inferior mostrará solamente las especificaciones que cumplen con el criterio de filtrado. Para deshacer el filtro desactive las casillas de verificación de los criterios de filtrado y presione nuevamente el botón "Filtrar"

Una vez seleccionada en el recuadro la nueva especificación para el circuito, presione el botón "Aceptar".



Al seleccionar la especificación, ésta se asocia al conductor del circuito.



Nueva especificación asociada al circuito.

La nueva especificación es asociada el circuito y sus datos de diámetro, peso y descripción serán usados para la selección de charolas y canalizaciones, así como para el resumen de conductores.

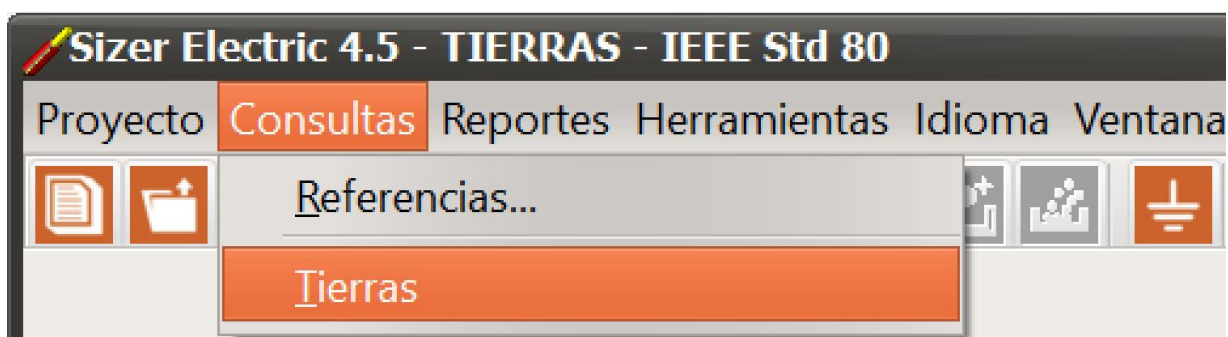
ESTA PAGINA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

# 8

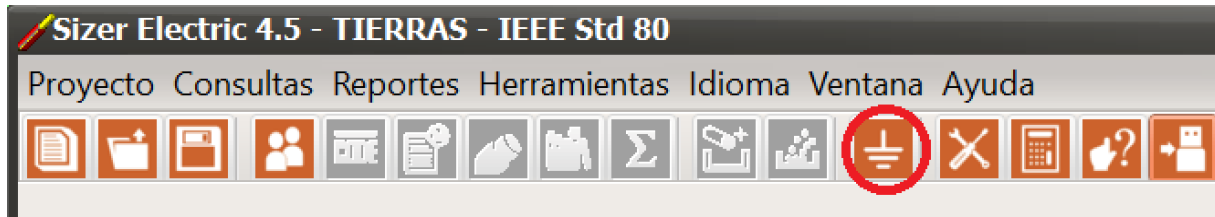
## Cálculo de Mallas de tierras

### Captura de Mallas

Para iniciar el proceso de diseño de una malla de tierras se debe seleccionar la opción "Consultas" y posteriormente seleccionar la opción tierras del submenú desplegado como se indica a continuación:



Es posible acceder a la aplicación seleccionando el Icono de Tierras de la barra de herramientas



A continuación se mostrará la retícula para la captura de malla de tierras

E	Nombre	Total Reng	Total Col	Largo M	Espa Entre Reng	Ancho Malla	Espa Entre Calibre	Material	Correc Cal	Long Varilla	Diam Varilla	ProfMa Ila
✓	ANNEX 1000	11	11	1000.00	100.00	1000.00	100.00	2/0 Cobre recocido suave-inmersión	False	10.00	0.0191	
✗	ANNEX B-1	11	11	70.00	7.00	70.00	7.00	2/0 Cobre recocido suave-inmersión	False	10.00	0.0191	
✗	ANNEX B-2	11	11	70.00	7.00	70.00	7.00	2/0 Cobre recocido suave-inmersión	True	7.50	0.0191	
✓	ANNEX B-3	10	13	84.00	7.00	63.00	7.00	2/0 Cobre recocido suave-inmersión	False	10.00	0.0191	

En la retícula se pueden apreciar los datos del análisis, cada renglón o registro representa un análisis o estudio de tierras. Esta retícula contiene su propia barra de herramientas con iconos cuya funcionalidad se explica a continuación:



**Agregar:** Cuando se selecciona esta opción se muestra la ventana de captura de datos del estudio de la malla. En ella se pueden dar de alta los diferentes estudios que componen al proyecto, sin que exista un límite en el número de estudios.



**Modificar:** Al tener datos de un estudio previamente capturados, es posible modificarlos mediante esta opción.



**Copiar Malla:** Con esta opción es posible tomar los datos de un estudio como referencia para crear uno nuevo. Esta opción es muy útil cuando existen análisis con datos similares.





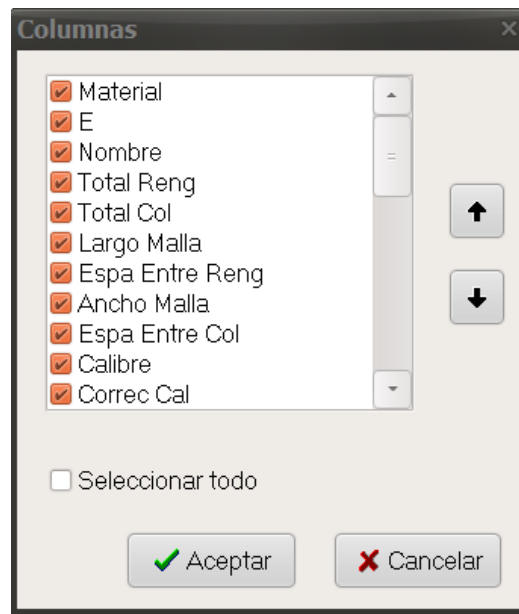
**Eliminar:** Para borrar un estudio de malla se utiliza esta opción. Al utilizar este proceso el estudio de malla queda dado de baja del sistema y es imposible recuperarlo.



**Copiar al Portapapeles:** Al seleccionar esta opción se copian los datos del estudio al portapapeles, para que después el usuario pueda pegar la información a cualquier hoja de cálculo o procesador de texto.



**Personalización de columnas:** Cuando se selecciona esta opción se muestra un dialogo con todas las columnas que contiene la retícula, en las cuales es posible cambiar su orden o bien ocultarlas.



Si desea observar todas las columnas en la retícula, active la casilla de verificación *Seleccionar todo*.



**Guardar Imagen:** Permite almacenar el gráfico generado del arreglo de la malla en un formato de imagen (\*.jpg, \*.bmp)



**Memoria de cálculo:** En el análisis de malla de tierras siempre es necesario tener una referencia acerca de los criterios y valores involucrados en el cálculo. Para satisfacer esta necesidad, el sistema crea una *memoria de cálculo descriptiva*, la cual está disponible siempre y cuando análisis se encuentre calculado sin errores.



**Salir:** Cierra la retícula de malla de tierras.

## Diseño de la malla de tierras

Al seleccionar la opción "Nuevo" dentro de la retícula de tierras se presenta una pantalla que contiene dos elementos:

- Una ventana de captura: Donde se definen los datos que afectan al diseño y cálculo de la malla de tierras (Ver elemento 1 en la siguiente figura).
- Un gráfico del arreglo: Donde se aprecia el arreglo físico de la malla de acuerdo a los datos del sistema (Ver elemento 2 en la siguiente figura).



La ventana de captura consta de un cuadro de texto donde se captura el nombre del análisis para identificar el arreglo. En esta ventana también se cuenta con 5 pestañas. En las 4 primeras se agrupan los datos del análisis y en la quinta pestaña se presentan los resultados del análisis y se determina si el diseño de la malla cumple con las condiciones definidas por el estándar IEEE Std. 80. A continuación se describen los datos de captura dentro de cada una de las pestañas.

# Arreglo

En esta sección se definen los datos del arreglo geométrico de la malla así como los datos del calibre del conductor con el que se construye la malla.

Los datos a capturar son los siguientes:

**Largo malla:** En este campo se debe indicar en metros el largo de la malla. El valor del largo de la malla debe ser mayor que la dimensión capturada para el ancho de la malla.

<i>Ejemplo:</i>	75	<b>Validación:</b>	mayor a 0 y menor a 9999 metros
-----------------	----	--------------------	---------------------------------

**Ancho malla:** En este campo se debe indicar en metros el ancho de la malla. El valor del ancho de la malla debe ser menor que la dimensión capturada para el largo de la malla.

<i>Ejemplo:</i>	50	<b>Validación:</b>	mayor a 0 y menor a 9999 metros
-----------------	----	--------------------	---------------------------------

**Conductores Verticales:** En este campo se debe indicar el número de conductores dispuestos de forma vertical en el arreglo de la malla. Debido a que las ecuaciones del estándar IEEE Std. 80 son aplicables únicamente para mallas con espaciamento uniforme entre conductores, la disposición de conductores en el arreglo se dispondrán de manera equidistante considerando la relación del largo de la malla entre el número de conductores verticales.

<i>Ejemplo:</i>	8	<b>Validación:</b>	mayor a 0 y menor a 9999 metros
-----------------	---	--------------------	---------------------------------

**Conductores Horizontales:** En este campo se debe indicar el número de conductores dispuestos de forma horizontal en el arreglo de la malla. Debido a que las ecuaciones del estándar IEEE Std. 80 son aplicables únicamente para mallas con espaciado uniforme entre conductores, la disposición de conductores en el arreglo se dispondrán de manera equidistante considerando la relación del Ancho de la malla entre el número de conductores horizontales.

<i>Ejemplo:</i>	8	<b>Validación:</b>	mayor a 0 y menor a 9999 metros
-----------------	---	--------------------	---------------------------------

**Calibre:** En este campo se debe seleccionar el calibre del conductor en AWG o KCM.

<i>Ejemplo:</i>	1/0 AWG	<b>Validación:</b>	1/0 AWG a 1000 KCM
-----------------	---------	--------------------	--------------------

**Material :** En este campo se debe seleccionar el material del conductor. El tipo de material determinará sus características térmicas usadas para calcular la capacidad del conductor para soportar los esfuerzos térmicos durante la circulación de la corriente de falla a través de la malla. Los tipos de materiales a elegir están de acuerdo a los disponibles en la tabla 2 de la sección 11.3.1.2. del estándar IEEE Std 80- 2000 (Ver tabla referencia en la siguiente página).

<i>Ejemplo:</i>	Cobre recocido suave-inmersión	<b>Validación:</b>	Materiales en la lista.
-----------------	--------------------------------	--------------------	-------------------------

Table 2—Material constants

Material	Conductivity (%)	$T_m^a$ (°C)	$K_f$
Copper, annealed soft-drawn	100.0	1083	7.00
Copper, commercial hard-drawn	97.0	1084	7.06
Copper, commercial hard-drawn	97.0	250	11.78
Copper-clad steel wire	40.0	1084	10.45
Copper-clad steel wire	30.0	1084	12.06
Copper-clad steel rod	20.0	1084	14.64
Aluminum EC Grade	61.0	657	12.12
Aluminum 5005 Alloy	53.5	652	12.41
Aluminum 6201 Alloy	52.5	654	12.47
Aluminum-clad steel wire	20.3	657	17.20
Steel 1020	10.8	1510	15.95
Stainless clad steel rod	9.8	1400	14.72
Zinc-coated steel rod	8.6	419	28.96
Stainless steel 304	2.4	1400	30.05

Tabla No 2 extraída de la sección 11.3.1.2 del estándar IEEE Std. 80.

**Verificación:** Esta casilla de verificación indicará si se requiere que durante el proceso de cálculo de la malla se verifique el conductor de calibre y material especificado cumple con los esfuerzos térmicos durante la conducción de la falla. En el caso que la casilla no sea verificada el conductor del calibre especificado será usado en el cálculo sin identificar su capacidad para soportar los esfuerzos térmicos.

<i>Ejemplo:</i>	SI	<b>Validación:</b>	No aplica
-----------------	----	--------------------	-----------

## Agregar y eliminar varillas en el arreglo

Para agregar o eliminar varillas en el diseño de la malla es necesario seleccionar la pestaña "Varillas" de la ventana de captura

En esta sección se definirán las características físicas de las varillas que serán localizadas en el arreglo de la malla y posteriormente se definirá la localización de las varillas en el arreglo físico de la malla.

Posición Varillas	
X	Y
9	3
0	6
0	1
9	8
9	9
0	9

Se tienen dos campos a capturar que son:

### Longitud de

**Varillas:** En este campo se definirá la longitud de las varillas expresado en metros. Para el cálculo se considerará que todas las varillas dispuestas en el arreglo cuentan con la misma longitud.

<i>Ejemplo:</i>	3.05 m	Validación:	Mayor a 0 y menor a 100 m
-----------------	--------	-------------	---------------------------

### Diámetro de

**Varillas:** En este campo se define el diámetro de las varillas expresado en metros. Para el cálculo se considerará que todas las varillas dispuestas en el arreglo tienen el mismo diámetro.

<i>Ejemplo:</i>	0.0159 m	Validación:	Mayor a 0.001m y menor a 1 m
-----------------	----------	-------------	------------------------------

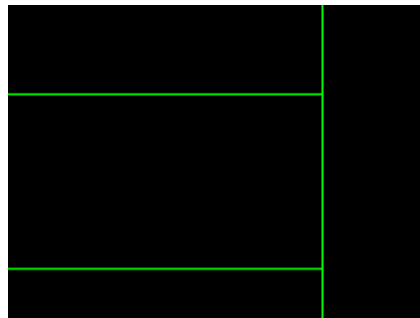
Esta sección opera interactivamente con el gráfico del arreglo. En el recuadro acción de Varillas se cuenta con dos botones:



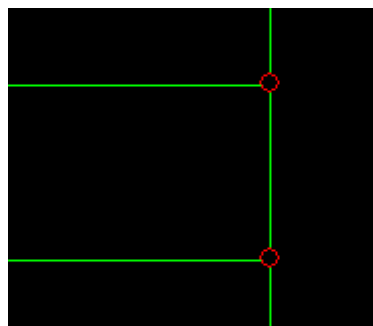
El botón **Agregar** y el botón **Eliminar** permitirán adicionar o eliminar una varilla del Gráfico del Arreglo localizado en parte posterior del sistema.

## Agregar Varillas

Para adicionar una varilla se deberá presionar el botón "**Agregar**" esto hará que el cursor dentro del Gráfico del arreglo cambie, indicando el modo de *adición*.



Se deberá seleccionar una intersección de conductores dentro del gráfico y presionar el botón izquierdo del mouse para colocar la varilla. Se aprecia que la varilla fue colocada en la posición indicada cuando en el gráfico aparece un círculo en la intersección de los conductores como se indica en la siguiente figura:



Al mismo tiempo aparecerá en la lista de varillas las coordenadas de las varillas de acuerdo con la intersección de los conductores y se incrementará el número de varillas en el contador de esta sección como se muestra continuación

Posición Varillas	
X	Y
9	3
0	6
0	1
9	8
9	9
0	9

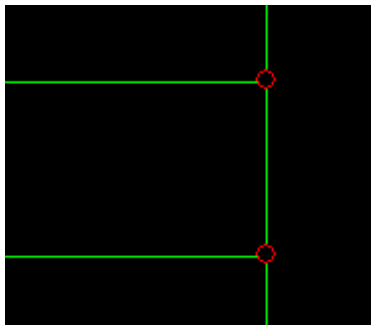
Total de Varillas:

La posición relativa de las varillas será conservada en las intersecciones de los conductores cuando se modifiquen las dimensiones de la malla o cuando se modifiquen el número de conductores horizontales y verticales del arreglo. Cuando se realice una modificación en cualquiera de estos datos y una varilla no pueda ser localizada en su posición relativa será eliminada automáticamente.

**NOTA IMPORTANTE:** Las varillas no podrán ser localizadas en un área fuera de una intersección de conductores. Aunque el procedimiento de cálculo no involucra la disposición física de las varillas de tierras, la aplicación solamente considerará varillas en las intersecciones de conductores.

## Eliminar Varillas

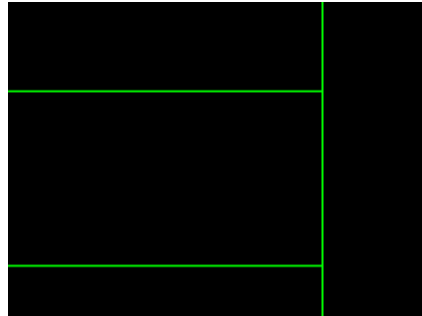
Para eliminar una varilla se deberá presionar el botón "Eliminar" esto hará que el cursor dentro del Gráfico del arreglo cambie indicando un modo de eliminación.



Se deberá seleccionar la varilla a eliminar en el gráfico y presionar el botón izquierdo del mouse para eliminar la varilla. Se aprecia que la varilla fue eliminada de la posición cuando en el gráfico aparece se restablezca la intersección de los



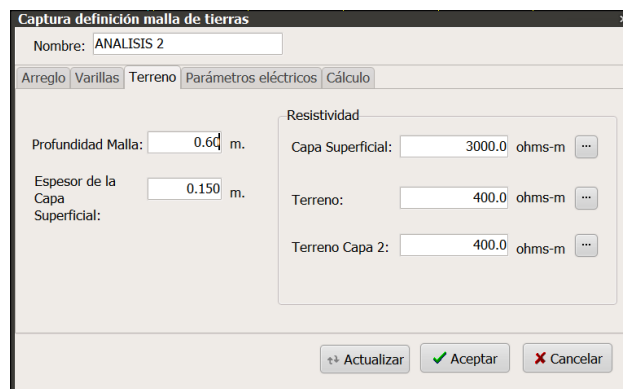
conductores y desaparezca el símbolo circular que representa la varilla como se aprecia a continuación.



La varilla eliminada gráficamente será eliminada también de la lista de varillas y se verá reflejada como un decremento en el contador de esta sección.

## Características del terreno

En esta sección se deben definir los datos más representativos del terreno donde se encontrará instalada la malla de tierras



Los datos a definir dentro de esta sección se presentan a continuación:

**Profundidad Malla:** Es la distancia a la cual se encuentra instalada la malla. Esta distancia es medida a partir del suelo terminado sin considerar la capa de grava superficial. Comúnmente este valor es definido como 0.6 metros debido a que para profundidades menores la resistividad del suelo se ve considerablemente afectada por variaciones en la temperatura y humedad.

**Espesor de la capa superficial:** Es el espesor de la capa de grava colocada sobre el terreno firme para lograr una zona de mayor resistividad que limite el incremento de potenciales en el terreno. Generalmente el valor de esta capa es definida de 15 a 20 cm.

## Resistividad

**Capa superficial:** Es el valor de resistividad de la capa de grava colocada sobre el nivel de piso terminado. Este valor es tomado generalmente como referencia de la tabla 7 de la sección 13 del estándar IEE Std. 80 como se indica a continuación:

Table 7—Typical surface material resistivities

Number	Description of surface material (U.S. state where found)	Resistivity of sample $\Omega\cdot m$	
		Dry	Wet
1	Crusher run granite with fines (N.C.)	$140 \times 10^6$	1300 (ground water, 45 $\Omega\cdot m$ )
2	1.5 in (0.04 m) crusher run granite (Ga.) with fines	4000	1200 (rain water, 100 W)
3	0.75–1 in (0.02–0.025 m) granite (Calif.) with fines	—	6513 (10 min after 45 $\Omega\cdot m$ water drained)
4	#4 (1 -2 in) (0.025-0.05 m) washed granite (Ga.)	$1.5 \times 10^6$ to $4.5 \times 10^6$	5000 (rain water, 100 $\Omega\cdot m$ )
5	#3 (2–4 in) (0.05-0.1 m) washed granite (Ga.)	$2.6 \times 10^6$ to $3 \times 10^6$	10 000 (Rain water, 100 $\Omega\cdot m$ )
6	Size unknown, washed limestone (Mich.)	$7 \times 10^6$	2000–3000 (ground water, 45 $\Omega\cdot m$ )
7	Washed granite, similar to 0.75 in (0.02 m) gravel	$2 \times 10^6$	10 000
8	Washed granite, similar to pea gravel	$40 \times 10^6$	5000
9	#57 (0.75 in) (0.02 m) washed granite (N.C.)	$190 \times 10^6$	8000 (ground water, 45 $\Omega\cdot m$ )
10	Asphalt	$2 \times 10^6$ to $30 \times 10^6$	10 000 to $6 \times 10^6$
11	Concrete	$1 \times 10^6$ to $1 \times 10^9$ a	21 to 100

**Terreno:** Es el valor de resistividad del terreno obtenido de un estudio geoelectrico realizado en el sitio de la instalación. El valor de la resistividad del terreno deberá ser definido a la profundidad a la cual se encuentra la malla de tierras. El valor de la resistividad deberá estar definido en ohms-m.

En algunos casos cuando el valor de la resistividad del terreno es elevada, se agregan componentes químicos como arcillas o componentes de carbono que modifican el valor de la resistividad del terreno. Sin embargo para estos casos no es posible determinar cuál es el valor de la resistividad del terreno después de agregar

dichos componentes, como referencia se puede considerar que estos componentes reducen hasta en un 50% el valor de la resistividad relativa del terreno.

En caso de no contarse con un análisis de resistividad se pueden tomar los valores de resistividad en función del material predominante en el terreno de acuerdo con los valores de la tabla 8 sección 13 del estándar IEEE Std.80 como se muestra continuación.

**Table 8— Range of earth resistivity**

Type of earth	Average resistivity ( $\Omega \cdot m$ )
Wet organic soil	10
Moist soil	$10^2$
Dry soil	$10^3$
Bedrock	$10^4$

**Terreno Capa 2:** En algunas ocasiones la resistividad del terreno donde se instalará la malla de tierra no es uniforme debido a la diversidad de materiales. En estos casos la malla puede encontrarse en una capa del terreno con una resistividad diferente a la resistividad con la que tendrán contacto las varillas de tierra. Cuando se tienen terrenos con 2 capas se consideran los modelos de análisis de Schwartz y Sunde para la determinación de la resistencia de la malla. La resistividad de la capa 2 siempre será considerada como la capa de terreno localizada por debajo de la capa de terreno donde se localiza la malla de tierras. El valor de la resistividad de la capa segunda capa de terreno debe ser capturada en ohms por metro

**Tipo de conectores:** El tipo de conectores que serán usados para la unir las intersecciones de la malla determinarán la máxima elevación permisible de temperatura de la malla durante el cálculo de los esfuerzos térmicos durante la conducción de la falla. Cuando se emplean conectores soldables se considera que el sistema puede soportar una temperatura máxima similar al punto de fusión del cobre mientras que los conectores mecánicos no permitirán una elevación de temperatura mayor a los 650 grados.

## Parámetros eléctricos para el diseño de la malla de tierras

En esta sección se agrupan los parámetros eléctricos que determinan el diseño de la malla. En esta pestaña se muestran 6 campos relevantes como se indica a continuación:

**Captura definición malla de tierras**

Nombre:

Arreglo | Varillas | Terreno | **Parámetros eléctricos** | Cálculo

Potencia de la SE:  kVA      Factor de Crecimiento:

Resistencia Máxima SE:  ohms      Factor División:

Corriente de Falla:  A.      Tiempo de liberación Falla:  seg.

Tensión:  V.

**Potencia de la S.E.:** Es el valor de la potencia de la subestación para el cual será calculada la malla de tierras. Este valor será usado para determinar el valor máximo de resistencia permitido para la potencia y tensión de la subestación de acuerdo con la sección 921-25 (b) de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012. Si valor estará expresado en kVA.

Tabla 921-25 (b).- Resistencia a tierra del sistema.

Resistencia (ohms)	Tensión máxima (kV)	Capacidad máxima del transformador (kVA)
5	mayor que 35	mayor que 250
10	35	mayor que 250
25	35	250

**Resistencia Máxima S.E.:** Es el valor de la máxima resistencia permitida para el diseño de la malla cuando para el proyecto éste sea diferente a los valores indicados dentro de la sección 921-25 (b) de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012. Su valor estará expresado en ohms.

**Corriente de falla:** Es el valor de la corriente de falla empleado para el dimensionamiento de la malla. Este valor será el valor de la corriente de falla a tierra obtenido de la energía proporcionada por la fuente de suministro o sistema de suministro. para el caso de subestación con transformadores deberá considerarse como el valor de la corriente de falla a tierra en el lado primario del transformador. En algunos casos puede considerarse el valor de la corriente de falla trifásica de acuerdo con las consideraciones del estándar IEEE Std.80. Este valor deberá estar expresado en amperes.

**Factor de Crecimiento:** Es un factor mayor a la unidad que describe el porcentaje esperado de crecimiento en los valores de corriente de falla para el futuro. Este valor generalmente es proporcionado por la compañía suministradora con los valores de contribución de falla en el punto de acometida o es obtenido de un análisis de cortocircuito del sistema. El valor es adimensional.

**Factor de División:** Es un factor menor a la unidad que toma en consideración que la corriente de falla puede presentar una separación a través de una o más rutas como postes o estructuras metálicas. Este valor debe ser determinado del análisis de las posibles rutas de conducción del sistema en su conjunto. Este valor es adimensional.

**Tiempo de Liberación de falla:** Este es el tiempo que la corriente de falla a tierra estará presente en el sistema fluyendo a través de la malla de tierra. Generalmente se considera como el tiempo ajustado para la protección de falla a tierra del dispositivo de protección principal de la subestación. En caso de no contar con un valor específico durante el diseño de la malla de tierra se considera un valor conservador de 0.5 segundos para sistemas de media tensión.

## Cálculo de la malla de tierras

En esta sección se definen los criterios aplicables para el cálculo de potenciales y es posible verificar el resultado del análisis.

**Captura definición malla de tierras**

Nombre: ANALISIS 2

Arreglo | Varillas | Terreno | Parámetros eléctricos | **Cálculo**

Campo	Valor
Conclusión	El arreglo cumple
Potencial de paso de referencia (V)	22969.3523
Potencial de toque de referencia (V)	5865.3747
Increment. de potencial de tierra GPR (V)	3910.5349
Potencial de paso de la malla (V)	425.2258
Potencial de toque de la malla (V)	822.2444
Resistencia de la Malla (Ohms)	2.6070
Arreglo con Varillas en perímetro	Si

Potenciales de referencia

Para 50 kg.

Para 70 kg.

Calcular

Actualizar | Aceptar | Cancelar

En el recuadro de potenciales de referencia se define si el cálculo de los potenciales admisibles por el cuerpo humano serán calculados para una persona con un peso de 50 o de 70 kg de acuerdo con el método de cálculo definido en el estándar IEEE Std. 80.

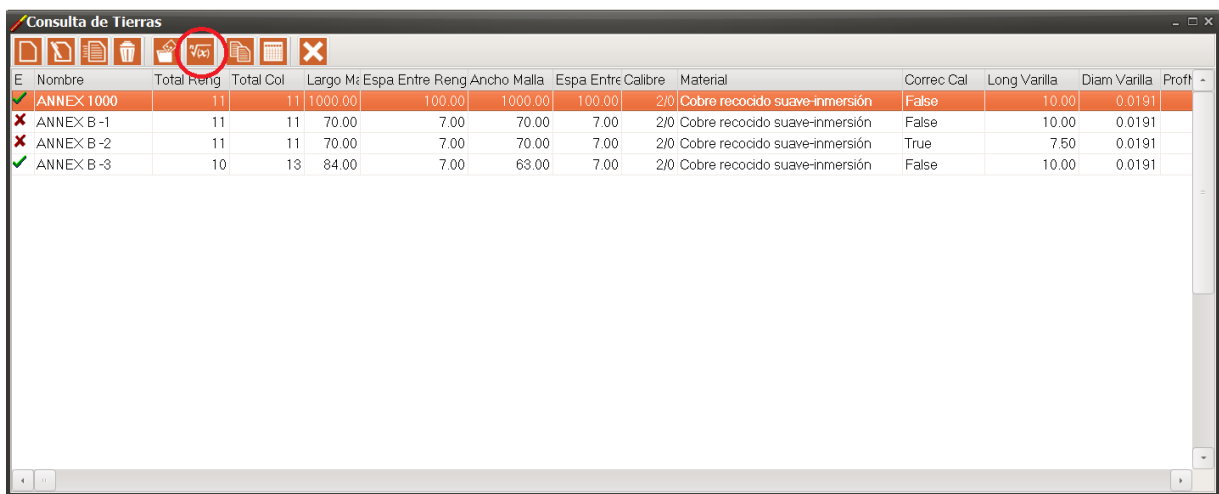
En esta sección aparece un listado con los datos resultados del último análisis de cálculo de acuerdo con el método de cálculo indicado en el estándar IEEE Std. 80. Como primer elemento dentro de la lista de datos aparece la conclusión del análisis, que compara los potenciales de toque y paso tolerables por el cuerpo humano contra los potenciales de toque y de malla generados en el arreglo. Así mismo la conclusión del análisis compara el valor de la resistencia total de la malla con el valor de resistencia permitido por la norma oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 y el valor de la máxima resistencia de malla definida por el usuario en la sección de parámetros eléctricos.

El listado de resultados fue generado para que el análisis de ingeniería pueda determinar la variación de los elementos del cálculo. una vez que se ha logrado el arreglo correcto se puede seleccionar la opción de Impresión de memoria de cálculo

en la Retícula de datos de malla de tierras seleccionado el renglón relacionado al estudio requerido y presionando el ícono de "Memoria de cálculo"

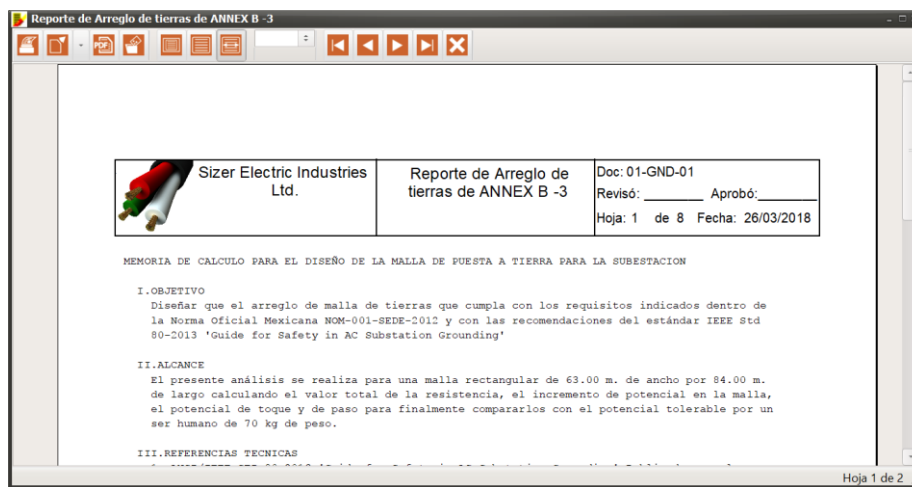
## Memoria de cálculo de la malla de tierras


Para obtener una impresión de la memoria de cálculo con los datos del análisis se debe seleccionar la opción "Memoria de cálculo" en la Retícula de datos de malla de tierras seleccionado el renglón relacionado al estudio requerido y presionando el ícono de "Memoria de cálculo".



E	Nombre	Total Reng	Total Col	Largo M	Esp	Entre Reng	Ancho Malla	Esp	Entre Calibre	Material	Correc Cal	Long Varilla	Diam Varilla	Prof
✓	ANNEX 1000	11	11	1000.00		100.00	1000.00	100.00	2/0	Cobre recocido suave-inmersión	False	10.00	0.0191	
✗	ANNEX B-1	11	11	70.00		7.00	70.00	7.00	2/0	Cobre recocido suave-inmersión	False	10.00	0.0191	
✗	ANNEX B-2	11	11	70.00		7.00	70.00	7.00	2/0	Cobre recocido suave-inmersión	True	7.50	0.0191	
✓	ANNEX B-3	10	13	84.00		7.00	63.00	7.00	2/0	Cobre recocido suave-inmersión	False	10.00	0.0191	

Esto mostrará la memoria de cálculo de acuerdo con el siguiente formato (Para la personalización de los reportes consulte la sección "Personalización de reportes" en la sección "Reportes" de este manual):



	Sizer Electric Industries Ltd.	Reporte de Arreglo de tierras de ANNEX B -3	Doc: 01-GND-01 Revisó: _____ Aprobó: _____ Hoja: 1 de 8 Fecha: 26/03/2018
---	--------------------------------	---	---

MEMORIA DE CALCULO PARA EL DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA PARA LA SUBESTACION

I. OBJETIVO  
Diseñar que el arreglo de malla de tierras que cumpla con los requisitos indicados dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 y con las recomendaciones del estándar IEEE Std 80-2013 'Guide for Safety in AC Substation Grounding'

II. ALCANCE  
El presente análisis se realiza para una malla rectangular de 63.00 m. de ancho por 84.00 m. de largo calculando el valor total de la resistencia, el incremento de potencial en la malla, el potencial de toque y de paso para finalmente compararlos con el potencial tolerable por un ser humano de 70 kg de peso.

III. REFERENCIAS TECNICAS

Hoja 1 de 2

ESTA PAGINA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

:



# 9

## Reportes y opciones del programa

### Reportes

Para imprimir en papel los datos capturados y los resultados generados del sistema, se cuenta con la opción de reportes. Todos los reportes se presentan en primera instancia como una vista previa, si el usuario resuelve imprimirlo solo necesita seleccionar la opción de impresión. En general los reportes tienen la siguiente barra de herramientas para su manejo:



**Imprimir.** Al seleccionar esta opción se ordenara la impresión del documento activo.



**Exportación.** El reporte no solamente se puede imprimir en papel, sino también es posible guardarlo en un archivo, este puede ser de tipo texto (TXT), delimitado por comas (CSV) o como un documento de internet (HTML).



**Exportar a Acrobat** Esta opción permite exportar el documento presentado en un formato de Acrobat Reader® con extensión \*.pdf.



**Ver largo página.** Esta opción ajusta lo largo de la hoja del reporte a la ventana de la vista previa.



**Ver al 100 %.** Al seleccionar esta acción permite observar con detalle la vista previa.



**Ver ancho de página.** Con esta opción se ajusta lo ancho de la hoja del reporte a la ventana de la vista previa.



**Primera página.** Al utilizar esta acción nos remite a la primera página del reporte.



**Página anterior.** Va a la página anterior del reporte.



**Página siguiente.** Va a la siguiente página del reporte.



**Ultima página.** Al utilizar esta acción nos remite a la última página del reporte.



**Salir.** Cierra la vista previa del reporte

Con excepción de los reportes de referencias y de datos generales, todos los demás presentan un filtro para seleccionar los circuitos a imprimir, este filtro se basa en el funcionamiento del filtro de la retícula de circuitos estudiado en el capítulo 4, con la adición de un nuevo campo que nos permite personalizar el título del reporte.

A continuación se enumeran los reportes con sus respectivos campos:

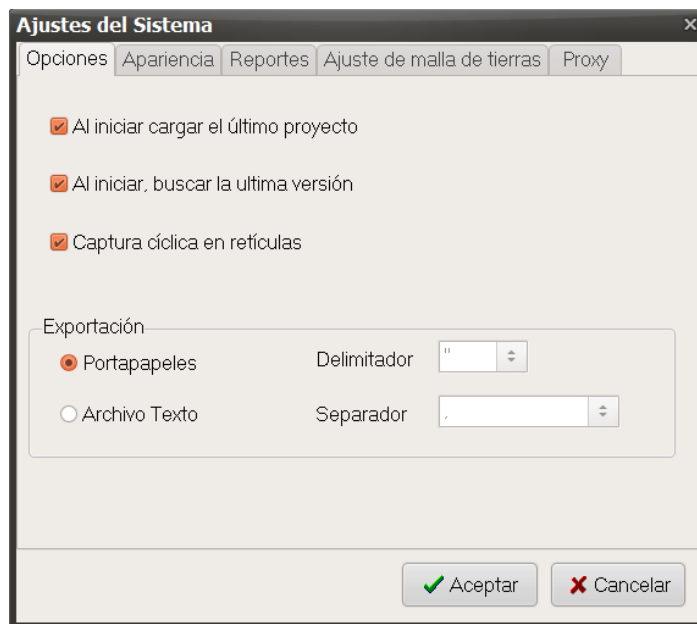
Nombre del reporte	Campos
Referencias	Nombre del proyecto, Cliente, Localización, Documento/Memoria, Persona que capturó, Persona que revisó, Persona que aprobó.
Datos Generales	Tensión del sistema, Número de fases, Material del conductor, Calibre mínimo, Calibre máximo, Potencia mínima, Potencia máxima, Temperatura de operación, Temperatura ambiente, Material del aislamiento, Conductor con pantalla
Instalación de conductores	Número de circuito, No. de CCM o tablero, Tipo de conductor, Calibre seleccionado, Conductores por fase, Calibre de puesta a tierra, Caída de tensión, Caída de tensión al arranque, Tipo de canalización, Corriente de corto circuito, Tiempo de falla, Máxima elevación de temperatura.
Memoria de calculo	Número de circuito, Tipo de carga, Potencia, Unidades, Longitud, Corriente nominal, Corriente corregida, Factor de corriente al arranque, Factor decremental de temperatura, Factor decremental de canalización, Tipo de canalización, Factor de servicio, Factor de demanda, Factor de potencia, Eficiencia.
Datos de circuitos	Número de circuito, Número de equipo, Descripción, No. de CCM o tablero, Area, Tipo de carga, Potencia nominal,

	Tensión del sistema, Número de fases, Unidades, Longitud, Tipo de conductor, Calibre seleccionado, Conductores por fase, Calibre de puesta a tierra.
Criterios de selección	Número de circuito, Conductor seleccionado por capacidad, Conductores por fase por capacidad, Conductor seleccionado por caída de tensión, Conductores por fase por caída de tensión, Conductor seleccionado por caída al arranque, Conductores por fase por caída al arranque, Conductor seleccionado por corto circuito, Conductores por fase por corto circuito, Conductor seleccionado por el usuario, Conductores por fase por usuario, Conductor selección final, Conductores por fase selección final, Conductor seleccionado para puesta a tierra, Conductores por fase para puesta a tierra, Caída de tensión, Caída de tensión al arranque.

## Ajustes del sistema

Localización: *Herramientas* / *Ajustes del sistema*

Cuando se selecciona esta opción aparece un cuadro de dialogo, el cual se compone de cinco secciones o pestañas:



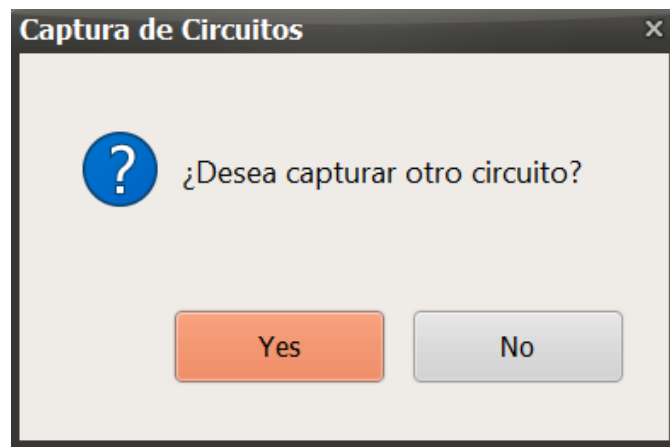
En la sección *Opciones* se encuentran los siguientes campos:

**Al iniciar cargar el último proyecto.** Cuando un proyecto se encuentra en el proceso de diseño, su utilización se vuelve constante, por lo que al activar esta casilla, automáticamente el último proyecto abierto se cargará al iniciar el sistema.

Cabe aclarar que en la apertura del sistema se abrirá el cuadro dialogo para capturar la contraseña propia del proyecto.

**Captura cíclica en retículas.** Como habrá notado, es común que durante el proceso de captura de los datos de circuitos y de datos generales de los equipos la información de un conjunto de datos sea muy similar al siguiente, por lo que los procesos de captura se convierten en una tarea tediosa.

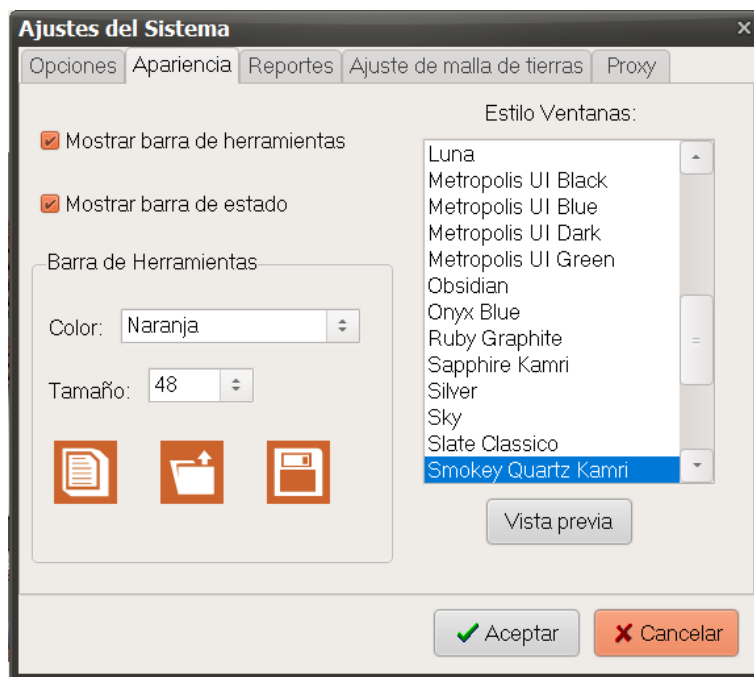
Si las características de su proyecto dictan que los datos de un circuito sean los mismos que el del circuito siguiente puede habilitar la *Captura cíclica en retículas*. Este modo de captura indica al programa que guarde dentro de los cuadros de captura la información del último circuito capturado o de las características de Datos Generales del ultimo equipo, de manera que al terminar el proceso de captura y presionar el botón *Aceptar* de la pantalla se muestra el siguiente mensaje:



Al selecciona *Si*, se grabará el circuito y servirá de base para uno nuevo, en caso de que seleccione *No* se grabara el circuito pero se cerrará la captura y por último si decide cancelar no guardará el circuito pero tampoco cerrará la captura.

**Exportación.** Para utilizar el proceso de exportación, es necesario indicarle al sistema el formato que será utilizado para enviar los datos. Es obligatorio que una retícula esté activa para copiar los datos al portapapeles o hacia un archivo de texto. Para esta última, se debe de configurar el carácter delimitador de columnas alfanuméricas y el carácter delimitador de columnas en general.

En la pestaña de *Apariencia*:



**Mostrar barra de herramientas y Mostrar barra de estado.** Durante la captura de datos a veces es necesario contar con toda el área de trabajo disponible, por lo que el programa puede ocultar o mostrar, tanto la barra de tareas como la de estado con solo activar la casilla de verificación asociada.

**Estilo Ventanas.** En esta lista usted puede seleccionar el color del contexto o piel que mostrara la aplicación.

**Mostrar barra de herramientas y Mostrar barra de estado.** Durante la captura de datos a veces es necesario contar con toda el área de trabajo disponible, por lo que el programa puede ocultar o mostrar, tanto la barra de tareas como la de estado con solo activar la casilla de verificación asociada.

**Barra de Herramientas:** Personalice en esta sección el tamaño y color de los iconos de la barra de herramienta para armonizarlos con el estilo de las ventas

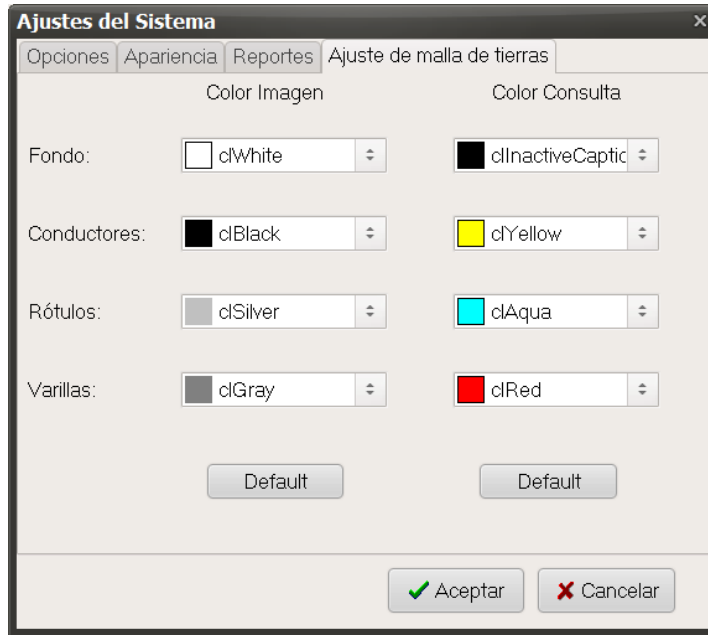
En la sección de *Reportes*:



La presentación final de su trabajo es el objetivo primordial en cualquier tarea realizada. Es un requisito común que la información generada para los clientes cuenten con una identificación que la relacione con la compañía que desarrolla el proyecto. En cumplimiento con estos requisitos, el programa cuenta con la posibilidad de personalizar la impresión de los reportes de salida incluyendo el logotipo de su empresa y la razón social.

Para seleccionar la imagen que identifica a su compañía solo indique la ruta del archivo o presione el botón 3 puntos, donde aparecerá una ventana que le ayudará a seleccionar el logotipo de su empresa. En el recuadro de *Título* indique la razón social de su empresa.

Además, el programa posee la flexibilidad de agregar en el reporte: el número de hoja, la fecha y la hora en que se imprimió, todo esto con solo activar las casillas de verificación respectivas. En la pestaña de *Ajustes de Malla de tierras*:



**Fondo:** Esta opción presenta dos diferentes listados de colores: El primero permite seleccionar el color del fondo usado en el reporte de la memoria de cálculo, el segundo indica el color que se mostrara en la pantalla de captura.

**Conductores:** Define el color que se empleara para dibujar los conductores de la malla de tierras en el reporte y en la pantalla de captura.

**Rótulos:** Define el color que se empleara para dibujar las leyendas de las cotas de la malla de tierras en el reporte y en la pantalla de captura.

**Varillas:** Define el color que se empleara para dibujar la representación de las varillas de la malla de tierras en el reporte y en la pantalla de captura.

## Proxy

El Proxy o servidor Proxy es un programa o dispositivo que funciona como intermediario de peticiones que realiza un cliente a un servidor. Esto permite ofrecer funcionalidades como control de acceso, registro de tráfico, restricción a determinados tipos de tráfico y cache web entre otros. Comúnmente es empleado para restringir el acceso a páginas web específicas.

Sizer Electric requiere la información del servidor proxy para tramitar por medio de este los permisos para el envío de la información de las especificaciones del proyecto, obtener el registro del número consecutivo de la cotización solicitada.

Si su red informática cuenta con un servidor proxy, el administrador de la red podrá proporcionar la dirección IP y el puerto del servidor proxy y le podrá definir un usuario y contraseña con los privilegios necesarios para intercambiar información con el servidor de Sizer Electric. Con esta configuración usted podrá enviar la información de las especificaciones de su proyecto para obtener vía correo electrónico una cotización y el soporte técnico requerido de los conductores capturados.



Los datos a capturar en esta ventana son:



**Usar Servidor Proxy:** Si su equipo se encuentra conectado dentro de una red LAN o WAN y este cuenta con un servidor proxy para la intermediación de información, esta casilla deberá ser activada. Si su equipo es *Stand Alone* o es tipo estación, la casilla debe permanecer deshabilitada

**Servidor:** Es la dirección IP única que identifica al servidor proxy.

**Puerto:** Es el puerto de comunicación empleado para el intercambio de datos. Es generalmente un número entero de 4 dígitos.

**Usuario:** Es un identificador único que distingue un elemento registrado en el servidor. Este debe contar con privilegios de lectura para consulta de datos.

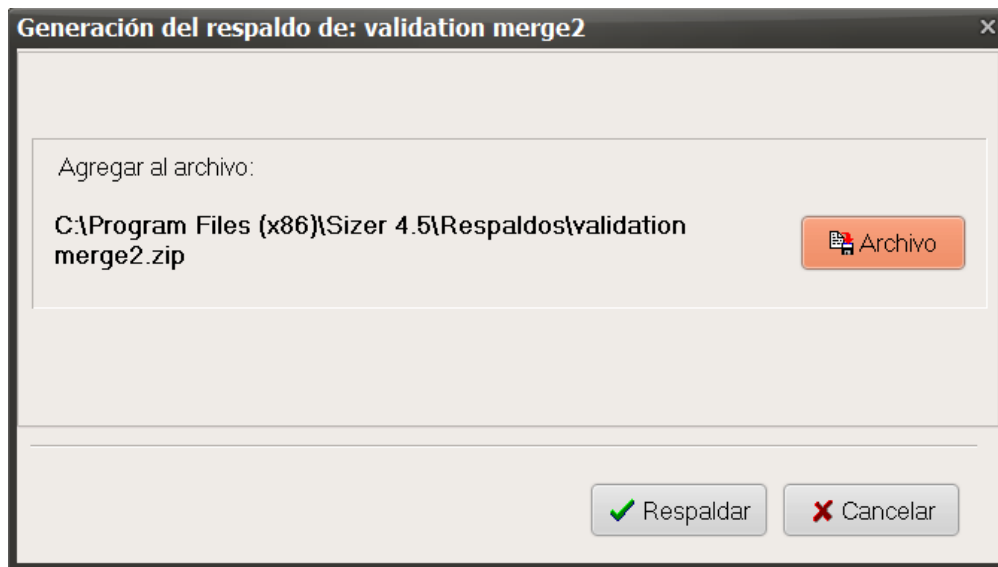
**Contraseña:** Es la clave de acceso para validación de la identidad del usuario.

## Respaldo de proyectos

Localización: Opciones / Respaldo de proyectos

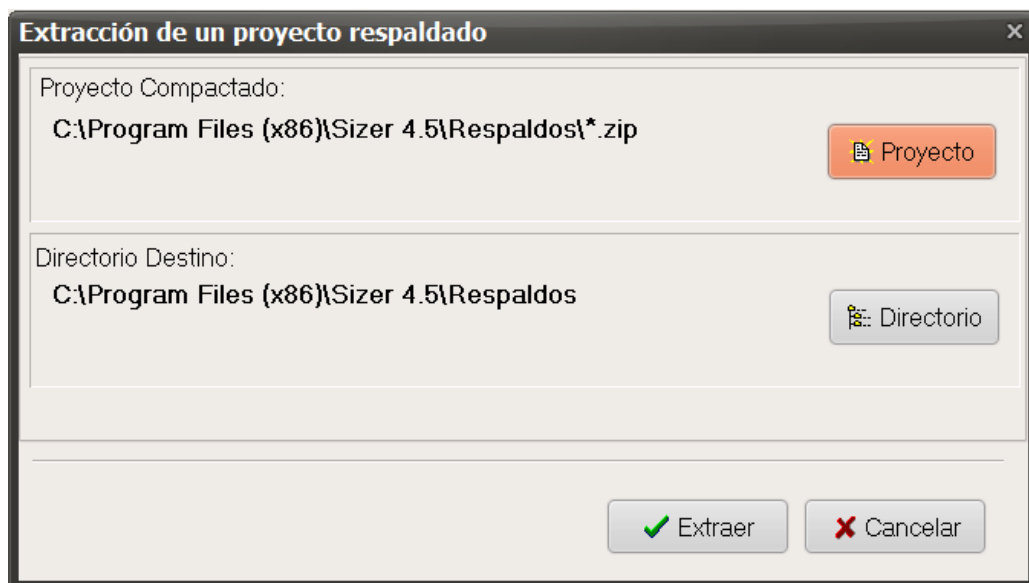
Este proceso sirve para copiar los proyectos realizados con el programa a otros dispositivos, como un disquete, una unidad de red o en el mismo disco duro. Al hacerlo se crea un antecedente del proyecto y una protección en el caso de que algún archivo se dañe permanentemente.

**Genera compresión.** Con esta opción se creará el respaldo de los proyectos capturados. Es recomendable realizar respaldos por lo menos una vez al mes y que estos se encuentren almacenados en un lugar distinto al disco duro de la computadora. Para realizar el proceso de compresión, solo es necesario seleccionar el archivo o crear uno nuevo con el botón *Archivo* e iniciar el proceso con el botón *Respaldar*.



## Restablece compresión.

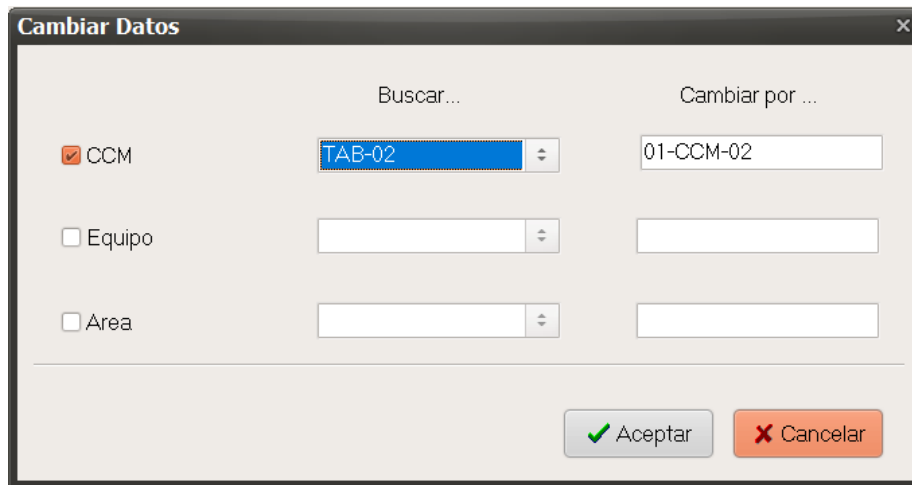
Al seleccionar esta opción se podrá restablecer la configuración del archivo que previamente se comprimió. Para realizarlo seleccione el archivo de respaldo que desee restablecer con el botón de *Archivo* y además seleccione el directorio destino donde desee que se aloje el proyecto. Es importante resaltar que si en el directorio destino existe un proyecto con el mismo nombre del proyecto a restablecer, el proceso no se efectúa. Esto con el fin de no sobre escribir ningún proyecto.



## Cambiar datos

Localización: Herramientas | Cambiar datos

En el proceso del diseño de proyectos eléctricos existen ocasiones en las cuales los datos de los circuitos cambian en conjunto. Por ejemplo, cuando un grupo de circuitos están conectados a un CCM 01-CCM-01 y cambia al 01-CCM-02, en este caso se tendría que modificar circuito por circuito el nombre del equipo.

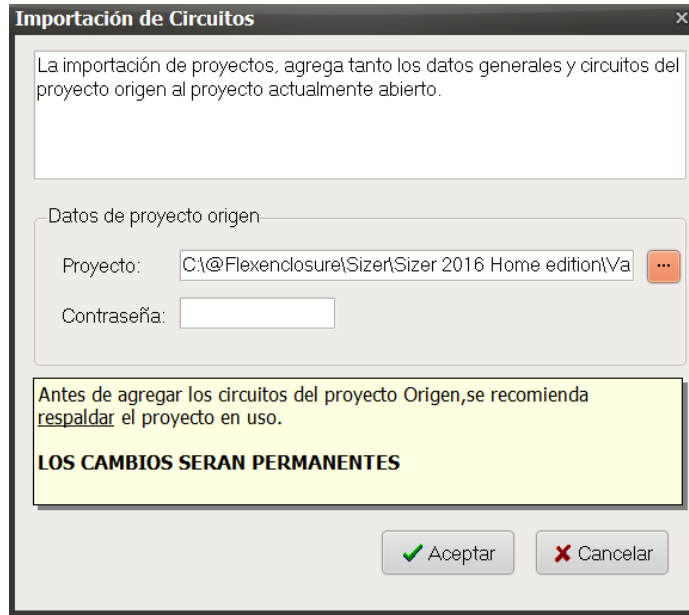


Para cubrir esta necesidad solo necesita seleccionar las casillas de verificación de los campos que desea cambiar. Al hacerlo se habilitara el campo *Buscar...* en donde podrá seleccionar en la lista el elemento a cambiar y *Cambiar por...* podrá capturar el nuevo elemento.

## Importar proyecto

Localización: Herramientas | Importar proyecto

Usted puede realizar la importación de los datos de circuitos, charolas y mallas de tierras de otro proyecto. Al seleccionar esta opción se presentará una ventana de dialogo que le permitirá seleccionar el proyecto a importar.



Durante el proceso de importación se pueden presentar inconsistencias o duplicidad en la información del proyecto que se está importando. Por ello la aplicación validará los cambios y notificará por medio de un reporte el estado final de la información importada.

## Especificaciones

Localización: [Herramientas](#) | [Especificaciones](#)

La aplicación permite realizar modificaciones a las especificaciones de los conductores como se puede verificar en el capítulo de “Especificaciones”. En algunas ocasiones resulta conveniente reutilizar esta información o puede ser necesario que se busque restablecer la información del sistema para evitar corromper los datos. Esta opción presenta 3 alternativas:

**Importar de otro proyecto.** Proporcionando la dirección de un proyecto capturado, es posible importar solamente las especificaciones de este sin que se importe algún otro tipo de información.

**Inicializar Tabla:** Restablece los valores de la base de datos original de Sizer Electric.

**Actualizar Tabla:** Actualiza los valores no modificados previamente por el usuario a los valores por defecto del programa. Las especificaciones modificadas por el usuario no son alteradas.

## **Calculadora**

Localización: *Herramientas | Calculadora*

El programa tiene la opción de activar la calculadora de Windows para fines de cálculos técnicos.

# 10

## **Memorias descriptivas**

A continuación se muestra un grupo de memorias de cálculo descriptivas que pueden ser utilizadas como medio de referencia para describir el proceso de selección de conductores realizado por el programa *Sizer Electric*

Si desea una impresión detallada de la memoria de cálculo de uno de los circuitos consulte la impresión de memoria de cálculo

# Memoria de cálculo para la selección del calibre de circuitos en baja tensión.

## Objetivo

Establecer los criterios utilizados en el cálculo y selección de conductores que operan en baja tensión.

## Alcance

Esta memoria de cálculo cubre los criterios utilizados para el cálculo y selección de los conductores en baja tensión ( hasta 600 V ) para un transformador, un motor, un equipo paquete y un circuito de control. Considerando para ello los criterios de capacidad de conducción de corriente, caída de tensión bajo operación normal, y máxima caída de tensión durante el arranque para el caso del motor.

Los conductores seleccionados son de cobre, tienen aislamiento con temperatura máxima de operación de 75°C.

## Bases de diseño

A continuación se enlistan los documentos, normas y estándares de referencia que sirven como base para el cálculo y selección de conductores en Baja Tensión.

- 1.- Norma Oficial Mexicana NOM-J-284-1980 "Productos eléctricos-Transformadores de potencia".
- 2.- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 "Instalaciones Eléctricas (Utilización)".Referenciada en este documento como NOM
- 3.- National Electrical Code Edición 2017.
- 4.- Estándar ANSI/IEEE c57.12.00-1980 "General Requirements for Liquid-immersed- distribution, power, and regulating transformers".
- 5.- Estándar IEEE std 141-1993 "Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants".
- 6.- Estándar IEEE std 835-1994 "Power Cable Ampacity Cables".
- 7.- Norma NEMA No. TR-1, 1980 "Transformers, regulators and reactors".
- 8.- Libro "Motores Eléctricos Selección, Mantenimiento y Reparación" de Robert W. Smeaton.
- 9.- Manual Técnico de Cables de Energía. Conдумex. Segunda Edición. Editorial Mc Graw Hill.

## 10.- Especificaciones técnicas del proyecto.

### Datos Generales considerados para diseño

Los datos listados a continuación constituyen los criterios considerados como base para el cálculo de los parámetros que intervienen en la selección de conductores en baja tensión.

<b>Campo</b>	<b>Valor</b>
Tensión nominal del sistema:	480 / 277 V.
Temperatura ambiente:	40 y 38°C
Tipo de conductor:	Monopolar
Material del conductor:	Cobre
Material del aislamiento:	THW
Máxima Temperatura de Operación del Conductor:	75°C
Máxima caída de tensión en por ciento permitida para el circuito:	3 %
Máxima caída de tensión en por ciento permitida para el circuito durante el arranque de motores:	15 %

### Ejemplo de selección de conductores para un transformador

1.- Para demostrar el método empleado en el cálculo y selección de los conductores de un transformador se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación.

<b>Campo</b>	<b>Valor</b>
Tipo de Carga:	Transformador
Potencia:	45 KVA
Tensión Nominal:	480 - 220/127V
Número de Fases:	3
Tensión Nominal del Primario:	480V
Tensión Nominal del Secundario:	220/127V
Factor de Potencia del sistema:	0.9
Eficiencia	0.9
Factor de Demanda:	1.0
Longitud del circuito:	15 m
Tipo de Conductor:	Monopolar
Sistema de soporte o canalización:	Tubo
Material dominante entre los sistemas de soporte o canalización:	Acero
Tipo de protección:	Interruptor Termomagnético



2.- Se determina el valor de la corriente nominal del primario del transformador considerando la capacidad nominal del mismo, el factor de incremento de capacidad por pasos forzados de enfriamiento y el factor de incremento de capacidad por límite de elevación de temperatura (de la norma NOM-J-284-1980 o NEMA TR-1, 1980):

$$I_n = \frac{CAP * 1000}{\sqrt{3} * V}$$

Donde:

<b><i>I<sub>n</sub></i></b>	Corriente Nominal [Amp.]
<b><i>CAP</i></b>	Capacidad Nominal del transformador [KVA].
<b><i>V</i></b>	Tensión [Volts].

$$I_n = \frac{4500}{\sqrt{3} * 480} = 54.12$$

3.- Se determina el factor de corrección por temperatura de la tabla **Tabla 310-15(b)(2)(a).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.**, considerando una temperatura máxima de operación de 75°C y una temperatura ambiente de 38°C. El factor de corrección por temperatura es de 0.88.

4.- Se considera que el conductor se instalará en tubo, la corriente del conductor no deberá ser mayor que la capacidad indicada en la Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C\* de la NOM-001-SEDE-2012.

5.- Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicando el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (para tubo, factor de corrección por agrupamiento), considerando los valores de la Tabla 310-15(b)(16), se determina la capacidad de conducción corregida para un conductor de calibre 6 AWG ( 65 Amp. ), y se verifica que cumpla la condición de que la capacidad de conducción de corriente corregida del conductor sea mayor que la corriente para selección del conductor.

$$CAPCI * FCT * FDC > I_s$$

Donde:

<b>CAPCI</b>	Capacidad de conducción de corriente de la tabla correspondiente [Amperes].
<b>FCT</b>	Factor de corrección por temperatura.
<b>FDC</b>	Factor decremental debido al tipo de canalización.(para tubo, Factor de corrección por agrupamiento).
<b>Is</b>	Corriente para selección del conductor [Amperes].

$$(65\text{Amp.})(0.88)(1.0) > 54.12\text{Amp.}$$

$$57.2\text{Amp.} > 54.12\text{Amp.}$$

**6.-** Aplicando la nota 1 de la sección 310-15(a)(1), la cual indica que esa sección no toma en consideración la caída de tensión en los circuitos. Se verifica que el calibre del conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión. En cumplimiento con el art. 215-2(a) en su nota 3 y con el art. 210-19 (a)(1) en su nota 4; de los mismos artículos se define una máxima caída de tensión permisible en el circuito de 3%.

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * L * \left(\frac{I_N}{CF}\right) * (R * \cos \theta + X * \sin \theta)}{V * 10}$$

Donde :

<b>e%</b>	Caída de tensión en por ciento.
<b>L</b>	Longitud del conductor [metros].
<b>I<sub>N</sub></b>	Corriente nominal. [Amp.]
<b>CF</b>	Número de conductores por fase
<b>R</b>	Resistencia [ $\Omega$ /Km].
<b>X</b>	Reactancia [ $\Omega$ /Km].
<b>V</b>	Tensión del sistema [Volts].
$\theta$	Angulo de defasamiento entre la tensión y la corriente.

cos θ	Factor de potencia
-------	--------------------

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia para un conductor monopolar, en canalización magnética, (Tabla No. 9 Resistance and Reactance for 600V cables, 3-phase, 60 Hz, 75°C three single conductors in conduit. Extraída del National Electrical Code 2005). Y considerando un conductor por fase:

Para un conductor monopolar calibre 6 AWG se tiene:

$$R_{75^{\circ}\text{C}}=1.6732 \Omega/\text{Km}$$

$$X_{75^{\circ}\text{C}}=0.2247 \Omega/\text{km}$$

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * 15 * \left(\frac{54.12}{1}\right) * (1.6732 * 0.9 + 0.2247 * 0.43)}{480 * 10} = 0.4699$$

Se observa que la caída de tensión para el arreglo de 1 conductor monopolar por fase de calibre 6 AWG cumple con los requisitos de caída de tensión.

**7.- Cálculo del calibre del conductor de puesta a tierra del equipo.**

- a. En la tabla 250-122 y del mismo artículo se describe el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra considerando el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Por medio de un estudio de coordinación de protecciones se establece que el ajuste de disparo del interruptor termomagnético es de 100 Amp. con marco de 100 Amp. al que corresponde un conductor de puesta a tierra calibre 8 AWG.
- b. Según el artículo 250-12 inciso (b) y considerando que se realizó la compensación de calibre por caída de tensión para los conductores de fuerza, se realiza el ajuste para el conductor de puesta a tierra.

$$A_c = A_{COND} * FI$$

$$FI = \frac{A_{CCT}}{A_{CCC}}$$

Donde:

<b>A<sub>c</sub></b>	Area corregida [mm <sup>2</sup> ].
<b>A<sub>COND</sub></b>	Area del conductor [mm <sup>2</sup> ].

<b><i>FI</i></b>	Factor de incremento.
<b><i>A<sub>CC<sub>T</sub></sub></i></b>	Area del conductor seleccionado por caída de tensión [mm <sup>2</sup> ].
<b><i>A<sub>CC<sub>C</sub></sub></i></b>	Area del conductor seleccionado por capacidad conducción [mm <sup>2</sup> ].

$$FI = \frac{Area(6AWG)}{Area(6AWG)} = \frac{13.3mm^2}{13.3mm^2} = 1.0$$

Entonces:

$$A_c = 8.367 * 1.0 = 8.367mm^2$$

Por lo tanto, el calibre del conductor de puesta a tierra será el conductor con área próxima a 8.367 mm<sup>2</sup>. El conductor que cubre este requisito es un conductor de área de 8.367 mm<sup>2</sup> correspondiente al calibre 8 AWG.

### Ejemplo de selección de conductores para un motor

1.- Para demostrar el método empleado en el cálculo y selección de los conductores de un Motor se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación :

<b>Campo</b>	<b>Valor</b>
Tipo de Carga:	Motor
Potencia:	100 HP
Tensión Nominal del Motor:	440 V
Número de Fases:	3
Tensión Nominal del Sistema:	480V
Factor de Potencia:	0.89
Letra de código:	
Eficiencia:	0.91
Factor de demanda:	1.0
Longitud del circuito:	318 m.
Tipo de conductor	Monopolar
Sistema de soporte o canalización:	Ambos(tubo conduit de Fierro charola de aluminio)
Material dominante entre los sistemas de soporte o canalización:	Aluminio
Tipo de charola:	Charola tipo escalera. Sin cubierta, con espaciamientos maximo entre travesaños de 23 cm.

Arreglo de conductores:	Los conductores serán instalados en la charola sin separación entre sí.
Tipo de protección:	Interruptor termomagnético.

2.- Se determina el valor de la corriente nominal del Motor aplicando el artículo 430-6 (a) de la norma NOM-001-SEDE-2012, según el cual se puede obtener el valor de corriente de la tabla 430-150 cuando este valor se emplea como base para la selección de conductores.

3.- De la tabla 430-150 se obtiene una corriente nominal de 130 Amp. para un motor de 100 HP operando en 440V.

4.- Aplicando la sección 430-22 (a) de la norma citada, la capacidad de un conductor que alimenta un solo motor deberá tener una capacidad no menor al 125% de la corriente nominal del motor a plena carga, por lo tanto::

$$I_s = 1.25 * I_N * FD$$

Donde:

<b><i>I<sub>s</sub></i></b>	Corriente para selección del conductor [Amperes].
<b><i>I<sub>N</sub></i></b>	Corriente nominal del motor [Amperes].
<b><i>FD</i></b>	Factor de demanda.

$$I_s = (1.25)(130Amp.)(1.0) = 162.5Amp.$$

5.- Se determina el factor de corrección por temperatura de la tabla 310-16 y 310-17, considerando una temperatura máxima de operación de 75°C y una temperatura ambiente de 40°C. El factor de corrección por temperatura es de 0.88.

6.- Debido a que el conductor se instalará en tubo conduit y en charola se determina el calibre del conductor por capacidad de conducción para cada caso:

7.- Cálculo del conductor considerando tubo conduit

- a. Se considera que el conductor se instalará en tubo, la corriente del conductor no deberá ser mayor que la capacidad indicada en la tabla 310-15(b)(16) de la norma NOM-001-SEDE-2012.
- b. Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicando el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (para tubo, Factor de corrección por agrupamiento),

considerando los valores de la tabla 310-15(b)(16), se determina la capacidad de conducción corregida para un conductor de calibre 3/0 AWG ( 200 Amp. ) y se verifica que cumpla la condición de que la capacidad de conducción de corriente corregida del conductor sea mayor que la corriente para selección del conductor.

$$CAPCI * FCT * FDC > I_s$$

$$(200Amp.)(0.88)(1.0) > 162.5Amp.$$

$$176.0Amp. > 162.5Amp.$$

- c) Aplicando la nota del artículo 310-15, la cual indica que esa sección no toma

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * L * \left( \frac{I_N}{CF} \right) * (R * \cos \theta + X * \sen \theta)}{V * 10}$$

en consideración la caída de tensión en los circuitos. Se verifica que el calibre del conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión, en cumplimiento con el artículo 215-2(a) en su nota 3 y con el art. 210-19 (a)(1) en su nota 4; de los mismos artículos se define una máxima caída de tensión permisible en el circuito de 3%:

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia para un conductor monopolar, en canalización no magnética, (Tabla No. 9 Resistance and Reactance for 600 Volts cables 3-Phase, 60 Hz, 75 °C three single conductors in conduit. Extraída del National Electrical Code 2005) ya que, aunque se está analizando la caída de tensión para tubo de acero, el material predominante entre ambos sistemas es el aluminio. Así, considerando un conductor por fase :

Para un conductor monopolar calibre 3/0 AWG se tiene :

$$R_{75^{\circ}C} = 0.2512 \Omega/Km$$

$$X_{75^{\circ}C} = 0.1361 \Omega/km$$

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * 318 * \left( \frac{130.0}{1} \right) * (0.2512 * 0.89 + 0.1361 * 0.4559)}{480 * 10} = 4.2611$$

Como la caída de tensión excede el 3% se incrementa el calibre.

Para un conductor monopolar calibre 350 KCM se tiene :

$$R_{75^{\circ}\text{C}} = 0.1207 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$X_{75^{\circ}\text{C}} = 0.1289 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * 318 * \left(\frac{130.0}{1}\right) * (0.1207 * 0.89 + 0.1289 * 0.4559)}{480 * 10} = 2.8407$$

Se observa que la caída de tensión para el arreglo de 1 conductor monopolar por fase de calibre 350 KCM cumple con los requisitos de caída de tensión.

- c. Debido a que la carga es un motor, se calcula la caída de tensión al momento del arranque, considerando que ésta no deberá exceder el 15% de la tensión nominal para permitir el arranque del motor. Para éste cálculo se emplea la corriente de arranque, que será el producto de la corriente nominal por el número de veces que se incrementa la misma durante el arranque (Factor de corriente de arranque). Se emplea también el factor de potencia del motor en el momento del arranque, cuyo valor típico es de 0.30 para un motor de 100 HP según la gráfica 10 del libro "Motores eléctricos, selección, mantenimiento y reparación" de Robert W. Smeaton. Segunda edición tomo 1 Pág. 2-36.

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * \left(\frac{I_N}{CF}\right) * FA * L * (R * \cos \theta + X * \text{sen } \theta)}{V * 10}$$

Donde :

<b>e%</b>	Caída de tensión en porciento.
<b>L</b>	Longitud del conductor [metros].
<b>I<sub>N</sub></b>	Corriente nominal. [Amp.]
<b>CF</b>	Número de conductores por fase
<b>FA</b>	Factor de corriente de arranque.
<b>R</b>	Resistencia [ $\Omega/\text{Km}$ ].
<b>X</b>	Reactancia [ $\Omega/\text{Km}$ ].
<b>V</b>	Tensión del sistema [Volts].

$\theta$	Angulo de defasamiento entre la tensión y la corriente.
$\cos \theta$	Factor de potencia

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * \left(\frac{130}{1}\right) * 6 * 318 * (0.1207 * 0.30 + 0.1289 * 0.9539)}{480 * 10} = 14.55$$

Por lo tanto el conductor monopolar de calibre 350 KCM cumple con los valores considerados para caída de tensión durante el arranque del motor.

### 8.- Cálculo del conductor considerando charola

- Se considera que el conductor se instalará en charola sin tapa, la corriente del conductor no deberá sobrepasar el 65% de la capacidad indicada en la tabla 310-15(b)17 de acuerdo con el artículo 318-11 b) 2) de la norma NOM-001-SEDE-2012.
- Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicando el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (para charola, Factor decremental de charola), considerando los valores de la tabla 310-15 (b)(17). Se determina la capacidad de conducción corregida para un conductor de calibre 3/0 AWG (310 Amp.) y se verifica que cumpla la condición de que la capacidad de conducción de corriente corregida del conductor sea mayor que la corriente para selección del conductor..

$$CAPCI * FCT * FDC > I_s$$

$$(310Amp.)(0.88)(0.65) > 162.5Amp.$$

$$117.32Amp. > 162.5Amp.$$

- Aplicando la nota del artículo 310-15, la cual indica que esa sección no toma en consideración la caída de tensión en los circuitos. Se verifica que el calibre del conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión, en cumplimiento con el artículo 215-2(a) en su nota 3 y con el art. 210-19 (a)(1) en su nota 4; de los mismos artículos se define una máxima caída de tensión permisible en el circuito de 3%::

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * L * \left(\frac{I_N}{CF}\right) * (R * \cos \theta + X * \sen \theta)}{V * 10}$$

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia para un conductor monopolar, en canalización no magnética, (Tabla No. 9 Resistance and Reactance for 600 Volts cables 3-Phase, 60 Hz, 75 °C three single conductors



in conduit. Extraída del National Electrical Code 2017) y considerando un conductor por fase :

Para un conductor 3/0 AWG se tiene :

$$R_{75^{\circ}\text{C}} = 0.2512 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * 318 * \left(\frac{130.0}{1}\right) * (0.2512 * 0.89 + 0.1361 * 0.4559)}{480 * 10} = 4.2611$$

$$X_{75^{\circ}\text{C}} = 0.1361 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Como la caída de tensión excede el 3% se incrementa el calibre.

Para un conductor monopolar calibre 350 KCM se tiene:

$$R_{75^{\circ}\text{C}} = 0.1207 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$X_{75^{\circ}\text{C}} = 0.1289 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * 318 * \left(\frac{130.0}{1}\right) * (0.1207 * 0.89 + 0.1289 * 0.4559)}{480 * 10} = 2.8407$$

- d. Debido a que la carga es un motor, se calcula la caída de tensión al momento del arranque, considerando que ésta no deberá exceder el 15% de la tensión nominal para permitir el arranque del motor. Para éste cálculo se emplea la corriente de arranque, que será el producto de la corriente nominal por el número de veces que se incrementa la misma durante el arranque (Factor de corriente de arranque). Se emplea también el factor de potencia del motor en el momento del arranque, cuyo valor típico es de 0.30 para un motor de 100 HP según la gráfica 10 del libro "Motores eléctricos, selección, mantenimiento y reparación" de Robert W. Smeaton. segunda edición tomo 1 pag. 2-36.

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * \left(\frac{I_N}{CF}\right) * FA * L * (R * \cos \theta + X * \sin \theta)}{V * 10}$$

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * \left(\frac{130}{1}\right) * 6 * 318 * (0.1247 * 0.30 + 0.1312 * 0.9539)}{480 * 10} = 14.55$$

Por lo tanto el conductor monopolar de calibre 350 KCM cumple con los valores considerados para caída de tensión durante el arranque del motor.

### 9.- Elección final del calibre

El criterio para la selección del calibre se toma en base al mayor número de conductores por fase. Para este caso ambos sistemas son alimentados por un solo conductor por fase; por lo tanto, el siguiente criterio será verificar el calibre de cada sistema. Como el calibre seleccionado es el mismo, el criterio de selección final será la caída de tensión más crítica, es decir la mayor. Como se puede observar, la caída de tensión para ambos sistemas en la misma. Por lo tanto, el conductor finalmente seleccionado será monopolar calibre 350 KCM.

### 10.- Cálculo del calibre del conductor de puesta a tierra del equipo.

- a. En la tabla 250-122 del mismo artículo se describe el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra considerando el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. De la tabla de motores en 440V podemos estimar que el ajuste o dispositivo de protección contra sobrecorriente es de 200 Amp. al que correspondería un conductor de puesta a tierra de calibre 6 AWG de acuerdo con la tabla referida.
- b. Según el artículo 250-122 (b) y considerando que se realizó la compensación de calibre por caída de tensión para los conductores de fuerza, se realiza el ajuste para el conductor de puesta a tierra

$$FI = \frac{A_{CCT}}{A_{CCC}}$$

$$A_C = A_{COND} * FI$$

$$FI = \frac{Area(350AWG)}{Area(3/0AWG)} = \frac{177.33mm^2}{85.01mm^2} = 2.085$$

$$A_C = 13.30 * 2.085 = 27.74mm^2$$

Por lo tanto, el calibre del conductor de puesta a tierra será el conductor con área próxima a 27.74 mm<sup>2</sup>. El conductor que cubre este requisito es un conductor de área de 33.62 mm<sup>2</sup> correspondiente al calibre 2 AWG.

## Ejemplo de cálculo para un alimentador o equipo paquete

1.- Para demostrar el método empleado en el cálculo y selección de los conductores de un Equipo paquete se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación.

<b>Campo</b>	<b>Valor</b>
Tipo de Carga:	Equipo paquete
Potencia:	90 KW
Tensión Nominal:	480V
Número de Fases:	3
<b>Campo</b>	<b>Valor</b>
Tensión Nominal del Sistema:	480V
Factor de Potencia:	0.90
Factor de Demanda:	1.0
Factor de servicio:	1.0
Longitud del circuito:	80 m.
Tipo de conductor	Monopolar
Sistema de soporte o canalización:	Tubo
Material dominante entre los sistemas de soporte o canalización:	Acero
Tipo de protección:	Interruptor termomagnético.

2.- Se determina el valor de la corriente nominal del Equipo paquete considerando la capacidad nominal del mismo y el factor de servicio.

$$I_N = \frac{KW * 1000 * FS}{\sqrt{3} * V * FP}$$

Donde :

<b><math>I_N</math></b>	Corriente nominal [Amp].
<b><math>KW</math></b>	Capacidad nominal del equipo paquete [KW].
<b><math>FS</math></b>	Factor de servicio
<b><math>V</math></b>	Tensión nominal [Volts].
<b><math>FP</math></b>	Factor de potencia.

$$I_N = \frac{90KW * 1000 * 1.0}{\sqrt{3} * 480V * 0.9} = 120.28Amp.$$

**3.-** Se determina el factor de corrección por temperatura de la tabla 310-15(b)(2)(a), considerando una temperatura máxima de operación de 75°C y una temperatura ambiente de 38°C. El factor de corrección por temperatura es de 0.88.

**4.-** Se considera que el conductor se instalará en tubo, la corriente del conductor no deberá ser mayor que la capacidad indicada en la tabla 310-15 de la NOM-001-SEDE-2012.

**5.-** Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicando el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (factor de corrección por agrupamiento, para tubo), considerando los valores de la tabla 310-15(b)(16), se determina la capacidad de conducción corregida para un conductor de calibre 1/0 AWG ( 150 Amp. ), y se verifica que cumpla la condición de que la capacidad de conducción de corriente corregida del conductor sea mayor que la corriente para selección del conductor.

$$CAPCI * FCT * FDC > I_s$$

$$(150Amp.)(0.88)(1.0) > 120.28Amp.$$

$$136.68 > 120.28Amp.$$

**6.-** Aplicando la nota del artículo 310-15, la cual indica que esa sección no toma en consideración la caída de tensión en los circuitos. Se verifica que el calibre del conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión. En cumplimiento con el art. 215-2(a)(1) en su nota 3 y con el artículo 210-19(a)(1) en su nota 4 se define una máxima caída de tensión permisible en el circuito de 3%

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * L * \left( \frac{I_N}{CF} \right) * (R * \cos \theta + X * \sin \theta)}{V * 10}$$

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia para un conductor monopolar, en canalización magnética, (Tabla No. 9 Resistance and Reactance for 600V cables, 3-phase, 60 Hz, 75°C three single conductors in conduit. Extraída del National Electrical Code 2017). Y considerando un conductor por fase :

Para un conductor monopolar calibre 1/0 AWG se tiene :

$$R_{75^\circ C} = 0.3937 \Omega/Km$$

$$X_{75^\circ C} = 0.1804 \Omega/km$$

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * 80 * \left(\frac{120.28}{1}\right) * (0.3937 * 0.9 + 0.1804 * 0.4358)}{480 * 10} = 1.503$$

Se observa que la caída de tensión para el arreglo de 1 conductor monopolar por fase de calibre 1/0 AWG cumple con los requisitos de caída de tensión.

#### 7.- Cálculo del calibre del conductor de puesta a tierra del equipo.

- a) En la tabla 250-122 del mismo artículo se describe el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra considerando el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Por medio de un estudio de coordinación de protecciones se establece que el ajuste de disparo del interruptor termomagnético es de 350 Amp. con marco de 400 Amp. al que corresponde un conductor de puesta a tierra calibre 2 AWG.
- b) Según el artículo 250-122 inciso (b) y considerando que se realizó la compensación de calibre por caída de tensión para los conductores de fuerza, se realiza el ajuste para el conductor de puesta a tierra.

$$A_C = A_{COND} * FI$$

$$FI = \frac{A_{CCT}}{A_{CCC}}$$

$$FI = \frac{Area(1/0AWG)}{Area(1/0AWG)} = \frac{53.48mm^2}{53.48mm^2} = 1.0$$

Por lo tanto, el calibre del conductor de puesta a tierra será el conductor con área próxima a 33.62 mm<sup>2</sup>. El conductor que cubre este requisito es un conductor de área de 33.62 mm<sup>2</sup> correspondiente al calibre 2 AWG.

$$A_C = 33.62 * 1.0 = 33.62mm^2$$

# Memoria de cálculo para la selección del calibre de circuitos en media tensión

## Objetivo

Establecer los criterios utilizados en el cálculo y selección de conductores que operan en el rango de 2001v. a 35 000V.

## Alcance

Esta memoria de cálculo cubre los criterios utilizados para el cálculo y selección de los conductores en media tensión para un transformador, un motor y un Equipo paquete. Considerando para ello los criterios de capacidad de conducción de corriente, caída de tensión bajo operación normal, caída de tensión durante el arranque para el caso del motor y por esfuerzos térmicos bajo condiciones de corto circuito.

Los conductores seleccionados son de cobre, tienen aislamiento con temperatura máxima de operación de 90°C y permiten una elevación máxima de temperatura durante condiciones de corto circuito de 250°C.

## Bases de diseño

A continuación se enlistan los documentos, normas y estándares de referencia que sirven como base para el cálculo y selección de conductores en Media Tensión.

- 1.- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 "Instalaciones Electricas (Utilización)".
- 2.- Norma Oficial Mexicana NOM-J-284-1980 "Productos eléctricos- Transformadores de potencia".
- 3.- National Electrical Code Edición 2017.
- 4.- Estándar ANSI/IEEE c57.12.00-1980 "General Requirements for Liquid-immersed- distribution, power, and regulating transformers".
- 5.- Estándar IEEE std 141-1993 "Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants".
- 6.- Estándar IEEE std 835-1994 "Power Cable Ampacity Cables".
- 7.- Norma NEMA No. TR 1-1980 "Transformers, regulators and reactors".
- 8.- Libro "Motores Eléctricos Selección, Mantenimiento y Reparación" de Robert W. Smeaton.
- 9.- Manual Técnico de Cables de Energía. Condumex. Segunda Edición. Editorial Mc Graw Hill.

## 10.- Especificaciones técnicas del proyecto.

**Datos generales considerados para diseño**

Los datos listados a continuación constituyen los criterios considerados como base para el cálculo de los parámetros que intervienen en la selección de conductores en media tensión.

<b>Campo</b>	<b>Valor</b>
Tensión del sistema:	4160 / 13800 / 34500 V.
Temperatura ambiente:	41 °C
Tipo de conductor:	Tipo MV, Monopolar
Material del conductor:	Cobre
Máxima Temperatura de Operación del Conductor:	90 °C
Máxima Temperatura Admisible en el aislamiento bajo condiciones de corto circuito:	250 °C
Máxima caída de tensión en por ciento permitida para el circuito:	3 %
Máxima caída de tensión en por ciento permitida para el circuito durante el arranque de motores:	15 %

**Ejemplo de selección de conductores para un transformador**

1.- Para demostrar el método empleado en el cálculo y selección de los conductores de un transformador se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación.

<b>Campo</b>	<b>Valor</b>
Tipo de Carga:	Transformador
Potencia:	15MVA
Tensión Nominal:	33-13.8 KV
Número de Fases:	3
Tensión Nominal del Sistema:	33-13.8KV
Factor de Potencia:	0.9
Eficiencia:	-
Factor de Demanda:	1.0
Clase de enfriamiento:	OA/FA/FA
Factor de incremento de carga por pasos forzados de enfriamiento:	1.667
Límite de elevación de temperatura:	55 °C
Factor de incremento de capacidad por límite de	1.0

elevación de temperatura	
Longitud del circuito:	258 m
Tipo de Conductor:	Monopolar
Sistema de soporte o canalización:	Charola
Material dominante entre los sistemas de soporte o canalización:	Aluminio
Tipo de Charola:	Charola tipo escalera. Sin cubierta, con espaciamento máximo entre travesaños de 23 cm.
Arreglo de conductores:	Los conductores serán instalados en la charola formando una configuración trébol
Valor de la Corriente de Corto Circuito:	12.272 KA
Duración de la falla en ciclos por segundo:	5 Ciclos por segundo

2.- Determinamos el valor de la corriente nominal del secundario del transformador considerando la capacidad nominal del mismo, el factor de incremento de capacidad por pasos forzados de enfriamiento y el factor de incremento de capacidad por límite de elevación de temperatura (de la norma NOM-J-284-1986 o NEMA TR-1, 1980):

$$I_N = \frac{CAP * FICE * FICT}{\sqrt{3} * V}$$

Donde:

<b><math>I_N</math></b>	Corriente nominal [Amp].
<b><math>CAP</math></b>	Capacidad Nominal del transformador [KVA].
<b><math>FICE</math></b>	Factor de incremento de capacidad por pasos forzados de enfriamiento.
<b><math>FICT</math></b>	Factor de incremento de capacidad por límite de elevación de temperatura.

$$I_n = \frac{1500 \text{ kVA} * 1.6667 * 1.0}{\sqrt{3} * 13.8 \text{ kV}} = 1041.74 \text{ Amperes}$$

3.- Debido a que la temperatura ambiente del sitio de instalación es de 41 °C y las tablas de capacidad de conducción de corriente están determinadas para una temperatura ambiente de 40 °C, es necesario calcular el factor de corrección por temperatura, el cual permite encontrar la capacidad de conducción de los



conductores a la temperatura del sitio de instalación. En el artículo 310-60 (4) de la norma NOM-001-SEDE-2012 se presenta la fórmula

$$I' = I \sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Donde:

$I_1$	Capacidad de corriente de las tablas a la temperatura Ambiente $TA_1$ .
$I_1$	Capacidad de corriente de las tablas a la temperatura Ambiente $TA_2$ .
$TA_1$	Temperatura ambiente al rededor del cable en °C según las tablas.
$TA_2$	Temperatura ambiente en °C en que se calculará la capacidad de corriente.
$\Delta TD$	Aumento de temperatura debido a las pérdidas en el dieléctrico.
$TC$	Temperatura máxima de operación del conductor.

De esta fórmula podemos definir al radical como el factor de corrección por temperatura (FCT), de la siguiente manera:

$$FCT = \frac{\sqrt{T_c - T'_a}}{\sqrt{T_c - T_a}}$$

Por lo tanto:

$$FCT = \frac{\sqrt{90 - 41}}{\sqrt{90 - 40}} = 0.98$$

Comparando este factor con el factor obtenido de la **Tabla 310-60(c)(4).- Factores de corrección a temperatura ambiente** para una temperatura ambiente de 41 C se identifica que el factor obtenido de la tabla es 0.95. Sin embargo se empleará el factor calculado pues este factor es específico para una temperatura de 41 C.

4.- Al determinar el calibre del conductor que alimentará al equipo se considera que los conductores serán instalados en charolas sin cubierta. De acuerdo con el artículo 392-80-(b)(2)(a) la corriente que circulará en el conductor no deberá sobrepasar el 75% de la capacidad de corriente determinada a partir de la tabla 310-60(c)(69) para el caso de conductores de cobre.

5.- Se selecciona entonces el conductor por capacidad de conducción aplicando los factores de corrección por temperatura y debido a la instalación en charolas. De la tabla 310-60(c)(69). se selecciona el conductor que cumple la condición de que la capacidad de conducción de corriente corregida del conductor sea mayor que la corriente para selección del circuito

$$CAPCI * FCT * FDC > I_{CIRCUITO}$$

Donde:

<b>CAPCI</b>	Capacidad de conducción de corriente de la tabla correspondiente [Amperes].
<b>FCT</b>	Factor de corrección por temperatura.
<b>FDC</b>	Factor decremental debido al tipo de canalización.(para tubo, Factor de corrección por agrupamiento).
<b>I<sub>CIRCUITO</sub></b>	Máxima corriente que circula en el circuito bajo condiciones normales.[Amperes]

Como las capacidades de conducción que se muestran en la tabla 310-67 no permiten conducir la corriente del transformador con un solo conductor por fase se elige instalar 3 conductores por fase, por lo tanto la condición anterior para 3 conductores por fase de calibre 350 KCM es:

$$(550 \text{ Amp})(0.98)(0.75) > 1041.74/(3 \text{ conductores})$$

$$404.25 \text{ Amp} = 347.24 \text{ Amp} * \text{Conductor}$$

Se concluye entonces que 3 conductores calibre 350 KCM cumplen con los criterios de capacidad de conducción.

6.- Se verifica que el arreglo de conductores propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión. Para lo cual se calcula la caída de tensión en los conductores aplicando la fórmula matemática general definida en el Estándar IEEE Std 141-1993. Integrando los conceptos de corriente de línea:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * L * \left( \frac{I_N}{CF} \right) * (R * \cos \theta + X * \sen \theta)}{V * 10}$$

Donde :

<b>e%</b>	Caída de tensión en porciento.
<b>L</b>	Longitud del conductor [metros].
<b>I<sub>N</sub></b>	Corriente nominal. [Amp.]
<b>CF</b>	Número de conductores por fase
<b>R</b>	Resistencia [ $\Omega$ /Km].
<b>X</b>	Reactancia [ $\Omega$ /Km].
<b>V</b>	Tensión del sistema [Volts].
$\theta$	Angulo de defasamiento entre la tensión y la corriente.
$\cos \theta$	Factor de potencia

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia del Estandar IEEE Std 141-1993 de la tabla 4A-7 "60 Hz. Impedance data for three phase copper cable circuits in approximate ohms per 1000 ft at 75 °C", y corrigiendo los valores de resistencia por temperatura a 90 °C según la fórmula extraída del Manual Técnico de Cables de Energía (Capítulo 5) se tiene:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T_2 + T}{T_1 + T}$$

Donde:

<b>T</b>	234.5 °C Para cobre recocido estirado en frío con 100 % de conductividad.
<b>T</b>	228 °C Para aluminio estirado en frío con 97.3 % de conductividad.
<b>R<sub>2</sub></b>	Resistencia a la temperatura del ambiente [ $\Omega$ ]
<b>R<sub>1</sub></b>	Resistencia determinada a la temperatura de referencia T <sub>1</sub> [ $\Omega$ ].
<b>T<sub>2</sub></b>	Temperatura ambiente del lugar de instalación [°C].
<b>T<sub>1</sub></b>	Temperatura empleada para la determinación de la resistencia R <sub>1</sub> [°C].

Para un conductor de 350 KCM tenemos:

$$R_{75^{\circ}\text{C}} = 0.12294 \text{ ohms/Km}$$

$$X_{75^{\circ}\text{C}} = 0.1576 \text{ ohms/km}$$

Debido que el valor de la reactancia no está en función de la temperatura, sino que únicamente depende del arreglo que se tenga entre los conductores, se tiene::

$$X_{75^{\circ}\text{C}} = X_{90^{\circ}\text{C}}$$

Corrigiendo el valor de la resistencia a la Máxima Temperatura de Operación del Conductor:

$$R_{90^{\circ}\text{C}} = 0.12294 * \frac{(90 + 234.5)}{(75 + 234.5)} = 0.1289 \text{ ohms/km}$$

Se calcula la caída de tensión en por ciento con los valores de resistencia corregida a la nueva temperatura:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * 258 * (1041.74/3) * (0.1289 * 0.9 + 0.1381 * .4358)}{13800 \text{ v} * 10} = 0.122 \%$$

Se observa que la caída de tensión para el arreglo de 3 conductores monopolares de calibre 350 KCM es muy pequeña, por lo que se considera que cumple con los requisitos de caída de tensión.

7.- Según la recomendación del Estándar IEEE Std 141-1994 capítulo 5 y para cumplir con los requisitos del Manual de Procedimientos para la Operación de Unidades de Verificación de Instalaciones, se calcula el área mínima con la que debe contar el conductor para soportar los esfuerzos térmicos impuestos bajo condiciones de corto circuito. De la fórmula:

$$\left(\frac{I}{A}\right)^2 * t = K * \log_{10} \left[ \frac{T_2 + T}{T_1 + T} \right]$$

Donde:

<b><i>I</i></b>	Magnitud de la corriente de falla rms [Amperes]
<b><i>t</i></b>	Tiempo de duración de la falla [segundos].
<b><i>A</i></b>	Sección transversal del conductor [cm].
<b><i>K</i></b>	Constante que depende de las características térmicas del conductor (0.0297 para conductores de cobre y 0.0125 para conductores de aluminio).
<b><i>T<sub>2</sub></i></b>	Temperatura final del conductor [°C].
<b><i>T<sub>1</sub></i></b>	Temperatura inicial del conductor [°C].

Sustituyendo valores y despejando el área:

$$A = \frac{12272}{\sqrt{\frac{60 * 0.0297 * \log_{10} \left( \frac{250 + 234.5}{90 + 234.5} \right)}{5} * 1973.52}} = 24.965 \text{mm}^2$$

El área mínima del conductor para soportar los esfuerzos térmicos, corresponde a un conductor de calibre 2 AWG. El área de un conductor monopolar calibre 350 KCM es de 177 mm<sup>2</sup>, considerando el arreglo de 3 conductores por fase el área total de los conductores es de 531 mm<sup>2</sup>. Por lo tanto podemos garantizar que el aislamiento del conductor no sufrirá degradación alguna

### Ejemplo de selección de conductores para un motor

1.- Para demostrar el método empleado en el cálculo y selección de los conductores de un Motor se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación.

<b>Campo</b>	<b>Valor</b>
Tipo de Carga:	Motor
Potencia:	1750 HP
Tensión Nominal:	4.0 KV
Número de Fases:	3
Tensión Nominal del Sistema:	4.16 KV
Factor de Potencia:	0.868
Eficiencia:	0.9640
Factor de Demanda:	1.0

Factor de Servicio:	1.0
Longitud del circuito:	258 m
Tipo de Conductor:	Tripolar
Sistema de soporte o canalización:	Ambos
Material dominante entre los sistemas de soporte o canalización:	Aluminio
Tipo de Charola:	Charola tipo escalera. Sin cubierta, con espaciamiento máximo entre travesaños de 23 cm.
Arreglo de conductores:	Los conductores serán instalados en la charola formando una configuración trébol
Valor de la Corriente de Corto Circuito:	12.272 KA
Duración de la falla en ciclos por segundo:	5 Ciclos por segundo

2.- Determinamos el valor de la corriente nominal del Motor considerando la capacidad nominal del mismo:

$$I_N = \frac{HP * 0.746}{\sqrt{3} * V * \xi * FP}$$

Donde:

<b><math>I_N</math></b>	Corriente nominal del motor [Amperes]
<b><math>HP</math></b>	Capacidad nominal del motor [HP]
<b><math>V</math></b>	Tensión nominal [KV]
<b><math>\xi</math></b>	Eficiencia del motor.
<b><math>FP</math></b>	Factor de potencia.

$$I_N = \frac{1750 * 0.746}{\sqrt{3} * 4.0 * 0.9640 * 0.868} = 225.19 \text{ Amp.}$$

3.- Debido a que la temperatura ambiente del sitio de instalación es de 41 °C y las tablas de capacidad de conducción de corriente están determinadas para una temperatura ambiente de 40 °C, es necesario calcular el factor de corrección por temperatura.

$$FCT = \frac{\sqrt{90 - 41}}{\sqrt{90 - 40}} = 0.98$$

Comparando este factor con el factor obtenido de la **Tabla 310-60(c)(4).- Factores de corrección a temperatura ambiente** para una temperatura ambiente de 41 C se identifica que el factor obtenido de la tabla es 0.95. Sin embargo se empleará el factor calculado pues este factor es específico para una temperatura de 41 C.

4.- Al determinar el calibre del conductor que alimentará al equipo se considera que los conductores serán instalados en charolas sin cubierta. De acuerdo con el artículo 392-80(1)(a), la corriente que circulará en el conductor no deberá sobrepasar la capacidad de corriente determinada a partir de la tabla 310-60(c)(75)

5.- Se selecciona entonces el conductor por capacidad de conducción aplicando los factores de corrección por temperatura y debido a la instalación en charolas. De la tabla 310-60(c)(75). se selecciona el conductor que cumple la condición de que la capacidad de conducción de corriente corregida del conductor sea mayor que la corriente para selección del circuito.

egún el artículo 430-124 de la Norma NOM-001-SEDE-2012 y del NEC-2017 el conductor derivado para alimentar un solo motor deberá tener una capacidad no menor que el valor para el cual su dispositivo de protección contra sobrecarga es seleccionado para dispararse. Considerando que dicho disparo es ajustado para operar a no mas del 125 % de la corriente nominal a plena carga. Para un conductor de calibre 350 KCM se tiene:

$$CAPCI * FCT * FDC > I_{CIRCUITO}$$

$$(350Amp.)(0.98)(1.0) > (1.25)(225.19)Amp.$$

$$343.0Amp. > 281.48Amp.$$

Se concluye entonces que con 1 conductor tripolar calibre 350 KCM se cumple con los criterios de capacidad de conducción.

6.- Se verifica que el calibre del conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión. Para lo cual se calcula la caída de tensión en los conductores aplicando la fórmula matemática general:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * L * \left( \frac{I_N}{CF} \right) * (R * \cos \theta + X * \sen \theta)}{V * 10}$$

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia del Estándar IEEE Std 141-1993 de la tabla 4A-7 "60 Hz. Impedance data for three phase copper cable circuits, in approximate ohms per 1000 ft at 75 °C", y corrigiendo los valores de resistencia por temperatura a 90 °:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T_2 + T}{T_1 + T}$$

Para un conductor calibre 350 KCM tenemos:

$$R_{75^\circ\text{C}} = 0.1207 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$X_{75^\circ\text{C}} = 0.1076 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Debido que el valor de la reactancia no está en función de la temperatura, sino que únicamente depende del arreglo que se tenga entre los conductores, se tiene:

$$X_{75^\circ\text{C}} = X_{90^\circ\text{C}}$$

Corrigiendo el valor de la resistencia a la Máxima Temperatura de Operación del Conductor:

$$R_{90^\circ\text{C}} = 0.1207 * \frac{90 + 234.5}{75 + 234.5} = 0.1265 \Omega / \text{Km}$$

Se calcula la caída de tensión en porciento con los valores de resistencia corregida a la nueva temperatura:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * 258 * \left(\frac{225.19}{1}\right) * (0.1265 * 0.868 + 0.1076 * 0.4965)}{4160 * 10} = 0.3948$$

Se observa que la caída de tensión para un conductor tripolar calibre 350 KCM es muy pequeña, por lo que se considera que cumple con los requisitos de caída de tensión bajo operación normal.

**7.-** Debido a que la carga es un motor, calculamos la caída de tensión al momento del arranque, considerando que ésta no deberá exceder el 15% de la tensión nominal para permitir el arranque del motor. Para éste cálculo empleamos la corriente de arranque, que será el producto de la corriente nominal por el número de veces que se incrementa la misma durante el arranque (Factor de corriente de arranque). Se emplea también el factor de potencia del motor en el momento del arranque, cuyo valor típico es de 0.159 para un motor de 1750 HP según los datos del fabricante.



$$e\% = \frac{\sqrt{3} * \left(\frac{I_N}{CF}\right) * FA * L * (R * \cos \theta + X * \text{sen } \theta)}{V * 10}$$

Donde:

<b>e%</b>	Caída de tensión en por ciento.
<b>L</b>	Longitud del conductor [metros].
<b>I<sub>N</sub></b>	Corriente nominal. [Amp.]
<b>CF</b>	Número de conductores por fase
<b>FA</b>	Factor de corriente de arranque]
<b>R</b>	Resistencia [Ω/Km].
<b>X</b>	Reactancia [Ω/Km].
<b>V</b>	Tensión del sistema [Volts].
<b>θ</b>	Angulo de defasamiento entre la tensión y la corriente.
<b>cos θ</b>	Factor de potencia

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * \left(\frac{225..19}{1}\right) * 6 * 258 * (0.1265 * 0.159 + 0.1076 * 0.9872)}{4160 * 10} = 1.8337$$

Por lo tanto el conductor tripolar de calibre 350 KCM cumple con los valores considerados para caída de tensión durante el arranque del motor.

7.- Según la recomendación de Estándar IEEE Std 141-1994 capítulo 5 y para cumplir con los requisitos del Manual de Procedimientos para la Operación de Unidades de Verificación de Instalaciones, se calcula el área mínima con la que debe contar el conductor para soportar los esfuerzos térmicos impuestos bajo condiciones de corto circuito. De la fórmula:

$$\left(\frac{I}{A}\right)^2 * t = K * \log_{10} \left[ \frac{T_2 + T}{T_1 + T} \right]$$

Sustituyendo valores y despejando el área:

$$A = \frac{12272}{\sqrt{\frac{60 * 0.0297 * \log_{10}\left(\frac{250 + 234.5}{90 + 234.5}\right)}{5} * 1973.52}} = 24.965 \text{mm}^2$$

El área mínima del conductor para soportar los esfuerzos térmicos, corresponde a un conductor de calibre 2 AWG. El área de un conductor calibre 350 KCM es de 177.3 mm<sup>2</sup>. Por lo tanto podemos garantizar que el aislamiento del conductor no sufrirá degradación alguna.

### Ejemplo de cálculo para un equipo paquete

1.- Para demostrar el método empleado en el cálculo y selección de los conductores de un Equipo paquete se consideran los datos del equipo, circuito y canalización listados a continuación.

Campo	Valor
Tipo de Carga:	Equipo paquete
Potencia:	2000 KW
Tensión Nominal:	13.2 KV
Número de Fases:	3
Tensión Nominal del Sistema:	13.8 KV
Factor de Potencia:	0.9
Eficiencia:	0.92
Factor de Demanda:	1.0
Factor de Servicio:	1.0
Longitud del circuito:	258 m
Tipo de Conductor:	Monopolar
Sistema de soporte o canalización:	Charola
Material dominante entre los sistemas de soporte o canalización:	Fibra de vidrio reforzada con poliéster
Tipo de Charola:	Charola tipo escalera. Sin cubierta, con espaciamiento máximo entre travesaños de 23 cm.
Arreglo de conductores:	Los conductores serán instalados en la charola en una sola capa. Con separación entre conductores
Valor de la Corriente de Corto Circuito:	12.272 KA
Duración de la falla en ciclos por segundo:	5 Ciclos por segundo

2.- Determinamos el valor de la corriente nominal del Equipo paquete considerando la capacidad nominal del mismo y el factor de servicio.

$$I_N = \frac{KW * FS}{\sqrt{3} * V * \xi * FP}$$

Donde:

<b><math>I_N</math></b>	Corriente nominal [Amperes]
<b><math>KW</math></b>	Capacidad nominal del equipo paquete [KW]
<b><math>FS</math></b>	Factor de servicio
<b><math>V</math></b>	Tensión nominal [KV]
<b><math>\xi</math></b>	Eficiencia del equipo paquete.
<b><math>FP</math></b>	Factor de potencia.

$$I_N = \frac{2000 * 1.0}{\sqrt{3} * 13.2 * 0.9 * 0.92} = 105.64 \text{ Amp.}$$

3.- Debido a que la temperatura ambiente del sitio de instalación es de 41 °C y las tablas de capacidad de conducción de corriente están determinadas para una temperatura ambiente de 40 °C es necesario calcular el factor de corrección por temperatura..

$$FCT = \frac{\sqrt{T_c - T'_a}}{\sqrt{T_c - T_a}}$$

$$FCT = \frac{\sqrt{90 - 41}}{\sqrt{90 - 40}} = 0.98$$

Comparando este factor con el factor obtenido de la **Tabla 310-60(c)(4).- Factores de corrección a temperatura ambiente** para una temperatura ambiente de 41 C se identifica que el factor obtenido de la tabla es 0.95. Sin embargo se empleará el factor calculado pues este factor es específico para una temperatura de 41 C

4.- Al determinar el calibre del conductor que alimentará al equipo se considera que los conductores serán instalados en charolas sin cubierta, con una separación mantenida entre conductores de al menos el diámetro del conductor con diámetro mayor. De acuerdo con el artículo 392-80 inciso (2) subinciso (a), la corriente que circulará en el conductor no deberá sobrepasar la capacidad de corriente determinada a partir de la tabla 310-60(c)(69)..

5.- Se selecciona entonces el conductor por capacidad de conducción aplicando los factores de corrección por temperatura y debido a la instalación en charolas. De la tabla 310-60(c)(69) se selecciona el conductor que cumple la condición de que la capacidad de conducción de corriente corregida del conductor sea mayor que la corriente para selección del circuito.

Considerando los lineamientos del artículo 310-106 (a) de área de la sección transversal mínima de los conductores para 13.8 Kv en combinación con la tabla 310-60(c)(69). para un conductor calibre 6 AWG:

$$\begin{aligned} CAPCI * FCT * FDC &> I_{CIRCUITO} \\ (110Amp.)(0.98)(1.00) &> 105.64Amp. \\ 107.8Amp. &> 105.64Amp. \end{aligned}$$

Se concluye entonces que 1 conductor calibre 6 AWG cumple con los criterios de capacidad de conducción.

6. Se verifica que el conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión. Para lo cual se calcula la caída de tensión en el conductor:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * L * \left( \frac{I_N}{CF} \right) * (R * \cos \theta + X * \sen \theta)}{V * 10}$$

Aplicando los valores de Resistencia y Reactancia del Estándar IEEE Std 141-1993 de la tabla 4A-7 "60 Hz. Impedance data for three phase copper cable circuits in approximate ohms per 1000ft at 75 °C", y corrigiendo los valores de resistencia por temperatura a 90 °C:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T_2 + T}{T_1 + T}$$

Para un conductor de calibre 6 AWG tenemos:

$$R_{75^\circ C} = 1.6732 \Omega/Km$$

$$X_{75^\circ C} = 1.7979 \Omega/km$$

Debido que el valor de la reactancia no está en función de la temperatura, sino que únicamente depende del arreglo que se tenga entre los conductores, se tiene:

$$X_{75^{\circ}C} = X_{90^{\circ}C}$$

Corrigiendo el valor de la resistencia a la Máxima Temperatura de Operación del Conductor:

$$R_{90^{\circ}C} = 1.6732 * \frac{90 + 234.5}{75 + 234.5} = 1.7542 \Omega / Km$$

Se calcula la caída de tensión en porciento con los valores de resistencia corregida a la nueva temperatura:

$$e\% = \frac{\sqrt{3} * 258 * \left(\frac{105.64}{1}\right) * (1.7542 * 0.90 + 1.7979 * 0.4358)}{13800 * 10} = 0.8081$$

Se observa que la caída de tensión para un conductor monopolar de calibre 6 AWG es muy pequeña, por lo que se considera que cumple con los requisitos de caída de tensión.

7.- Según la recomendación de Estándar Std-141-1994 capítulo 5 y para cumplir con los requisitos del Manual de Procedimientos para la Operación de Unidades de Verificación de Instalaciones se calcula el área mínima con la que debe contar el conductor para soportar los esfuerzos térmicos impuestos bajo condiciones de corto circuito. De la fórmula:

$$\left(\frac{I}{A}\right)^2 * t = K * \log_{10}\left(\frac{T_2 + T}{T_1 + T}\right)$$

Donde:

<b>I</b>	Magnitud de la corriente de falla rms [Amperes]
<b>t</b>	Tiempo de duración de la falla [segundos].
<b>A</b>	Sección transversal del conductor [cm].
<b>K</b>	Constante que depende de las características térmicas del conductor (0.0297 para conductores de cobre y 0.0125 para conductores de aluminio).

$T_2$	Temperatura final del conductor [°C].
$T_1$	Temperatura inicial del conductor [°C].

Sustituyendo valores y despejando el área:

$$A = \frac{12272}{\sqrt{\frac{60 * 0.0297 * \log_{10}\left(\frac{250 + 234.5}{90 + 234.5}\right)}{5} * 1973.52}} = 24.965 \text{mm}^2$$

El área mínima del conductor para soportar los esfuerzos térmicos, corresponde a un conductor de calibre 2 AWG. El área de un conductor monopolar calibre 6 AWG es de 13.3 mm<sup>2</sup>, considerando un solo conductor por fase. Por lo tanto se debe seleccionar un conductor calibre 2 AWG para garantizar que el aislamiento del conductor no sufrirá degradación alguna. Por lo tanto, el calibre del conductor finalmente seleccionado será un conductor calibre 2 AWG.

# 11

## **Restricciones y advertencias**

- A. Motores. Los valores de eficiencia y de factor de potencia determinados a partir del banco de datos son valores promedio para motores de eficiencia estándar. Estos valores no deberán considerarse como valores garantizados, si se requiere el cálculo con valores de eficiencia garantizados, se deberán indicar en los campos del circuito designados para tales datos.
- B. Si en los datos del circuito se cuenta con el valor de la corriente nominal (CORRIENTE DE PLACA), este dato será considerado mandatorio, si se establece el estado de información como "final". Para este caso se deberá proporcionar también el factor de potencia, de lo contrario no será realizado el cálculo.
- C. Para el caso de que en el campo de canalización, sea considerada la opción CHAROLA se deberán proporcionar los datos de la charola MATERIAL, TIPO, ESPACIAMIENTO, TAPA, SEPARACION, para la correcta selección de factores y aplicación de criterios. Para el caso de que en el campo de canalización se considere la opción TUBO Y CHAROLA, deberán ser proporcionados los datos de la charola MATERIAL, TIPO, ESPACIAMIENTO, TAPA, SEPARACION, siendo el material, el que se presente de manera predominante entre los dos sistemas. En el caso TUBO Y CHAROLA, se

realiza el cálculo de conductores para los dos sistemas, con sus respectivos factores y consideraciones. El orden de impresión determina cuál de los sistemas presenta el caso más crítico. De esta manera, se imprime primero el sistema que cuenta con el mayor número de conductores por fase; si el número de conductores es el mismo, se selecciona el sistema con el conductor o arreglo de conductores de calibre mayor; si éstos tienen el mismo calibre, el programa elige el conductor o arreglo de conductores que presente la mayor caída de tensión. Si ocurre el caso de que se cumplan todas las condiciones anteriores y la caída de tensión sea la misma para ambos sistemas, se imprime primero el tubo como canalización, debido a que es el cálculo que se realiza primero dentro del algoritmo del programa. Por lo tanto, en la impresión final aparecerá la caída de tensión más crítica ( mayor ), la corriente corregida, los factores decrementales, el número de conductores por fase y el calibre seleccionado para el tipo de canalización que aparece primero en el orden de impresión.

- D. En el campo de factor de servicio se deberán proporcionar factores dentro del rango de 0.85 a 2.0 según la tabla 430-22(a) de la norma NOM-001-SEDE-2012 y 430-22(a) del "National Electrical Code" 2012.
- E. Si dentro de los datos de entrada al programa no se proporciona factor de potencia, ni la eficiencia, el programa determinará estos valores, a partir de las tablas de motores de la tensión del motor de los datos del circuito. Si el valor de potencia es comercial, es decir, si se encuentra dentro de la tabla, se asigna el factor de potencia y eficiencia al 100% de la carga correspondiente a la potencia. Si el valor de la potencia no es comercial, se asigna el factor de potencia y la eficiencia del motor con potencia inmediata superior.
- F. El programa requiere de las tablas de datos de capacidades de conducción, de datos generales para motores y factores de corrección por temperatura. Se recomienda mantener vigentes estas tablas actualizando el programa con las aplicaciones disponibles en el sitio [www.sizerelectric.com](http://www.sizerelectric.com) sección "Descargas".
- G. Dentro de la pantalla de captura de datos de circuitos se realiza una validación para disminuir la cantidad de errores durante el proceso. Se tiene también la condición de relacionar el tipo de carga con las unidades y con la tensión del equipo de la misma forma se relacionan las características de la charola con el tipo de conductor.
- H. Durante el proceso de captura al digitar los datos en algunos campos, aparecen datos típicos en otros espacios que contienen información relacionada. Esto con la finalidad de simplificar dicho proceso. Sin embargo, podrán ser modificados por el usuario.
- I. En el cálculo del calibre del circuito se toman en consideración tres características principales que son: Capacidad de conducción, caída de tensión en condiciones de operación y caída de tensión durante el arranque



(sólo para motores ). Aplicando para el último caso la corriente, resultado del producto de la corriente nominal por el número de veces que ésta se incrementa durante el arranque. En el reporte de datos generados por el programa, se mostrará el calibre que cumpla con los criterios marcados para cada caso. Para la determinación del calibre del conductor por capacidad de conducción se aplica la corriente afectada por los siguientes factores: factor de demanda, factor de servicio y en el caso de motores un factor de que varía respecto al tipo de motor y su uso, pudiendo tomar valores de 1.25 hasta 2.0 según los criterios de la sección 430-22(e). Es necesario aclarar que los factores decrementales por temperatura y debidos a las características de la canalización no se aplican a esta corriente corregida, si no que se aplican según la norma NOM-001-SEDE-2012, sección 392

- J. Existen diferencias en la consideración de los calibres mínimos para conductores en charolas, el NEC-2012 considera según su artículo 392.10 (1)(a) calibre mínimo de 1/0 AWG para charolas tipo escalera con espaciamiento máximo entre travesaños de 9 pulgadas ( 22.86 cm ), y calibre mínimo de 250 KCM para charolas tipo escalera con espaciamiento mayor de 23 cm. El artículo 392.10 cubre dentro del alcance, charolas tipo escalera, canal, charolas de fondo sólido y estructuras similares. Por su parte la norma Mexicana NOM-001-SEDE-2012 considera los mismos calibres mínimos; sin embargo, dentro de la nota del artículo 392-10 (a) (1) (a) de usos permitidos, amplía el rango de calibre mínimo a 4 AWG si el espaciamiento entre los travesaños de las charolas es de 22.5 cm. Dentro de la sección 392-10 (a) (1) (c) de la norma oficial mexicana y en la sección 392.10(1)(c) del National Electrical Code se permite la instalación de conductores calibre 4 AWG, o mayores en charolas, si estos son empleados con propósitos de puesta a tierra. Por lo tanto dentro del algoritmo del programa se usan los criterios, del reglamento seleccionado la norma aplicada en el proyecto, es decir, Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 o NEC-2017.
- K. Calibres mínimos. Los calibres mínimos permitidos usados para la selección del calibre en el proyecto, son los definidos en la sección de Datos Generales. Sin embargo, los calibres mínimos para la selección del conductor monopolar en el caso de que se instalen en charolas portacables serán los establecidos por los respectivos reglamentos ( NOM o NEC ). Bajo este criterio, al conductor que transporte una corriente menor a la corriente permisible para el calibre mínimo, le será asignado el calibre mínimo por ejemplo: Calibre 1/0AWG para charolas con espaciamiento entre travesaños de 22.5 cm ó calibre 250 kCM para charolas con espaciamiento entre travesaños mayor a 22.5 cm. Por esta condición, se debe tener precaución para no colocar dentro de las charolas conductores monopolares que transporten corrientes muy pequeñas, ya que con la aplicación del calibre mínimo, se sobredimensionará el área del conductor con el consiguiente incremento en el costo. Por lo que es necesario realizar un análisis más detallado para verificar si para conductores monopolares que transporten corrientes pequeñas, resulta conveniente este tipo de canalización o si resulta más conveniente emplear conductores tripolares para estos casos.

- L. La aplicación de los factores decrementales, para los conductores con características descritas en el párrafo anterior, serán considerados aplicando los factores más críticos según el tipo de canalización, y tipo de cable. Estos son 0.6 para conductores monopolares que se instalen en charolas con tapa y 0.65 para conductores monopolares que se instalen en charolas sin tapa.
- M. Para la determinación del calibre del conductor de puesta a tierra se tomó en consideración el artículo 250-122 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 y del NEC 2017 en los cuales el calibre está en función del ajuste o disparo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente, por lo que se realizaron las consideraciones listadas a continuación, proponiendo el posible ajuste de estos elementos. Es necesario destacar que el calibre final del conductor de puesta a tierra de los circuitos a los que se les propone el ajuste o disparo de dicho dispositivo, deberá ser revisado y en caso necesario redimensionado, cuando se determine el ajuste final de este dispositivo.
1. Para el caso de equipos paquete y circuitos de control se considera el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente como el valor comercial inmediato superior, correspondiente a la corriente nominal multiplicada por el factor de servicio.
  2. Para el caso de transformadores se considera el ajuste o disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor comercial igual o inmediato inferior, correspondiente al 250% de la corriente nominal.
  3. Para el caso de motores que operen a tensiones diferentes a las que cuentan con bancos de datos se considera el disparo o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor comercial igual o inmediato inferior, correspondiente al 250% de la corriente nominal del motor.
- N. Para circuitos que cuenten con tres fases y un neutro, se deberá verificar si por el conductor neutro circula corriente, como es el caso de circuitos que alimentan lámparas de descarga, para cuyo caso se deberá suministrar el dato de factor de corrección por agrupamiento en canalización extraído de la tabla de factor de agrupamiento del artículo Tabla 310-15(b)(5) de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 o del NEC-2017.
- O. En conformidad con la sección 250-122 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 del NEC-2017, el programa ajusta el calibre del conductor de puesta a tierra para compensar la caída de tensión. Este ajuste es proporcional a la escala de medidas de las secciones transversales AWG. En circuitos donde se emplea cable tripolar, se realiza el ajuste del conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo expuesto anteriormente. Sin embargo, si el calibre resultante de este conductor es menor que el calibre mínimo permitido por la especificación UL-1277 de "Underwriters Laboratories" el programa asigna este último calibre.

- P. Cuando se estimen circuitos en ducto enterrado se calculará un factor decremental total derivado de las componentes definidas en la ventana de captura de factores de ajuste para ductos por arreglo, profundidad, número de ductos, etc.. Debido a que el factor decremental depende del calibre del conductor, durante el proceso de captura de datos el programa indicará la leyenda "No Disp" en los campos que requieran del calibre para su definición o interpolación. Una vez que se ha realizado el cálculo del conductor y se ha determinado el factor decremental adecuado al calibre, este dato se encontrará disponible en la pantalla.

ESTA PAGINA FUE DEJADA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

# A

## Configuración de Windows

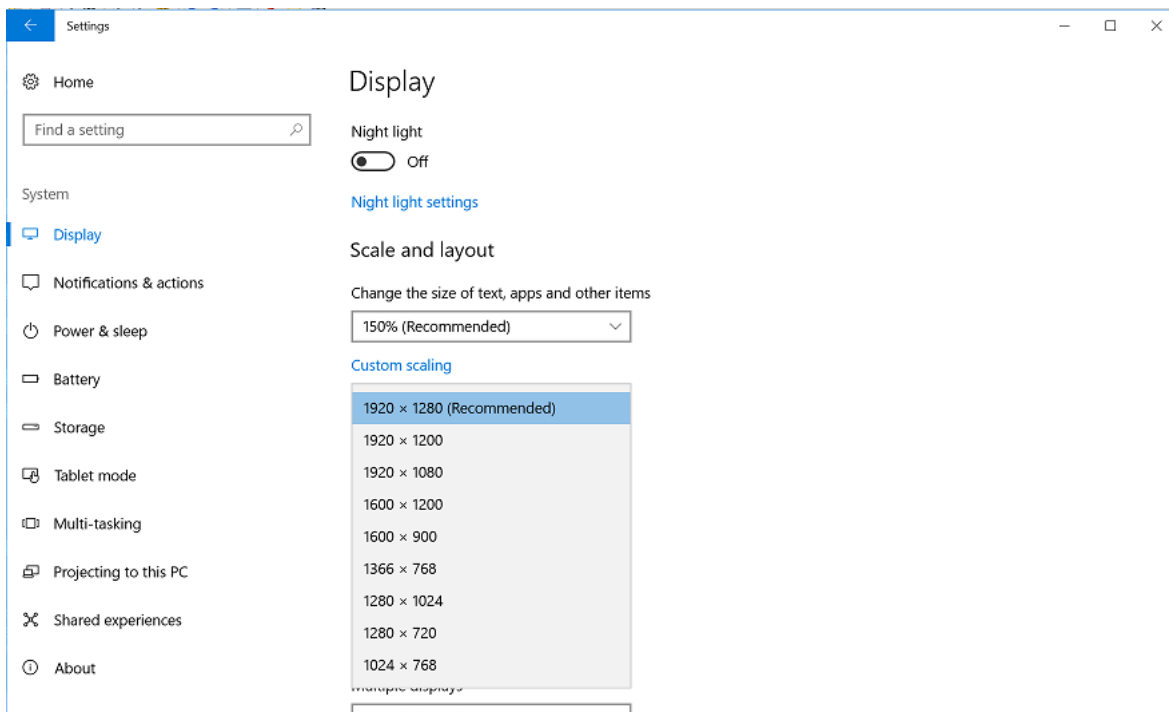
### Configuración del monitor

El programa cuenta con diferentes ventanas o GUIs (Graphical User Interfaces) para realizar los procesos de captura, validación y almacenamiento de datos del proyecto. Estas ventanas fueron diseñadas para apreciarse adecuadamente en una definición de 600 x 800 píxeles. Si su monitor es SVGA o superior no encontrará dificultades en configurar su definición a estos valores.

Para configurar el monitor a esta definición siga los siguientes pasos:

1. Seleccione el botón *Inicio* en la barra de tareas de Windows.
2. Del menú de inicio seleccione la opción de menú *Configuración*.
3. Se presentará el submenú de configuración, donde debe seleccionar la opción *Panel de Control*. Esto presentara una ventana mostrando las diferentes opciones de configuración del sistema.
4. Seleccione el icono *Pantalla* que presentara la ventana para configuración del monitor.

5. Seleccione la pestaña *Configuración*.
6. Localice el recuadro *Área de escritorio* y mueva la barra de selección hasta la posición “600x800 píxeles”.
7. Presione el botón *Aplicar*, Windows enviará un mensaje indicando que realizará una prueba antes de establecer la nueva configuración y le notifica si el cambio ha sido realizado con éxito.



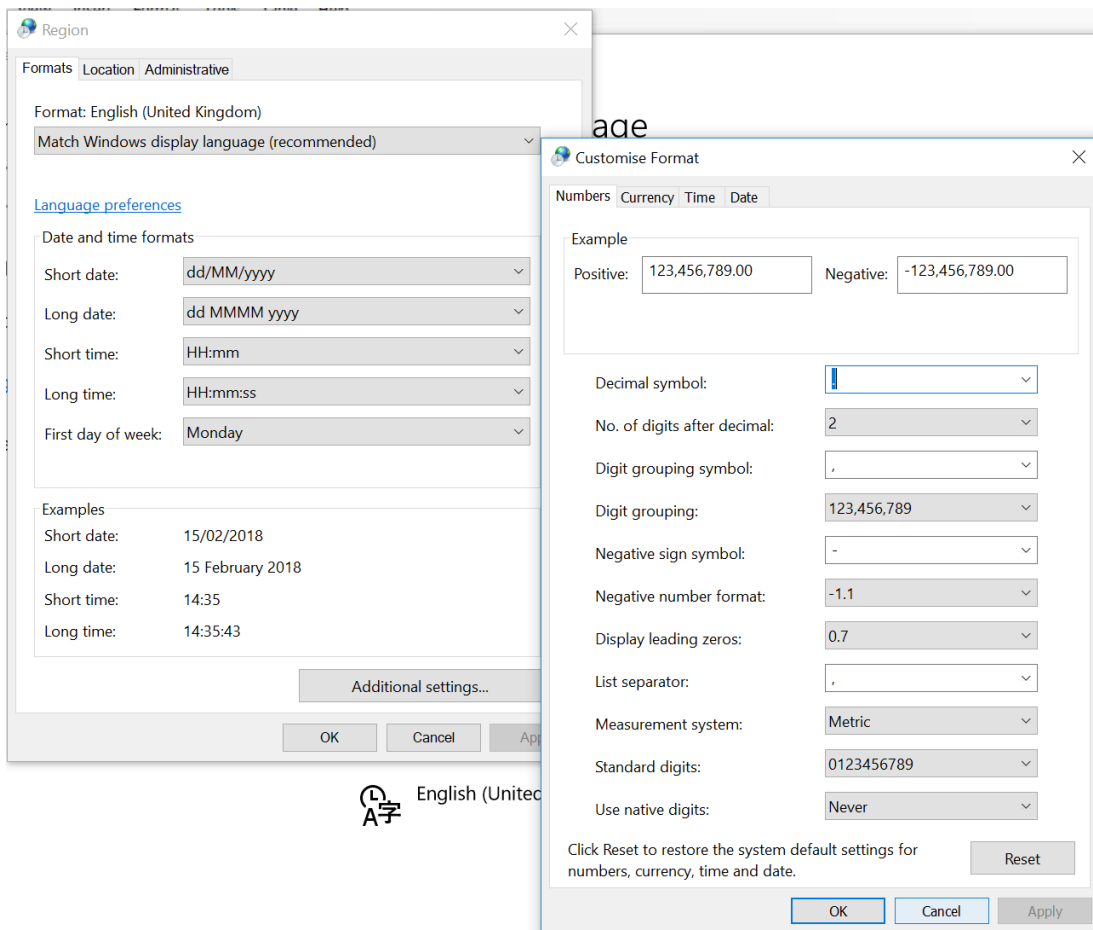
**NOTA:** Si su tarjeta de video no es superior a 1 Mb, su monitor no soporta esta configuración y la pantalla se observa completamente oscura. Si esto sucede, reinicie su computadora y arranque Windows en modo prueba de fallos, y repita la operación para recuperar la configuración anterior. El programa no podrá observarse adecuadamente en su monitor.

## Configuración de los números

El programa trabaja con el sistema internacional para la definición de números. Esto es, los números decimales deben estar separados de los números enteros por medio de un punto y no existiendo separación por medio de comas para la definición de millares. Es posible que se presenten anomalías en los procesos de validación si los números introducidos en el programa tienen el carácter coma(,) como medio de separación entre decimales y enteros. Para garantizar un adecuado desempeño del programa establezca la configuración regional de su sistema al sistema inglés.

Para configurar su sistema numérico:

1. Seleccione el botón *Inicio* en la barra de tareas de Windows.
2. Del menú de inicio seleccione la opción de menú *Configuración*.
3. Se presentara el submenú de configuración, donde debe seleccionar la opción *Panel de Control*. Esto presentara una ventana mostrando las diferentes opciones de configuración del sistema.
4. Seleccione el icono *Configuración Regional* que presentara la ventana para configuración del sistema.
5. Seleccione la pestaña *Numero*.
6. Localice la lista desplegable *Símbolo decimal* y seleccione el carácter punto(.)
7. Presione el botón *Aplicar*. Windows enviará un mensaje indicando que realizara una prueba antes de establecer la nueva configuración y le notificara si el cambio ha sido realizado con éxito.



## Conflictos y aclaraciones

A continuación se presenta una tabulación donde podrá encontrar algunos conflictos o aclaraciones que pudieran presentarse durante la operación de *Sizer Electric*. Así como algunas de las soluciones:

Conflicto	Causa / Aclaración	Solución
Al iniciar el programa solicita una contraseña de acceso que se desconoce.	El programa inicia abriendo el último proyecto abierto	Si la contraseña no ha sido modificada teclee la palabra CLAVE. Si lo desea deshabilite la opción "Abrir el último proyecto" en Menú principal + Opciones + Configuración del sistema
La retícula no muestra todos los datos capturados	Filtro aplicado o columnas ocultas	Deshabilite el filtro con el icono "Quitar filtro" o personalice la retícula.



<b>Conflicto</b>	<b>Causa / Aclaración</b>	<b>Solución</b>
El archivo generado es muy grande	Falta compactar la base de datos	Para compactar la base de datos seleccione la opción "Compactar base de datos" en Menú principal + Opciones + Configuración del sistema
Validación de datos inapropiada en las ventanas de captura	Error en la configuración numérica del sistema.	Configure su sistema de números.
La pantalla de captura es muy grande y no puede apreciarse en el monitor	Configuración del monitor	Configure su monitor a una definición de 600 x 800 Pixeles.
La parte superior izquierda de los reportes aparece vacía.	No se ha definido la imagen del documento ni la razón social de la empresa.	Personalice el reporte de impresión.
Requiero modificar la leyenda que aparece en los reportes	No se ha personalizado el reporte.	En la parte inferior de la ventana que aparece al seleccionar el tipo de reporte, indique la nueva leyenda para el reporte.
No se observan los iconos que se describen en la ayuda ni en el manual	Problemas en las librerías de Windows	Windows 95 y NT en sus primeras ediciones presentan problemas con el manejo de algunos gráficos. Instale las Service Packs de estas aplicaciones.
Al realizar el cálculo de un circuito aparece un mensaje de sistema indicando que no existe espacio disponible en el disco.	Al realizar un cálculo se genera una memoria de cálculo en el disco duro de su computador o en la dirección donde se encuentra su archivo de datos.	Libere espacio dentro de su computadora, o reubique su archivo de datos hacia una unidad que cuente con espacio libre.
Al seleccionar la impresión de los reportes aparece un mensaje de error de sistema.	Error en el driver de la impresora.	Reinstale el manejador de la impresora.

<b>Conflicto</b>	<b>Causa / Aclaración</b>	<b>Solución</b>
Las corrientes nominales del reporte son mayores que la que se obtiene al calcularlas por la fórmula de corriente para cargas balanceadas	La corriente para selección de conductores para motores debe basarse en las corrientes nominales de la tabla propuesta para el nivel de tensión de acuerdo con la sección 430-1 de la norma aplicable.	Consulte la norma seleccionada en el artículo 430-1
Validación de datos inapropiada en las ventanas de captura	Error en la configuración numérica del sistema.	Configure su sistema de números
La corriente de selección es muy grande	La corriente de selección es el producto de los factores de incremento definidos en la sección 430-122(a) entre el factor decremental por temperatura y el factor decremental aplicado a la canalización o charola.	Consulte la norma seleccionada en el artículo 430-22 y la tabla 430-22 (a). Factores decrementales sección 310-15 y artículo 318-11

# Índice Analítico

## A

Abrir proyecto .....27  
 Aire .....96  
 Archivo  
   \*.szr .....25  
   Generado por el programa .....25  
   Opción de menú .....19  
   Proyecto Sizer .....25  
 Asignación de circuitos .....117  
 Ayuda .....20

## B

Barra de Herramientas .....20  
 Buscar .....16

## C

Cables directamente enterrados .....95  
 Cables enterrados  
   Diferentes arreglos .....95  
 Caída de tensión .....35  
 Cálculo de conductor .....113  
   Pantallas .....108  
 Calibre  
   Conductor de puesta a tierra .....106  
   Máximo y mínimo .....43  
   Restricciones y advertencias .....217  
   Seleccionado (Vista) .....57  
   Verificado por corto circuito .....103  
 Cambiar datos .....179  
 Cambiar nombre .....29  
 Canalizaciones .....81  
   Ducto .....85  
 Captura de circuitos .....51  
 Captura de especificaciones de conductores .....141  
 CCM .....57, 65  
 Centro de Control de Motores .....65

## Ch

Charolas .....75

con tapa .....76  
 Espaciamento .....76  
 tipo de .....75  
 Charolas:con tapa .....76  
 Charolas:Espaciamento .....75

## C

Circuito  
   calculo de potenciales en pantallas 108  
 Cliente/Servidor .....13  
 Columnas .....54, 153  
 Consulta de tablas .....50  
 Consultas .....20  
 Contraseña  
   de proyecto .....29  
 Corriente .....70  
 Corriente de cc .....103  
 Corriente de placa .....215  
 Corto circuito .....103

## D

Datos Generales .....39  
 Ducto .....85  
 Ducto .....92  
 Ducto Diferentes arreglos de ductos ...92

## E

Edición  
   Demostrativa .....17  
   Premium .....17  
   Profesional .....17  
 Ediciones .....17  
 Eficiencia, captura .....72  
 Eficiencia .....62  
 Ejecución del programa .....15  
 Enfriamiento .....64  
 Entorno de sistema .....172  
 Especificaciones .....35  
   Selección de Especificaciones .....35  
 Exportar información .....175

<b>F</b>		Contraseña .....	29
Factor de potencia .....	72	Datos generales .....	39
Feeders .....	69	Guardar .....	28
Filtros.....	53, 119	Referencias .....	31
		Respaldo de, .....	177
<b>G</b>		<b>R</b>	
Guardar proyectos .....	28	Referencias.....	31
<b>I</b>		Registro del sistema.....	17
Información - Estado de,.....	110	Reportes	
Instalación .....	11	Exportar datos .....	173
Instalación en red .....	13	filtros en.....	170
Introducción .....	7	General.....	169
		Tipos de.....	171
<b>K</b>		Requisitos de instalación.....	11
KVA/HP .....	61	Restricciones y advertencias.....	215
<b>M</b>		Retícula	
Main feeders.....	69	de Datos Generales.....	39
Malla de tierras		Elemento .....	21
Captura de mallas .....	151	Personalización de columnas .....	54
Material de la canalización.....	97	Retícula:Personalización de columnas	
Material del conductor.....	42	.....	153
Mensajero.....	97	<b>T</b>	
Menú Principal.....	19	Temperatura	
Motores.....	60	Ambiente .....	44
<b>N</b>		de aislamiento del conductor .....	44
NEC.....	34	Elevación instantánea de.....	104
NOM.....	34	Temperaturas de aislamiento	
Normas.....	34	(Alcance).....	9
Nuevo proyecto.....	25	Tensión	
<b>P</b>		caída de (captura).....	99
Pantalla.....	46	Caída de tensión nominal .....	35
Potencia		del motor .....	61
factor de .....	72	del sistema (Datos Generales).....	40
Máxima y mínima .....	44	Maxima Tensión calculada .....	9
Protección.....	107	Tensión y número de fases..... Véase	
Proyecto		Tipo de aislamiento .....	42
Abrir .....	27	Tipo de carga .....	59
calcular.....	113	Totalización de conductores.....	48
Cambiar nombre .....	29	Transformador.....	64
Captura de charolas .....	117	Tubo Conduit.....	81
Captura de circuitos .....	51	<b>U</b>	
Captura de especificaciones .....	141	Unidades.....	69
Cerrar.....	29	<b>V</b>	
		Ventanas.....	20