

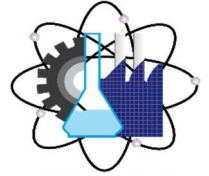


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

INGENIERÍA ELÉCTRICA – ELECTRÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA



Facultad de Ciencias
Químicas e Ingeniería

DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA UNIDAD HABITACIONAL RESIDENCIAL

TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

PRESENTA:
JUAN ANGEL PERALTA GUTIERREZ

DIRECTOR DE TESIS:
DR. LUIS CISNEROS VILLALOBOS

CODIRECTOR DE TESIS:
M. en I. JORGE LUIS AGUILAR MARIN

CUERNAVACA, MORELOS

MAYO 2024



CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ACRÓNIMOS	9
1 INTRODUCCIÓN	10
1.1 Justificación.....	10
1.2 Objetivo general	11
1.2.1 Objetivos específicos.....	11
1.3 Marco teórico.....	11
2 ILUMINANCIA.....	14
2.1 Cantidad de luminarias por zona	21
3 LEVANTAMIENTO DE CARGAS.....	24
3.1 Plano de distribución de equipos a utilizar por unidad.....	24
3.2 Cuadro de cargas	27
3.3 Derivación de circuitos.....	28
4 CÁLCULO POR CIRCUITO	30
4.1 Lámparas de techo en planta baja (C1)	30
4.1.1 Calibre de conductores	30
4.1.2 Protección	36
4.1.3 Cálculo de puesta a tierra.....	36
4.1.4 Cálculo de tubería.....	38
4.2 Contacto dúplex planta baja (C2).....	43
4.2.1 Calibre de conductores	44
4.2.2 Protección:	46
4.2.3 Cálculo de puesta a tierra.....	46
4.2.4 Cálculo de tubería:.....	46
4.3 Contacto dúplex segunda planta (C3).....	47
4.3.1 Calibre de conductores	48
4.3.2 Protección:	49
4.3.3 Puesta a tierra:	49
4.3.4 Cálculo de tubería:.....	49
4.4 Lámpara techo led segunda planta (C4)	51



4.4.1	Calibre de conductores	52
4.4.2	Protección:	53
4.4.3	Puesta a tierra:	53
4.4.4	Cálculo de tubería.....	53
4.5	Circuito derivado individual, microondas (C5).....	55
4.5.1	Calibre de conductores	56
4.5.2	Protección:	57
4.5.3	Puesta a tierra:	57
4.5.4	Cálculo de tubería.....	57
4.6	Circuito derivado individual, estufa (C6).....	59
4.6.1	Calibre de conductores	60
4.6.2	Protección:	61
4.6.3	Puesta a tierra:	61
4.6.4	Cálculo de tubería.....	61
4.7	Circuito derivado individual, lavadora (C7).....	63
4.7.1	Calibre de conductores	64
4.7.2	Protección:	65
4.7.3	Puesta a tierra:	65
4.7.4	Cálculo de tubería.....	65
4.8	Motor bomba, presurizador (C8).....	67
4.8.1	Calibre de conductores	68
4.8.2	Protección:	70
4.8.3	Puesta a tierra:	70
4.8.4	Cálculo de tubería.....	70
4.9	Aire acondicionado mini Split (C9).....	72
4.9.1	Calibre de conductores	73
4.9.2	Protección:	75
4.9.3	Puesta a tierra:	75
4.9.4	Cálculo de tubería.....	75
4.10	Aire acondicionado mini Split (C10).....	77
4.10.1	Calibre de conductores	78



4.10.2	Protección:	78
4.10.3	Puesta a tierra:	78
4.10.4	Cálculo de tubería.....	78
4.11	Aire acondicionado mini Split (C11).....	79
4.11.1	Calibre de conductores	80
4.11.2	Protección:	80
4.11.3	Puesta a tierra:	80
4.11.4	Cálculo de tubería.....	80
4.12	Balanceo de cargas	81
4.13	Cuadro de datos generales	82
4.14	Diagrama unifilar por unidad	83
5	CÁLCULO DE LA ESTANCIA JARDIN Y CUARTO DE MÁQUINAS	84
5.1	Plano de distribución de equipos a utilizar.....	84
5.2	Levantamiento de cargas	86
5.3	Circuito luminarias (C1).....	87
5.3.1	Calibre de conductores	87
5.3.2	Protección:	88
5.3.3	Puesta a tierra:	88
5.3.4	Cálculo de tubería.....	88
5.4	Circuito contactos (C2).....	89
5.4.1	Calibre de conductores	89
5.4.2	Protección:	89
5.4.3	Puesta a tierra:	89
5.4.4	Cálculo de tubería.....	89
5.5	Circuito cuarto de máquinas (C3).....	91
5.5.1	Calibre de conductores	91
5.5.2	Protección:	92
5.5.3	Puesta a tierra:	92
5.5.4	Cálculo de tubería.....	92
5.6	Diagrama unifilar.....	93
6	CÁLCULO DE TRANSFORMADOR.....	94



6.1	Cálculo de unidades de vivienda	94
6.2	Potencia total del transformador.....	95
6.3	Protección del transformador	96
6.4	Balaceo de cargas	97
7	DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR A BASE DE MEDIDORES.....	101
7.1	Cálculo por concentración de medidor.....	101
7.2	Cálculo por concentración de medidores CB1	101
7.3	Cálculo por concentración de medidor CB2.....	105
7.4	Cálculo por concentración de medidor CB3.....	107
7.5	Cálculo por concentración de medidor CB4.....	109
7.6	Plano de distribución eléctrica.....	111
7.7	Diagrama unifilar.....	112
8	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y CONCENTRACIÓN DE MEDIDORES	113
8.1	Cálculo de concentración de medidores a centros de carga	113
8.1.1	Calibre de conductores	113
8.1.2	Protección:	114
8.1.3	Puesta a tierra:	114
8.1.4	Cálculo de tubería.....	114
8.2	Plano de distribución eléctrica.....	116
8.3	Diagrama unifilar.....	117
8.4	Distribución general en baja tensión	118
	CONCLUSIONES.....	119
	REFERENCIAS	120



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Pasos para realizar el suministro eléctrico en unidades habitacionales.	13
Figura 2.1 Diagrama de arquitectura sala-comedor.....	17
Figura 2.2 Plano de trabajo sala-comedor.	19
Figura 3.1 Plano de distribución eléctrica de la planta baja.	24
Figura 3.2 Plano de distribución eléctrica de la segunda planta.....	25
Figura 3.3 Plano de distribución eléctrica de la azotea.	26
Figura 4.1 Temperatura ambiente en la zona de Santa fe, Morelos.	33
Figura 4.2 Ramal de tubería conduit.	39
Figura 4.3 Plano de distribución eléctrica del C2.....	43
Figura 4.4 Plano de distribución eléctrica del C3.....	47
Figura 4.5 Plano de distribución eléctrica del C4.....	51
Figura 4.6 Plano de distribución eléctrica del C5.....	55
Figura 4.7 Plano de distribución eléctrica del C6.....	59
Figura 4.8 Plano de distribución eléctrica del C7.....	63
Figura 4.9 Plano de distribución eléctrica del C8.....	67
Figura 4.10 Plano de distribución eléctrica del C9.....	72
Figura 4.11 Ficha técnica aire acondicionado.	73
Figura 4.12 Plano de distribución eléctrica del C10.....	77
Figura 4.13 Plano de distribución del C11.	79
Figura 4.14 Diagrama unifilar general de los circuitos.	83
Figura 5.1 Plano de distribución eléctrica.	85
Figura 5.2 Diagrama unifilar.	93
Figura 6.1 Cuadro de cargas.	100
Figura 7.1 Plano de distribución eléctrica sub T-C.	111
Figura 7.2 Diagrama unifilar sub T-C.	112
Figura 8.1 Plano de distribución eléctrica sub C-CF.....	116
Figura 8.2 Diagrama unifilar T-C.....	117
Figura 8.3 Plano eléctrico distribución general B-T.....	118



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Unidades fotométricas [2].	14
Tabla 2.2 Niveles de iluminación en los centros de trabajo [2].	16
Tabla 2.3 Porcentaje de reflectancia de acabados [2].	19
Tabla 2.4 Factor de utilización [2].	20
Tabla 2.5 Factor de mantenimiento [2].	21
Tabla 2.6 Nivel de lumen [7].	22
Tabla 3.1 Cuadro de cargas.	27
Tabla 3.2 Servicios de energía ante la CFE.	27
Tabla 3.3 Cuadro de cargas 2.	29
Tabla 4.1 Factores de demanda de las cargas de alumbrado [1].	31
Tabla 4.2 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 [1].	32
Tabla 4.3 Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C [1].	34
Tabla 4.4 Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente [1].	35
Tabla 4.5 Requisitos de los circuitos derivados [1].	36
Tabla 4.6 Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos [1].	37
Tabla 4.7 Porcentaje de la sección transversal en tubo Conduit y en tubería para los conductores [1].	39
Tabla 4.8 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo Conduit [1].	40
Tabla 4.9 Dimensiones del conductor [1].	41
Tabla 4.10 Factores de demanda para equipos de cuartos de cocina.[1].	56
Tabla 4.11 Factores de demanda y cargas para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, parrillas eléctricas [1].	60
Tabla 4.12 Servicio por régimen de tiempo [1].	68
Tabla 4.13 cargas utilizadas.	81
Tabla 4.14 Cuadro de datos generales de los circuitos.	82
Tabla 5.1 Cuadro de cargas estancia jardín – cuarto de máquinas.	86
Tabla 6.1 Factor de demanda unidad de vivienda [1].	94
Tabla 6.2 Valor nominal [1].	95
Tabla 3 Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90 °C, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C. [1].	102



RESUMEN

El trabajo de investigación presenta el diseño y distribución de la energía eléctrica en unidades de vivienda de un lote residencial regularizado con las normas aplicables a la energía eléctrica utilizadas a nivel nacional en los Estados Unidos Mexicanos.

El presente trabajo tiene la finalidad de presentar el desarrollo del diseño de la distribución de energía eléctrica de baja tensión a través de una memoria de cálculo aplicando las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-001-SEDE-2012) de electricidad.

El trabajo en general presenta circuitos de derivación, empezamos por los que están instalados dentro de la unidad de vivienda, por consiguiente, la distribución de los circuitos de derivación de las concentraciones de medidores hacia cada unidad, así como la distribución de los circuitos de estancias de descanso y por último la distribución del transformador a las concentraciones de medidores.

De igual forma la investigación realizada abarca información de los materiales que se ocupan en cada distribución proyectada, todo esto bajo las normas correspondientes dependiendo del tipo de trabajo a realizar.



ACRÓNIMOS

CFE:	Comisión Federal de Electricidad.
M.T:	Media Tensión.
B.T:	Baja Tensión.
T.P:	Transformador de potencial.
NOM:	Norma Oficial Mexicana.
ITM:	Interruptor termomagnético.
U.V.	Unidades de vivienda.
CBM:	Concentración bases de medidores.
N:	Neutro.
Φ :	Fase.
E-J:	Estancia-jardín.
T.C:	Transformador-concentración de medidore.
C-CF:	Concentración-centro de carga final.
Sub:	Subterránea.



1 INTRODUCCIÓN

A través de los años se ha ido mejorando e innovando la distribución de las redes eléctricas en baja tensión, conforme a esto se van mejorando las normativas para poder brindar un mejor servicio con mayor seguridad, puesto que tiempo atrás se consideraba una pequeña rama dentro del campo eléctrico, ya que el riesgo es menor en proporción a trabajar en altos niveles de voltaje eléctrico.

Los sistemas eléctricos en baja tensión son el medio de distribución para poder llegar al usuario final, su función es subministrar y abastecer energía eléctrica a los equipos eléctricos, en este caso de las unidades de vivienda.

Los sistemas de distribución en baja tensión deben tener como prioridades la seguridad del usuario, así como del operario a la hora de estar trabajando en ello, de igual forma el proyecto en marcha se tiene que dejar y proporcionar de alguna manera listo para futuras operaciones de mantenimientos, es por eso por lo que las normativas que corresponden a las normas mexicanas, en este caso, deben de cumplirse como lo marca.

Normalmente y a pesar de que se cuentan con dichas normas, aun en estos tiempos se sigue trabajando de manera empírica lo que relativamente no está mal, sin embargo, la mayoría de los oficiales eléctricos que trabajan de esta manera no siguen las normativas correspondientes a su trabajo, que en este caso es por falta de experiencia, falta de conocimientos o incluso por hacer un ahorro económico tanto para el cómo operario, así como para el usuario final.

Desafortunadamente en la actualidad se sigue trabajando de esa manera, una de las razones principales por las cuales se realizó esta investigación para poder brindar un mejor conocimiento y así tener una mejor eficiencia de trabajo.

1.1 Justificación

Ha este tipo de proyectos en México no se le da la importancia necesaria, debido a que en la mayoría de las ocasiones y a pesar de que es requerido por la ley, se trabaja de una forma empírica.

En la actualidad es un requerimiento que todos los estudios y cálculos realizados en el desarrollo de un proyecto de este tipo se realicen con un personal calificado para realizar el trabajo, debido a que cualquier error puede generar consecuencias graves, tanto para el operario como para el usuario final.



La investigación realizada es una base de cómo desarrollar un proyecto de esa magnitud, debido a que se toma en cuenta desde los equipos a instalar hasta la cantidad de energía requerida, todo esto a través de los cálculos necesarios para cumplir con la normativa vigente.

1.2 Objetivo general

Desarrollar un diseño de estructura de una red eléctrica, bajo normas, considerando las condiciones de distribución, equipos a instalar, protecciones eléctricas, materiales a instalar, eficiencia de trabajo, seguridad y eficiencia al usuario.

1.2.1 Objetivos específicos

1. Realizar un estudio del tipo de espacio al cual se tiene que energizar las zonas que comprenden el área del proyecto, y conforme a eso se hace el cálculo sobre la cantidad de energía que es requerida.
2. Realizar los cálculos necesarios para obtener equipos y materiales que corresponden al trabajo que se realiza, cabe mencionar que todo es regido bajo norma.
3. Realizar un estudio mediante cálculos, para definir el tipo de suministrador que se necesitara en el proyecto.

1.3 Marco teórico

Le llamamos diseño y distribución en baja tensión, a la red eléctrica que se encarga de realizar el suministro eléctrico en cada una de las unidades habitacionales, así como el lote en general.

Para esto, se tiene que realizar una serie de pasos, los cuales se describen a continuación:

Paso 1: Abastecimiento de la compañía suministradora al transformador.

1. Para poder llegar a este paso, se necesita saber la cantidad de potencia con la que trabaja el transformador, y así tener un abastecimiento correcto en cada unidad habitacional.

Paso 2: Del transformador abastecer a las concentraciones de medidores.

Aquí se tienen que tomar en cuenta los factores siguientes:

1. Balanceo de cargas:

Esta nos indica como hacer la repartición de cargas para que sean simétricas todas y no haya un mayor problema con alguna sobrecarga.



Así como también ver la cantidad de concentraciones que se ocuparan

2. Cálculo de conductores:

Se hacen los cálculos requeridos para ver qué tipo de conductor se ocupará, esto para hacer la alimentación del transformador a las concentraciones de medidores.

3. Tipos de materiales y normas para hacer una instalación subterránea.

En este punto se tienen que seguir las normas correspondientes para poder hacer una instalación subterránea, así como ver los materiales que se ocupan para ello, por ejemplo, el tipo de ductos, bancos de ductos, etc.

Paso 3: De las concentraciones de medidores hacer llegar al cuadro de cargas de cada unidad.

1. Cálculo de conductores

Se hace el cálculo requerido para ver el tipo de conductor que alimentara los centros de carga de cada unidad proveniente de las concentraciones de medidores.

2. Protección de cada centro de carga

Se hace un cálculo para ver el tipo de protección termomagnética que lleva cada centro de carga por delante de el medidor.

Paso 4: Del cuadro de cargas hacer derivar los circuitos hacia lo que el usuario final requiere, por ejemplo, luminarias, contactos etc.

1. Cálculo de conductores

Mediante fórmulas se hacen los cálculos para ver el tipo de conductor a utilizar.

2. Cálculo de protecciones

Mediante fórmulas se hacen los cálculos para ver el tipo de protección termomagnética a utilizar.

a) Circuitos derivados

1. Luminarias

- Mediante un plano arquitectónico se hace el procedimiento para ver la cantidad y tipo de luminarias que se ocuparán por zonas y así poder derivar los circuitos de luminarias.



2. Contactos

- Mediante un acuerdo con la constructora y las normas eléctricas, se verifica la cantidad de suministros eléctricos que se ocuparán, para ver la cantidad de circuitos que se podrían derivar.

Esta es la estructura del proyecto, pero para poder llegar a ella, se tiene que empezar del último paso, en este caso el (4) hacia el primer paso (1).

La Figura 1.1 presenta un ejemplo de la distribución de la red eléctrica baja tensión.

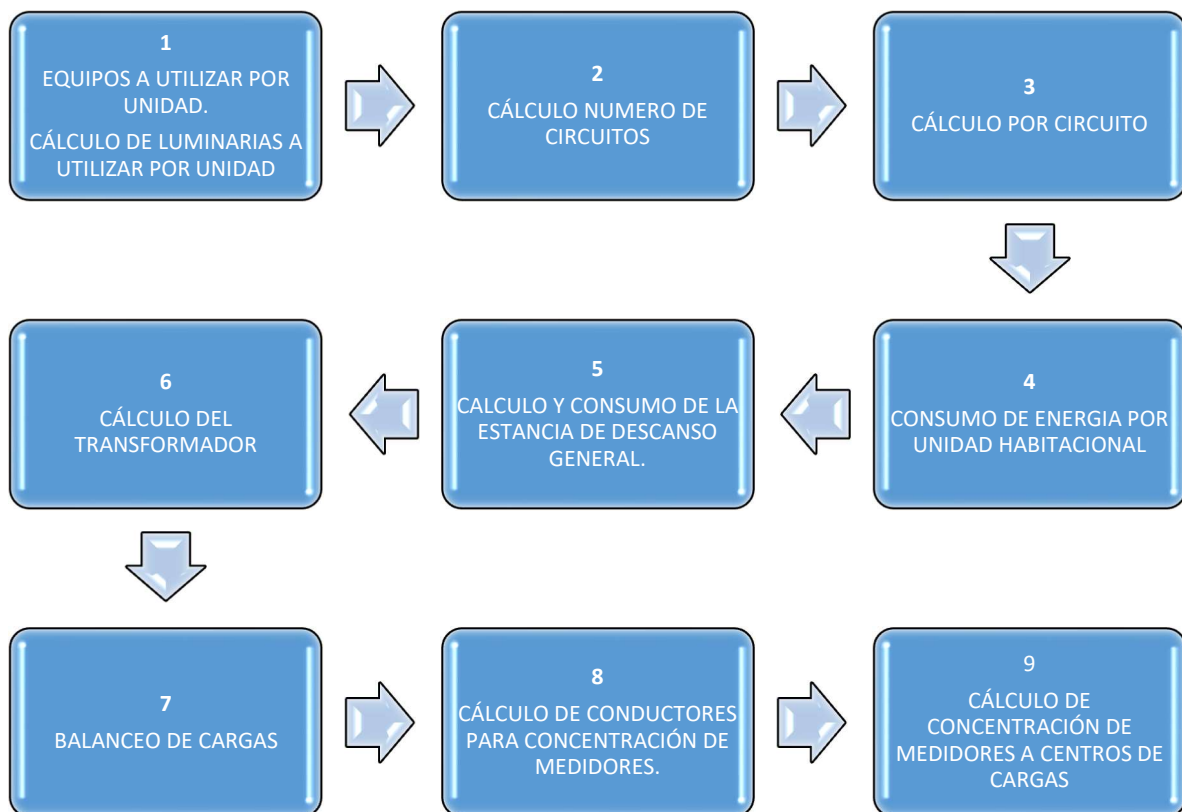


Figura 1.1 Pasos para realizar el suministro eléctrico en unidades habitacionales.



2 ILUMINANCIA

La iluminancia es el nivel de iluminación que incide sobre una superficie, esta es la descripción técnica que hace referencia a la cantidad de luz emitida por una fuente de energía sobre un área de terreno.

En esta sección se describe la forma en la que se debe realizar una distribución en cuanto a fuentes de energía (iluminación), todo esto dependiendo de la zona de trabajo en la que se desea desempeñar.

En todo proyecto de distribución de energía eléctrica en este caso de iluminación, es necesario conocer una serie de datos, con los cuales podremos trabajar, por ejemplo, se tienen que conocer los tipos de acabados arquitectónicos en los que se desempeñan principalmente plafones, paredes y pisos (tipos de colores), esto para definir el factor de reflexión que necesitamos.

Una de las principales formas para hacer una distribución de luminarias en un área específica, es conociendo el tipo de luminaria a instalar, así podemos obtener los datos necesarios para identificar la cantidad de luz emitida por la luminaria, pero en nuestro caso debemos de definir el tipo de fuente de energía que instalaremos.

Por consiguiente, es necesario identificar las principales magnitudes y unidades fotométricas en las que se mide el nivel de reflexión por zona.

La Tabla 2.1, presenta las unidades fotométricas.

Tabla 2.1 Unidades fotométricas [2].

Cantidad fotométrica	SI de Unidades y cálculo	Definición
Flujo luminoso	Lumen (lm)	Mide la cantidad total de luz emitida por una fuente luminosa.
Luminosidad	Candela (cd) = lm/sr	Representa la relación entre los lúmenes y el ángulo del haz de luz. Proporciona información sobre la cantidad de luz que se emite en una dirección determinada.
Luminancia	Lux $lx = \frac{lm}{m^2}$	Mide la luz que llega a una superficie receptora.



Densidad luminosa	$\frac{cd}{m^2}$	Mide la impresión de luminosidad de una superficie tal como la percibe el ojo humano.
Rendimiento luminoso	$\frac{lm}{W}$	Representa la relación entre el flujo luminoso emitido y la potencia eléctrica necesaria.
Intensidad lumínica	$lm \times s$	Representa el flujo luminoso total emitido por una fuente de luz durante un periodo de tiempo determinado.

Para definir el tipo de fuente que se instalara, emplearemos el método lumen, el cual se describe en los siguientes 2 pasos.

- **Paso 1**

Determinar la cantidad de lúmenes que se requieren por zona.

El flujo luminoso se obtiene a través de la ecuación 2.1.

$$\Phi = \frac{(\epsilon \cdot s)}{(n \cdot fm)} \quad 2.1$$

Donde:

ϵ : Lux.

n : Factor de utilización.

s : Superficie.

fm : Factor de mantenimiento.

A continuación, se determina cada una de las variables.

La cantidad de luxes se obtiene a través de la Tabla 2.2 y está en función de las condiciones de iluminación en los centros de trabajo.



Tabla 2.2 Niveles de iluminación en los centros de trabajo [2].

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750



precisión, manejo de piezas pequeñas.		
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none">• De bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados;• Exactas y muy prolongadas, y• muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2000

Del plano arquitectónico, se tomará una muestra de la zona en la que desarrollaremos el estudio, el cual será la sala-comedor.

En la Figura 2.1 se presenta la zona de la sala-comedor.

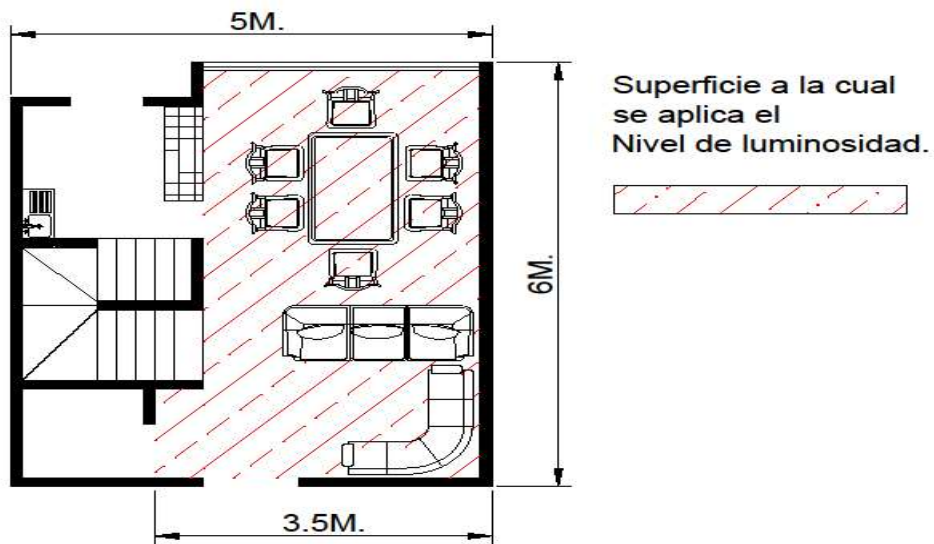


Figura 2.1 Diagrama de arquitectura sala-comedor.



Tomando de base la Tabla 2.2, se define que el nivel mínimo de iluminación para la sala-comedor es de 100 luxes.

Posteriormente, para definir el factor de utilización, debemos obtener los siguientes parámetros:

1. Índice de área.
2. Factor de reflexión en techo (plafones).
3. Factor de reflexión en paredes.

El valor del índice de área se obtiene a través de la ecuación 2.2 [2].

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x + y)} \quad 2.2$$

Donde:

IC : Índice de área.

x : Dimensión respecto al largo, en m .

y : Dimensión respecto al ancho, en m .

h : Altura de la luminaria respecto al área de trabajo, en m .

En el método el lumen, se deben otorgar condiciones de diseño arquitectónico, por ejemplo:

- Altura al hecho de piso a loza.
- Distancia del hecho de trabajo a loza.
- Altura al plano de trabajo.
- Distancia del plano de trabajo a lámparas.

Para analizar el método del lumen, se debe analizar y calcular por secciones (cuartos, baños, salas, etc.) cada sección cuenta con distintos factores. Por ejemplo, en la sala se tiene que considerar la altura de muebles, en cocinas altura de barras etc.

Del plano arquitectónico, se toma la muestra de lo que será la sala-comedor, con sus dimensiones, como se presenta en la Figura 2.2.

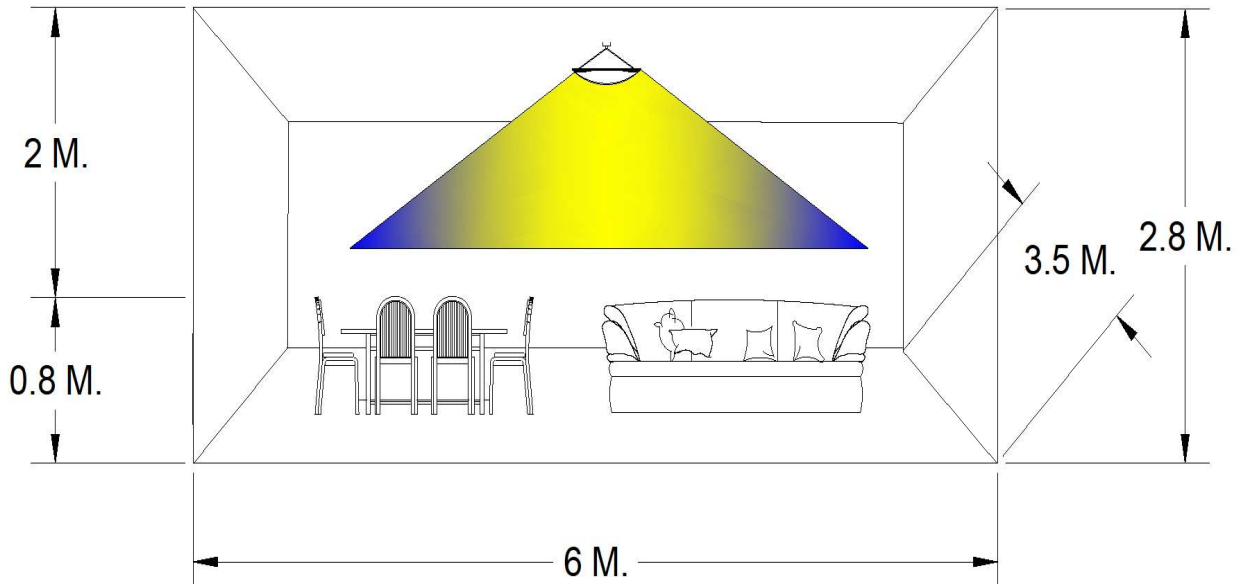


Figura 2.2 Plano de trabajo sala-comedor.

Aplicando la ecuación 2.2, obtenemos:

$$IC = \frac{(6)(3.5)}{2(6 + 3.5)} = 1.1$$

Una vez obtenido el índice del área, posteriormente se obtienen los siguientes datos:

- Factor de reflexión en techo (plafones).
- Factor de reflexión en paredes.

Por consiguiente, definiremos los valores de los coeficientes de reflexión a través de la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Porcentaje de reflectancia de acabados [2].

Colores	Adsorción %	Reflexión %
Blanco	15-20	80-85
Marfil	20-30	70-80
Crema	30-35	65-70
Amarillo pálido	35-40	60-65
Amarillo	40	60
Rosa	40	60
Verde claro	40	60
Gris claro	40-45	55-60
Gris	50-65	35-50
Anaranjado	55	45
Rojo pálido	60-65	35-40



Rojo ladrillo	65-70	30-35
Verde oscuro	70-80	20-30
Azul obscuro	80-85	15-20
Caoba	88-92	8-12
Negro	95-98	2-15

Nota: el color definido por los planos arquitectónicos son los siguientes:

Plafones: Blanco.

Paredes: Marfil.

A continuación, se presentan los porcentajes de los factores de reflexión:

- Factor de reflexión en techo (plafones): 80 - 85%.
- Factor de reflexión en paredes: 70 - 80%.

El factor de utilización se obtiene a través de la Tabla 2.4, sustituyendo el índice del local y los factores de reflexión.

Tabla 2.4 Factor de utilización [2].

Reflectancia efectiva cavidad del techo pcc(%)	80				70				50			30			10		
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Para 10% de reflectancia efectiva de la cavidad del piso (20% : 1,00)																	
Índice del local																	
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002

El factor de utilización obtenido a través de la Tabla 2.4 es de: 1.092.

Posteriormente, se obtiene la superficie del área de trabajo mediante la ecuación 2.3.

$$s = (\text{ancho}) \times (\text{largo}) \tag{2.3}$$



Sustituyendo los datos presentados en la Figura 2.1 se obtiene:

$$s = (6 m) \times (3.5 m) = 21 m^2$$

Para definir el factor de mantenimiento, se deben de tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Limpieza de las luminarias.
2. Ventilación de las luminarias.
3. Reemplazo de las luminarias cuando dejen de funcionar, o después de transcurrido el número predeterminado de horas de funcionamiento establecido por el fabricante.
4. Elementos que eviten el deslumbramiento directo y por reflexión.
5. Elementos de reencendido o de calentamiento.

La Tabla 2.5, presenta el factor de mantenimiento.

Tabla 2.5 Factor de mantenimiento [2].

Factor de mantenimiento o conservación	
Ambiente	Factor de mantenimiento, en %
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Nota: Normalmente en casa-habitación se utiliza el factor de mantenimiento para un ambiente limpio, sin dejar de lado las indicaciones de mantenimientos.

- **Paso 2**

Posteriormente se obtiene el flujo luminoso de la sala-comedor aplicando la ecuación 2.1.

$$\Phi = \frac{(100 \cdot 21)}{(1.092 \cdot 0.8)} = 2403.8 \text{ lm}$$

2.1 Cantidad de luminarias por zona

Una vez definidos los valores de iluminancia de cada lámpara, posteriormente se determina la cantidad de lámparas que se tendrán que instalar en el espacio de trabajo a través de la ecuación 2.4.

$$N = \frac{\Phi}{n \times \Phi L} \quad 2.4$$



Donde:

- N : Número de luminarias.
 Φ : Cantidad de flujo luminoso requerido en el espacio a instalar.
 n : Número de lámparas por luminaria.
 ΦL : Cantidad de luz emitida por una fuente, lm.

Para la ΦL , se considera el tipo de lámpara a instalar, la Tabla 2.6 presenta las conversiones de lúmenes a Watts típicas por los fabricantes.

Tabla 2.6 Nivel de lumen [7].

Tipo de luz	Lumen					
	200-300	300-500	500-700	700-1000	1000-1250	1250-2000
Bombillas incandescentes	25-30 Watts	40 Watts	60 Watts	75 Watts	120 Watts	150-250 Watts
Bombillas halógenas	18-25 Watts	35 Watts	50 Watts	65 Watts	100 Watts	125 Watts
Lámparas fluorescentes compactas	5-6 Watts	8 Watts	11 Watts	15 Watts	20 Watts	20-33 Watts
Bombillas LED	2-4 Watts	3-5 Watts	5-7 Watts	8-10 Watts	10-13 Watts	13-20 Watts

En la Tabla 2.6 se presenta una diferencia entre el tipo de luz, por ejemplo, cuando se instala un tipo de bombilla incandescente a un tipo de bombilla LED.

A continuación, se determina el número de luminarias para la sala-comedor aplicando la ecuación 2.4.

$$N = \frac{2304.8}{1 \times 720} = 3.2 \approx 4$$

Nota: De obtener un valor con decimales, se tiene que redondear al valor entero próximo.

Para obtener una validación de la cantidad de luz necesaria, a través de la ecuación 2.5 se debe realizar una comprobación por medio de los datos que se están empleando.

$$EM = \frac{(N \times ft \times \Phi L \times fm)}{s} \quad 2.5$$



Donde:

N : Número de luminarias.

ft : Factor de utilización.

$\varnothing L$: Cantidad de luz emitida por una fuente, en lm.

fm : Factor de mantenimiento.

S : Superficie del área de trabajo

A continuación, se realiza la validación de la cantidad de luz necesaria para la sala-comedor aplicando la ecuación 2.5.

$$EM = \frac{(4 \times 1.092 \times 720 \times 0.8)}{21} = 119.8$$

Para definir si la comprobación es correcta se tiene que considerar que $EM \geq \text{lux}$, es decir que tiene que ser igual o mayor que los niveles mínimos de iluminación con forme a la Tabla 2.2, para este caso se seleccionaron 100 luxes, por lo tanto EM es mayor que los lux.

3 LEVANTAMIENTO DE CARGAS

3.1 Plano de distribución de equipos a utilizar por unidad

Las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3 presentan los planos de distribución eléctrica de la planta baja, segunda planta y azotea respectivamente.

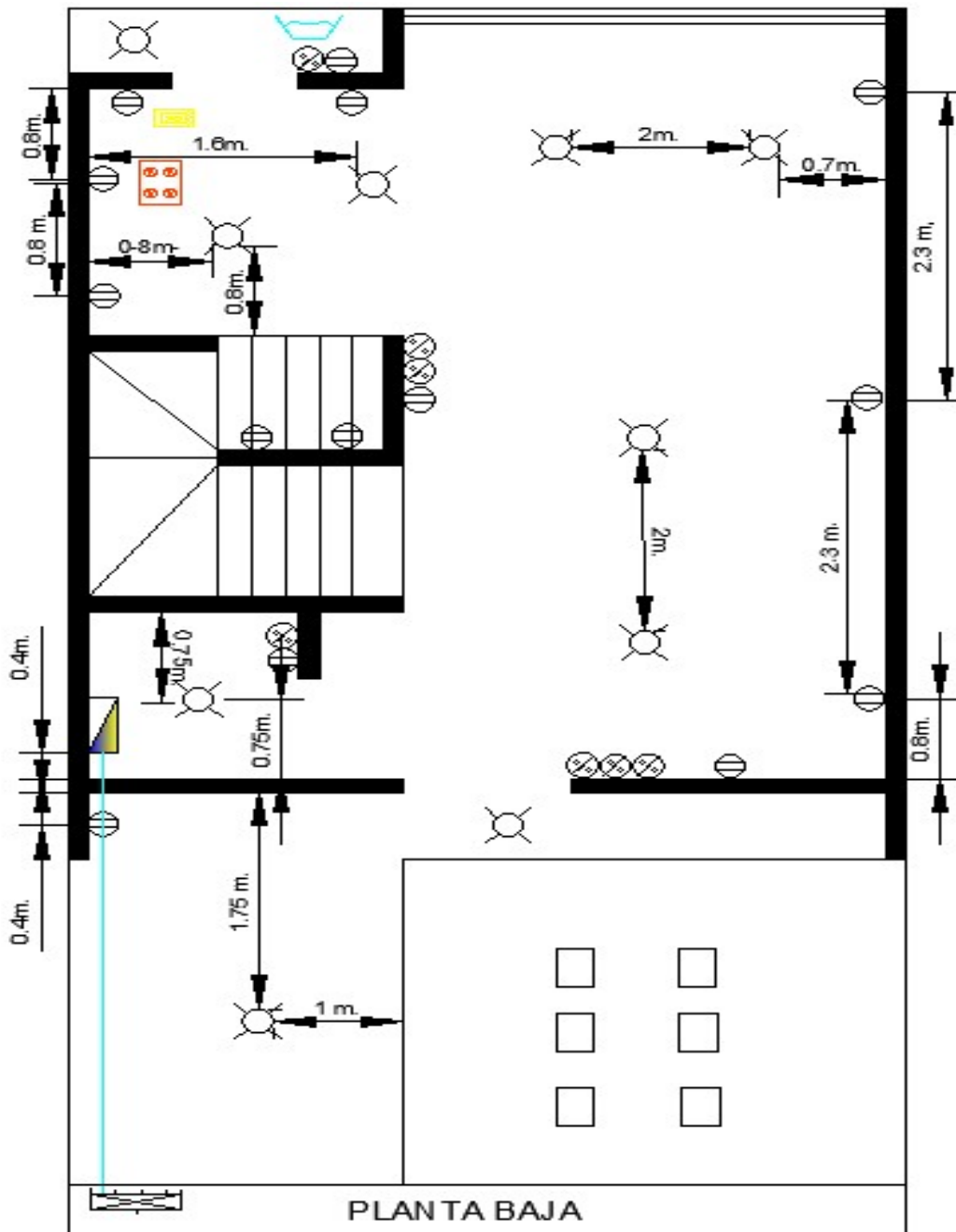


Figura 3.1 Plano de distribución eléctrica de la planta baja.

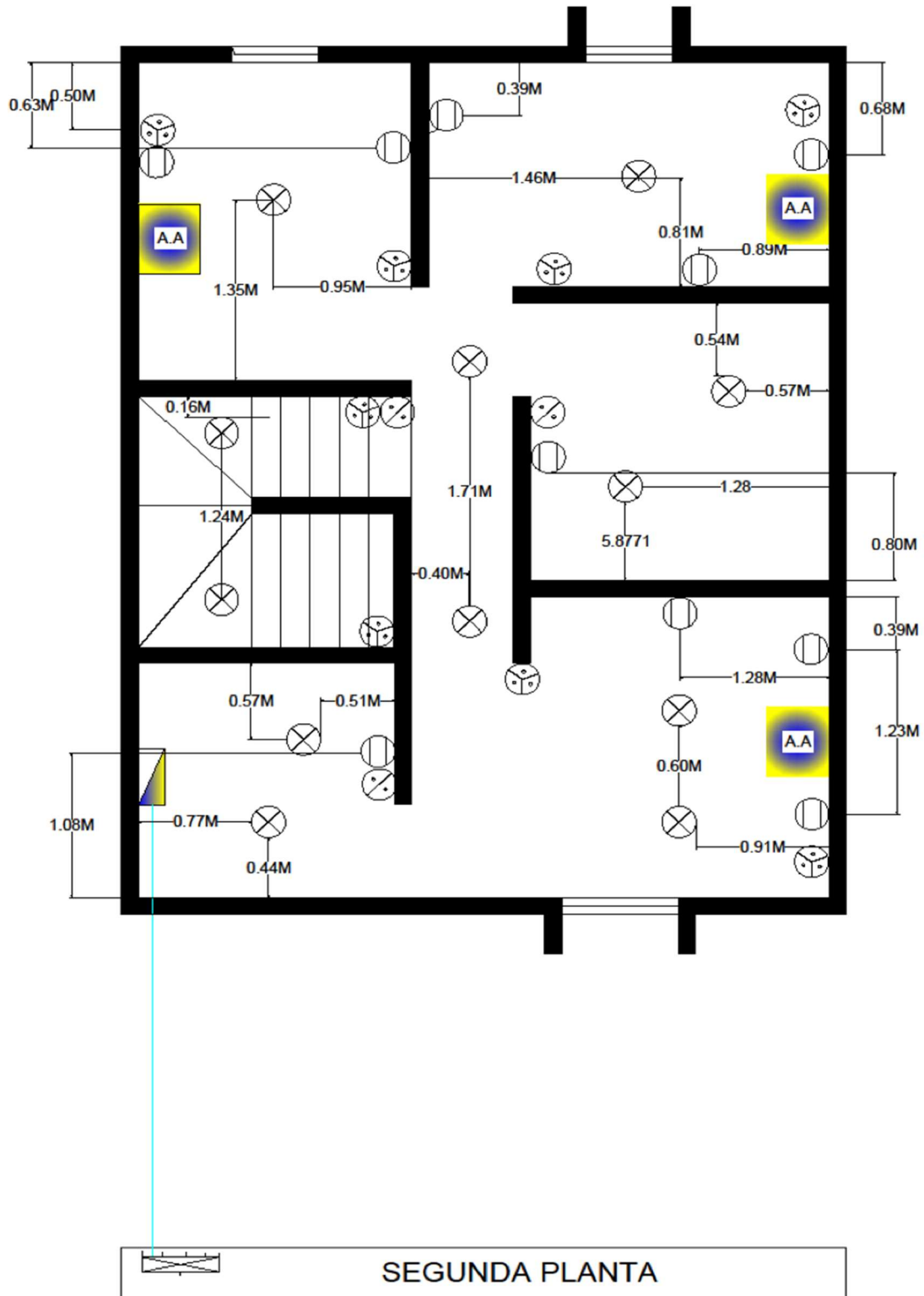


Figura 3.2 Plano de distribución eléctrica de la segunda planta.

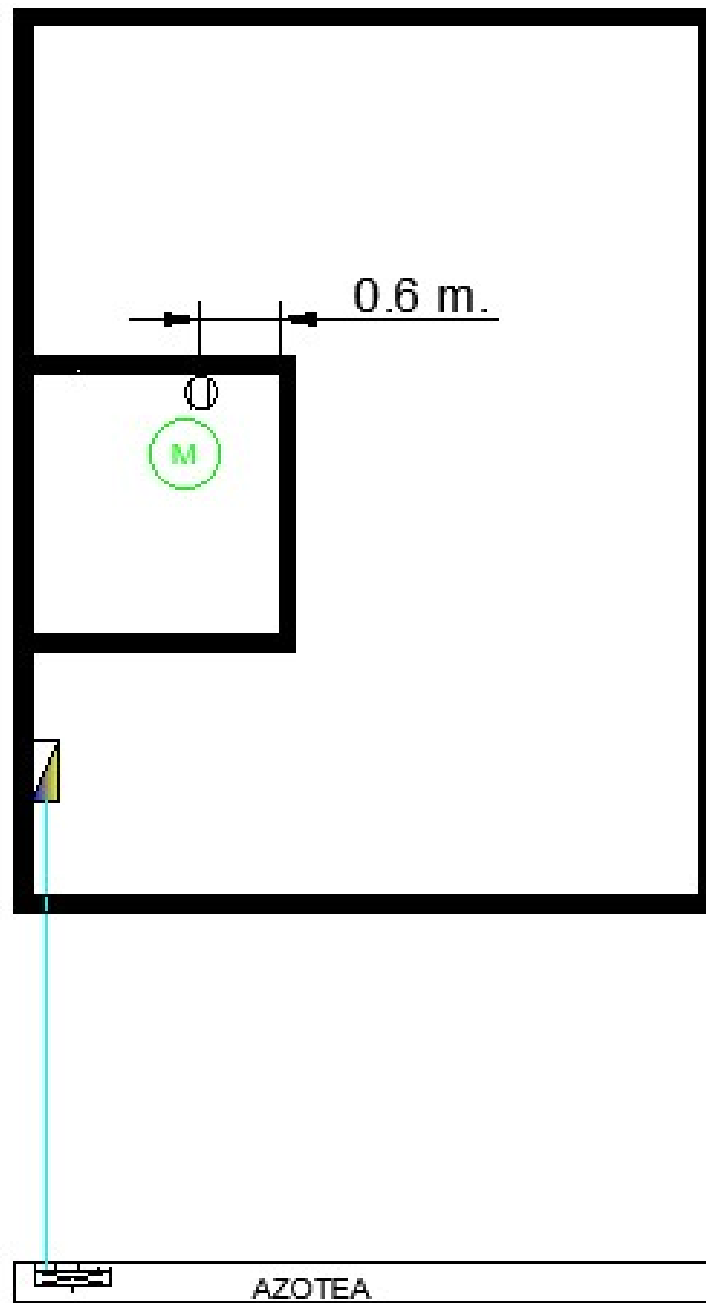


Figura 3.3 Plano de distribución eléctrica de la azotea.



3.2 Cuadro de cargas

La Tabla 3.1 presenta el cuadro de cargas de la distribución eléctrica.

Tabla 3.1 Cuadro de cargas.

Número	Cargas	Watts	Total
C1	Lámpara de techo led (10) planta baja.	12	120
C2	Contacto dúplex (11) planta baja.	180	1980
C3	Lámpara de techo led (12) segunda planta.	12	144
C4	Contacto dúplex (10) segunda planta.	180	1800
C5	Contacto especial (microondas, estufa eléctrica, lavadora) (3) planta baja.	1500	4500
C6	Presurizador (1) azotea.	800	800
C7	Aire acondicionado 1 tol. (3) segunda planta.	1350	4050

- **Balanceo de cargas**

Para desarrollar el balanceo de cargas primeramente se realiza la sumatoria de las cargas de los equipos eléctricos a instalar para definir la potencia de carga requerida.

Por consiguiente, se obtiene la potencia de demanda a través de la ecuación 3.1.

$$Fd = ci \times fd \quad 3.1$$

Donde:

ci: Sumatoria de cargas.

fd: Factor de demanda.

Sustituyendo los datos se obtiene:

$$Fd = (13394 \times 70\%) = 9375 W$$

Conforme a la potencia de demanda, se solicita el servicio de energía por medio de la compañía suministradora, la cual brinda los presentados en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Servicios de energía ante la CFE.

Servicio	Unidad, en W
Monofásico	0 - 5000
Bifásico	5000 - 10,000
Trifásico	10,000 - 25,000



En este caso y bajo la potencia de demanda, se opta por un sistema bifásico de 5000 - 10000 Watts.

Una vez obtenida la potencia de demanda y definido el servicio más óptimo, posteriormente se realiza la derivación de circuitos.

3.3 Derivación de circuitos

Para realizar la derivación de los circuitos primeramente se tiene que definir el número de circuitos a través de la ecuación 3.2.

$$N_{ctos} = \frac{P}{V_{fn} \times C_{ITM}} \quad 3.2$$

Donde:

- P : Potencia de carga, en W.
- V_{fn} : Voltaje fase-neutro, en V.
- C_{ITM} : Capacidad de los interruptores, en A.

Para el caso de la C_{ITM} se utiliza dependiendo del tipo de protección que se colocara por circuito.

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$N_{ctos} = \frac{9375 \text{ W}}{127 \text{ V} \times 15 \text{ A}} = 6.15 \approx 7$$

Nota: De obtener un valor con decimales, se tiene que redondear al valor entero próximo.

- **Cuadro de cargas y balance de circuitos**

La Tabla 3.3 presenta el cuadro de cargas y el balance de circuitos.



Tabla 3.3 Cuadro de cargas 2.

Circuito	N	Cargas	Watts	Total
C1	10	Lámpara de techo led planta baja.	12	120
C2	11	Contacto Dúplex.	180	1980
C3	10	Contacto Dúplex.	180	1800
C4	12	Lámpara de techo led.	12	144
C5	1	Contacto (microondas).	1500	1500
C6	1	Contacto (estufa).	1500	1500
C7	1	Contacto (lavadora).	1500	1500
C8	1	Presurizador.	800	800
C9	1	Aire acondicionado mini Split.	1350	1350
C10	1	Aire acondicionado mini Split.	1350	1350
C11	1	Aire acondicionado mini Split.	1350	1350

Nota: El balance de cargas tiene que ser menor o igual al 5%, ($\%D \leq 5\%$).

Cómo se observa en la Tabla 3.3, existen circuitos que pueden compartirse entre sí, esto por su carga mínima que tienen, pero lo correcto es dejarlos independientes por cuestiones de mantenimientos en el futuro.

A continuación, se realiza la selección de los circuitos.

- $L1 = C1 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 = 6,564 \text{ W}$.
- $L2 = C2 + C8 + C9 + C10 + C11 = 6,830 \text{ W}$.

El balanceo de cargas se realiza a través de la ecuación 3.3.

$$\%D = \frac{(C_{\text{máx}} - C_{\text{mín}})}{C_{\text{máx}}} \times 100\% \quad 3.3$$

Donde:

$C_{\text{máx}}$: Carga máxima, en W.

$C_{\text{mín}}$: Carga mínima, en W.

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$\%D = \frac{(6830 - 6564)}{6830} \times 100\% = 0.03\%$$

Se corrobora que: $\%D \leq 5\% = (0.03\% \leq 5\%)$.



4 CÁLCULO POR CIRCUITO

4.1 Lámparas de techo en planta baja (C1)

Para trabajar en el circuito C1, nos basaremos en los lineamientos de la NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas.

Para el C1 tenemos que determinar los siguientes puntos:

- Calibre de conductores.
- Calibre de conductor de puesta a tierra.
- Protección del circuito.
- Tubería del circuito.

A continuación, se desarrolla cada uno de los puntos antes mencionados.

4.1.1 Calibre de conductores

Para definir el calibre de los conductores, primeramente, debemos obtener su corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{W}{V_{fn} \times fp} \quad 4.1$$

Donde:

- I_N : Corriente nominal, en A.
 W : Potencia de carga, en W.
 V_{fn} : Voltaje fase-neutro, en V.
 fp : Factor de potencia.

El artículo 220 de la NOM-001-SEDE-2012, establece el cálculo de los circuitos derivados, alimentadores y acometidas.

De este mismo se obtiene que: 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.

Normalmente y bajo norma para un conjunto de viviendas o unidades habitacionales, se utilizan transformadores monofásicos que llevan tensiones secundarias 120/240 V. De igual forma se pueden utilizar las tensiones ya mencionadas en el artículo 220, aquí depende mucho



el cálculo general, ya que la compañía suministradora lo autoriza bajo las normas requeridas, en el desarrollo del estudio se trabajó con tensiones 220Y/127 V ya que se utilizará un transformador trifásico.

Por otra parte, el factor de potencia se considera de 0.9.

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$I_N = \frac{120}{127 \times 0.9} = 1.04 A$$

La Tabla 4.1 presenta los factores de demanda de las cargas de alumbrado.

Tabla 4.1 Factores de demanda de las cargas de alumbrado [1].

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que aplica el factor de demanda (volamperes)	Factor de demanda %
Almacenes	Primeros 12500 o menos	100
	A partir de 12500	50
Hospitales	Primeros 50000 o menos	40
	A partir de 50000	20
Hoteles y moteles, incluyendo apartamentos sin cocina	Primeros 20000 o menos	50
	De 20001 a 100000	40
	A partir de 100000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120000	35
	A partir de 120000	25
Todos los demás	Voltamperios totales	100

Posteriormente se tiene que definir la corriente de demanda a través de la ecuación 4.2.

$$I = \frac{I_N}{fd} \tag{4.2}$$

Donde:

fd: Factor de demanda.

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$I_D = \frac{1.04}{100\%} = 1.04 A$$



Una vez obtenida la corriente del circuito le daremos seguimiento a la Tabla 4.2.

La Tabla 4.2 nos presenta la ampacidad del cable, así como la temperatura en la cual trabaja.

Después nos muestra los datos con los que podemos trabajar, el calibre del conductor, la designación de su tamaño o grosor del conductor, el tipo de material que vamos a utilizar ya sea cobre o aluminio, teniendo algún dato de estos podemos decidir qué tipo de conductor utilizaremos.

En nuestro caso contamos con la ampacidad permisible, además se estará trabajando con conductores tipo THHW, ya que cuentan con una mayor resistencia en temperaturas, así como a la humedad.

Tabla 4.2 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 [1].

Tamaño o designación		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
mm^2	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, XHHW, THW, THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN2, RHH, RHW2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW2, ZW-2
		Cobre			Aluminio		
0.824	18"	--	--	14	--	--	--
1.31	16"	--	--	18	--	--	--
2.08	14"	15	20	25	--	--	--
3.31	12"	20	25	30	15	20	25
5.26	10"	30	35	40	25	30	35
8.37	8"	40	50	55	35	40	45

Tenemos una corriente que no excede los 20 A, por esta cuestión, se utilizara un calibre 14'' AWG. El circuito cuenta con poca capacidad de carga, por lo cual utilizaremos una



protección acorde a ello, y un conductor como lo marca la norma, ya que no afecta en su sistema.

Una vez definido el calibre del conductor, se utilizarán factores de corrección, por ejemplo, el factor de temperatura.

De acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012. Las ampacidades para temperaturas ambientes diferentes a las mostradas en la Tabla 4.2, se deberán corregir de acuerdo con la Tabla 4.3.

Por otra parte, la Figura 4.1 presenta la temperatura ambiente de la zona de trabajo. Zona Santa fe Morelos.

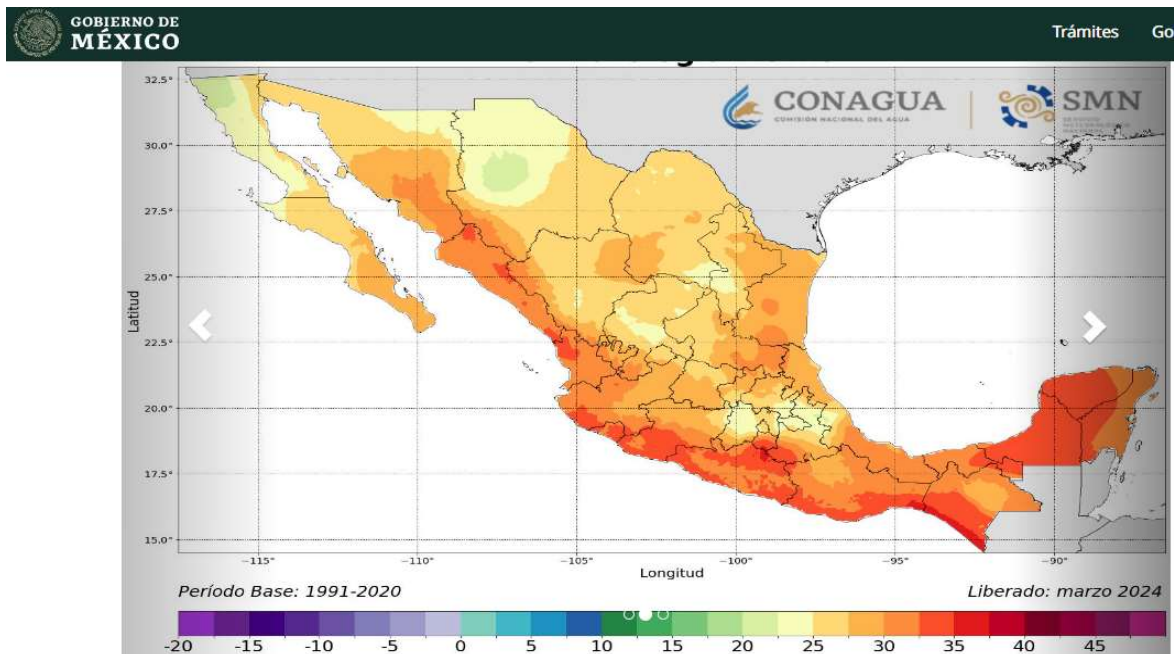


Figura 4.1 Temperatura ambiente en la zona de Santa fe, Morelos.[8]

La zona de trabajo cuenta con una temperatura máxima de 30-35 °C. Esto conforme al dato proporcionado por CONAGUA en un periodo base de 1991-2020.

Posteriormente con base a los datos obtenidos se toma el dato correspondiente en base a la Tabla 4.3 mostrándonos los factores de corrección conforme a la temperatura requerida.



Tabla 4.3 Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C [1].

Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60°C	75°C	90°C
10 o menos	1.22	1.20	1.15
11-15	1.29	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.81	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	--	0.58	0.71
61-65	--	0.47	0.65

A continuación, se desarrollan las correcciones.

La corriente corregida por el factor de temperatura se obtiene a través de la ecuación 4.3.

$$I_c = \frac{I_D}{FC} \quad 4.3$$

Donde:

I_c : Corriente corregida, en A.

I_D : Corriente de demanda, en A.

FC : Factor de corrección.

Para realizar la corrección por temperatura ocuparemos los valores máximos que se pueden presentar en el ambiente, en este caso: 30– 35° C.

Sustituyendo los datos de la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{1.04}{0.81} = 1.3 \text{ A}$$

A continuación, se hará un ajuste en la ampacidad que se viene manejando, el cual solo se tomara como un ejemplo en este circuito, esto por si se desea ocupar en algún proyecto distinto, todo esto de acuerdo con la Tabla 4.4, para un ajuste para mas de 3 conductores.



Tabla 4.4 Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente [1].

Número de conductores	Porcentaje de valores ajustados para temperatura ambiente.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y mas	35

La corriente corregida por el factor de ajuste se obtiene a través de la ecuación 4.4.

$$I_a = \frac{I_c}{FA} \quad 4.4$$

Donde:

FA : Factor de ajuste.

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$I_a = \frac{1.3}{0.80} = 1.6 A$$

En base a los resultados obtenidos, seguiremos conservando el calibre 14'' AWG, ya que no superan los 20 A.

A continuación, se obtendrá la caída de tensión, con la finalidad de que no se presenten problemas en los circuitos que tienen una mayor longitud.

Esta fórmula se obtuvo del manual eléctrico de viakon conductores.

La caída de tensión por el método de sección transversal, se obtiene a través de la ecuación 4.5.[5]

$$e\% = \frac{4 \times L \times I}{V_{fn} \times S} \quad 4.5$$

Donde:

L : Longitud mayor, en m .

I : Corriente, en A .

V_{fn} : Voltaje fase-neutro, en V .

S : Sección transversal, en mm^2 .



Como se puede apreciar se cuenta con la mayoría de los datos que ocupa la ecuación 4.5 mas sin embargo, el dato de seccion transversal podemos obtenerlo atraves de la Tabla 4.2.

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 25 \times 1.75}{127 \times 2.08} = 0.66\%$$

Con base en el artículo 100 de la NOM-001-SEDE-2012, el porcentaje de caída de tensión no debe exceder el 3%.

Nota: en caso de exceder el 3%, se tiene que buscar el siguiente tipo de conductor, en este caso de mayor resistencia para que no se presente una caída de tensión.

4.1.2 Protección

La Tabla 4.5 presenta un resumen de los requisitos de los circuitos derivados.

Tabla 4.5 Requisitos de los circuitos derivados [1].

Valor nominal circuito A.	15	20	30	40	50
Conductores (tamaño mínimo)	<i>m</i> mm ² AWG	<i>mm</i> ² AWG	<i>mm</i> ² AWG	<i>mm</i> ² AWG	<i>mm</i> ² AWG
Conductores del circuito*	2.08 14	3.31 12	5.26 10	8.37 8	13.3 6
Derivaciones	2.08 14	2.08 14	2.08 14	3.31 12	3.31 12

Como se observa en la Tabla para el calibre 14'' AWG, se tiene una protección de 15 A. Cabe mencionar que el circuito tiene una corriente más baja. Como en este caso, no se supera una corriente de 15 A, utilizaremos una protección de 15 A.

4.1.3 Cálculo de puesta a tierra

Las luminarias y el equipo se deben conectar mecánicamente a un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica en los artículos 410- Luminarias, portalámparas y lámparas de la NOM-001-SEDE-2012.

E. Puesta a tierra 410-40.

410-44. Métodos de puesta a tierra. Las luminarias y el equipo se deben conectar mecánicamente a un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica en 250-118 y dimensionado de acuerdo con lo establecido en la Tabla 4.6.



250-118. Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos.

El conductor de puesta a tierra de equipos, llevado junto con los conductores del circuito o que los encierra, debe ser uno o más o una combinación de los siguientes:

- 1) Un conductor de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. Este conductor debe ser sólido o cableado; aislado, cubierto o desnudo; en forma de un alambre o una barra de cualquier forma.

La Tabla 4.6 se utiliza para designar el tamaño de conductor de puesta a tierra dependiendo su llave térmica.

Tabla 4.6 Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos [1].

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de amperes.	Tamaño		Tamaño	
	cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm^2	AWG o kcmil	mm^2	AWG o kcmil
15	2.08	14	--	12
20	3.31	12	--	10
60	5.26	10	--	8
100	8.37	8	--	6
200	13.30	6	21.2	4
300	21.20	4	33.6	2
400	26.70	3	42.4	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.30	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400

La Tabla 4.6 nos indica que para una protección de 15 A en este caso es la más cercana se utiliza un calibre número 14 AWG.

Nota: Si se conecta o no a la luminaria dependerá de la naturaleza de la luminaria y si tiene o no partes metálicas a proteger.



De la misma forma se tiene que tomar en cuenta ya que muchas ocasiones en futuros proyectos los usuarios tienden a colocar ventiladores de aspas en techo y estos se tienen que conectar a puesta a tierra física.

Instalación del conductor del electrodo de puesta a tierra

1. Conductor común del electrodo de puesta a tierra y derivaciones.

Se debe instalar un conductor común del electrodo de puesta a tierra y las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra.

2. Ubicación común.

Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra en un ducto u otra envolvente accesible en el lado fuente del medio de desconexión, a uno o más de los siguientes, según corresponda.

- Al o los conductor /es puestos a tierra de acometida.
- Al conductor de puesta a tierra del equipo instalado con el alimentador.
- Al puente de unión del lado de la alimentación.

4.1.4 Cálculo de tubería

Para saber qué tipo de tubería utilizar, se tienen que tomar en cuenta los factores de acuerdo al uso que se le dará, por ejemplo, es diferente un tipo de tubería visible a la oculta, de igual forma existe un tipo de tubería especial para trabajar en concreto.

De acuerdo con el artículo 364 de la NOM-001-SEDE-2012, se puede utilizar tubo Conduit de polietileno.

Los tubos Conduit de polietileno pueden ser de dos tipos: una canalización semirrígida, lisa o una canalización corrugada y flexible, ambos con sección transversal circular, y sus correspondientes accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Están compuestos de material que es resistente a la humedad. Estos tubos Conduit no son resistentes a la flama.

Las instalaciones en tubo Conduit de polietileno deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300 de la NOM-001-SEDE-2012. Cuando en el Artículo 250 se requiera la puesta a tierra de equipo, debe instalarse dentro del tubo Conduit un conductor para ese propósito.

Está permitido el uso de tubo Conduit de polietileno y sus accesorios:

1. En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle.
2. Embebidos en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.
3. Enterrados a una profundidad no menor que 50 cm condicionado a que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo.

La Figura 4.2 presenta un ramal de tubería Conduit.



Figura 4.2 Ramal de tubería Conduit.

El tubo Conduit de polietileno se utiliza en estas obras, ya que se puede conseguir una mayor maniobra en cuento a dobleces, ya que la norma nos permite un dobles de 90 a 180 grados, por otra parte, se tiene que tomar en cuenta que en este tipo de tubería no se permiten empalmes, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos y cajas de paso.

La Tabla 4.7, presenta los porcentajes de sección transversal en la tubería.

Tabla 4.7 Porcentaje de la sección transversal en tubo Conduit y en tubería para los conductores [1].

Número de conductores	Todos los tipos de conductores
1	53 %
2	31 %
Mas de 2	40 %

En este caso se debe tomar en cuenta cuantos cables pasaran en la tubería, por ejemplo:



Las alimentaciones (línea-neutro), tierra física, y regresos (interruptor eléctrico). Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

La Tabla 4.8 presenta las dimensiones y porcentajes disponibles para los conductores del área del tubo Conduit.

Tabla 4.8 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo Conduit [1].

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^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
16	½	15.8	196	118	104	61	78
21	¾	20.9	343	206	182	106	137
27	1	26.6	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

A través de la Tabla 4.8 se realiza la suma total de las dimensiones de los conductores y en base a esto se elige la dimensión de la tubería que establece la norma, en este caso para el circuito uno 'C1'.

Posteriormente se toma como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

En ocasiones no solo se utilizan los alimentadores para un circuito, dependiendo de la maniobra a realizar se pueden utilizar los llamados (retornos o puentes) y en ese caso se tiene que contemplar el diámetro mayor en la tubería.

Por ejemplo: El C1= 5 conductores, se ocupa el dato de más de 2 conductores, es decir, un porcentaje del 40%.



Por consiguiente, se realiza la suma de la cantidad de conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo de su calibre, en este caso, es el calibre 14 AWG, para esto nos tenemos que basar en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 Dimensiones del conductor [1].

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm ²	AWG o kcmil	mm	mm ²
Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RFHH2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
RFH-2, FFH-2	0.824	18	3.454	9.355
RFHH2	1.31	16	3.759	11.10
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4.902	18.9
	3.31	12	5.385	22.77
	5.26	10	5.994	28.19
	8.37	8	8.28	53.87
	13.30	6	9.246	67.16
	21.2	4	10.46	86
	26.7	3	11.18	98.13
	33.6	2	11.99	112.9
	42.4	1	14.78	171.6
	53.5	1/0	15.8	196.1
	67.4	2/0	16.97	226.1
85.0	3/0	18.29	262.7	

La Tabla 4.9 nos indica que para un conductor del calibre 14 AWG su dimensión o área es de 18.9 mm².

Posteriormente tenemos que multiplicar la cantidad de conductores por el área de cada uno.

$$C1 = (5 \times 18.9mm^2) = 94.5 mm^2$$

De acuerdo con la tabla podemos verificar si utilizamos una tubería de 1/2 su diámetro a utilizar es de 78 mm² nos estaremos excediendo, ya que obtuvimos un total de 94.5 mm²,



entonces se utilizará un diámetro de 3/4 con una dimensión de 137 mm^2 .

En resumen, para el C1 se definieron los siguientes datos.

- Calibre 14 AWG (línea-neutro).
- Calibre 14 AWG (tierra física).
- Tubo Conduit polietileno corrugado 3/4.
- Protección de 15 A (ITM).



4.2 Contacto dúplex planta baja (C2)

El siguiente circuito de distribución eléctrica, hace referencia a los contactos que se colocaran en la planta baja de la unidad habitacional (C2).

La Figura 4.3 presenta el plano de distribución del circuito 2.

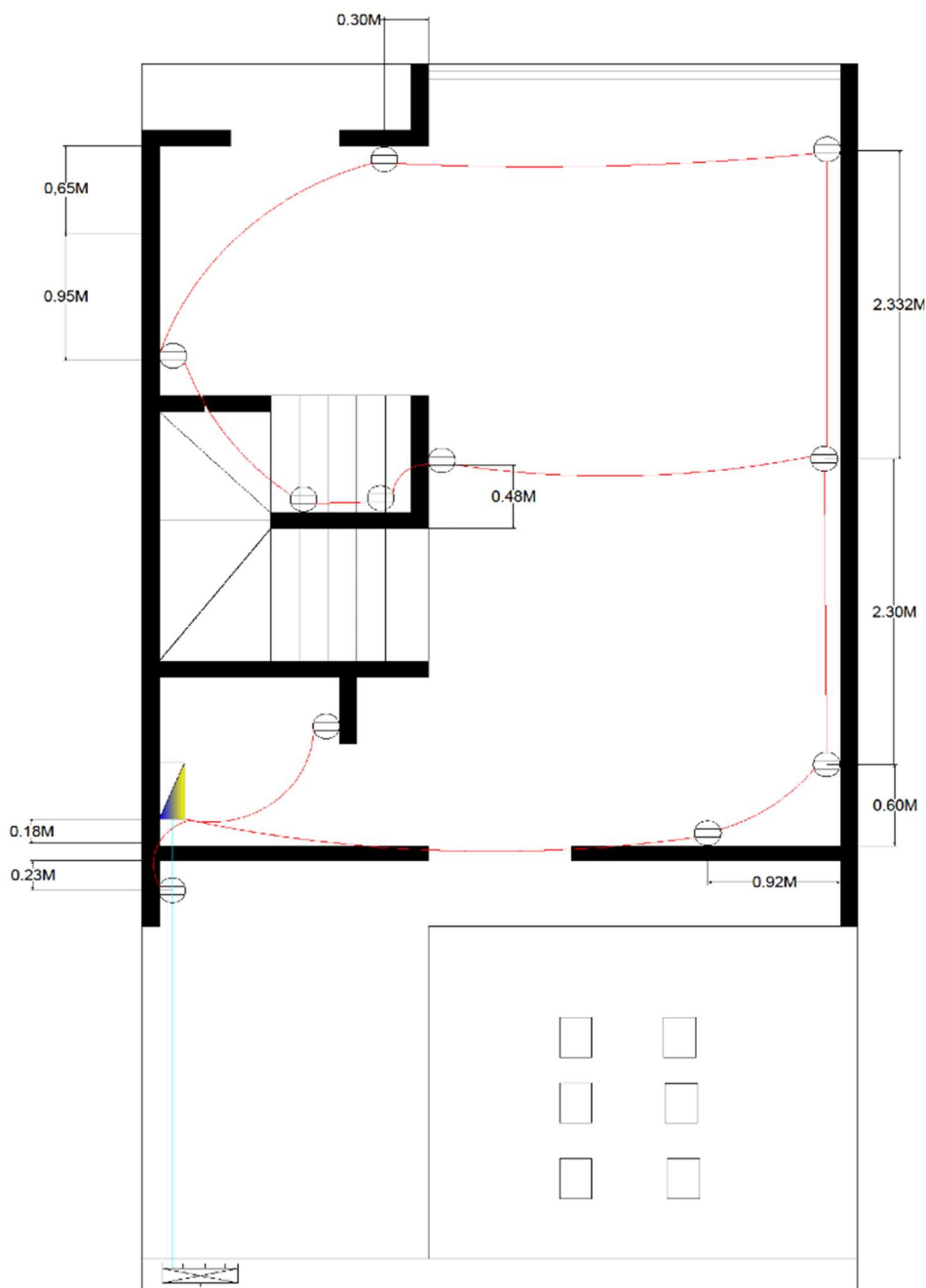


Figura 4.3 Plano de distribución eléctrica del C2.



4.2.1 Calibre de conductores

La NOM-001-SEDE-2012 nos indica que los contactos y los conectores de cordón deben tener un valor nominal no menor a 15 A, 125 V, o 250 V, y deben ser de tipo no adecuado para uso como portalámparas.

Por otra parte, en el cálculo de las cargas de circuitos derivados las salidas de contactos se deben considerar al menos de 180 VA para cada contacto sencillo o múltiple instalado en el mismo yugo. Un contacto múltiple compuesto de cuatro o más contactos se debe calcular con no menos de 90 VA por cada contacto.

Con base a lo descrito, se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

$$C_{elec} = W \times N^{\circ} \quad 4.6$$

Donde:

W : Cantidad de Watts por unidad.

N° : Número de unidades.

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$C_{elec} = 180 \times 11 = 1980 \text{ W.}$$

Posteriormente determinamos la carga máxima del circuito a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{1980 \text{ W}}{127 \text{ V} \times 0.9} = 17.32 \text{ A}$$

Sustituyendo los datos de la Tabla 4.1, se obtiene:

- Factor de demanda: 100 %

Posteriormente se determina las cargas de alumbrado a través de la ecuación 4.2.

$$I = \frac{17.32}{100\%} = 17.3 \text{ A}$$

De acuerdo con la Tabla 4.2, la corriente excede los 15 A. Debido a esto se utilizará una protección de 20 A. Con un calibre de 12 AWG.



Posteriormente, se utilizará la Tabla 4.3 para corregir la corriente dependiendo del medio ambiente. Para esto utilizaremos los valores máximos que se pueden presentar en el ambiente.

- Temperatura: 31-35° C.

Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{17.32}{0.90} = 19.3 \text{ A}$$

En este caso no se aplicará el factor de ajuste por que no son más de tres conductores portadores de corriente.

Como se puede apreciar la corriente ha cambiado de 17.3 A a 19.3 A, pero aun nos permite usar el calibre 12 AWG.

Caída de tensión:

De acuerdo con la Tabla 4.9 los datos del circuito son los siguientes:

- Cal. 12 = 3.31 mm^2 .
- En este caso la longitud mayor es de 23 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 23 \times 19.3}{127 \times 3.31} = 4.22\%$$

Como se observa se excedió el porcentaje correspondiente bajo norma del 3%, esto nos indica que debemos tomar otro dato de la Tabla 4.9, ahora utilizaremos el calibre 10 AWG, el cual nos proporciona el siguiente dato:

- Cal. 10 = 5.26 mm^2 .

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 23 \times 19.3}{127 \times 5.26} = 2.65\%$$

Utilizando el calibre 10 AWG, no se excede el 3%.



Posteriormente se definirá la protección que tenemos que instalar utilizando la Tabla 4.5, conforme al calibre correspondiente (cal. 10 AWG).

4.2.2 Protección:

Por lo que ahora corresponde a una protección (ITM) de 30 A.

4.2.3 Cálculo de puesta a tierra

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 10 AWG. Ya que, de 20 a 60 A, se maneja ese valor.

4.2.4 Cálculo de tubería:

De acuerdo con el artículo 364 de la NOM-001-SEDE-2012, se puede utilizar tubo Conduit de polietileno.

Para determinar el porcentaje de la sección transversal en la tubería, se tiene que tomar como referencia la cantidad máxima de conductores a utilizar en el circuito derivado.

Para el C2= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo del número de calibre, en este caso es el calibre 10 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 10 = 28.19 mm^2

Posteriormente tenemos que multiplicar la cantidad de conductores por el área de cada uno.

$$C2 = [(28.19 \text{ mm}^2) \times (3)] = 84.57 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 3/4.

En resumen, para el C2 se definieron los siguientes datos.

- Calibre 10 AWG (línea-neutro).
- Calibre 10 AWG (tierra física).
- Tubo Conduit polietileno corrugado 3/4.
- Protección de 30 A (ITM).

4.3 Contacto dúplex segunda planta (C3)

La Figura 4.4 presenta el plano de distribución del circuito 3.

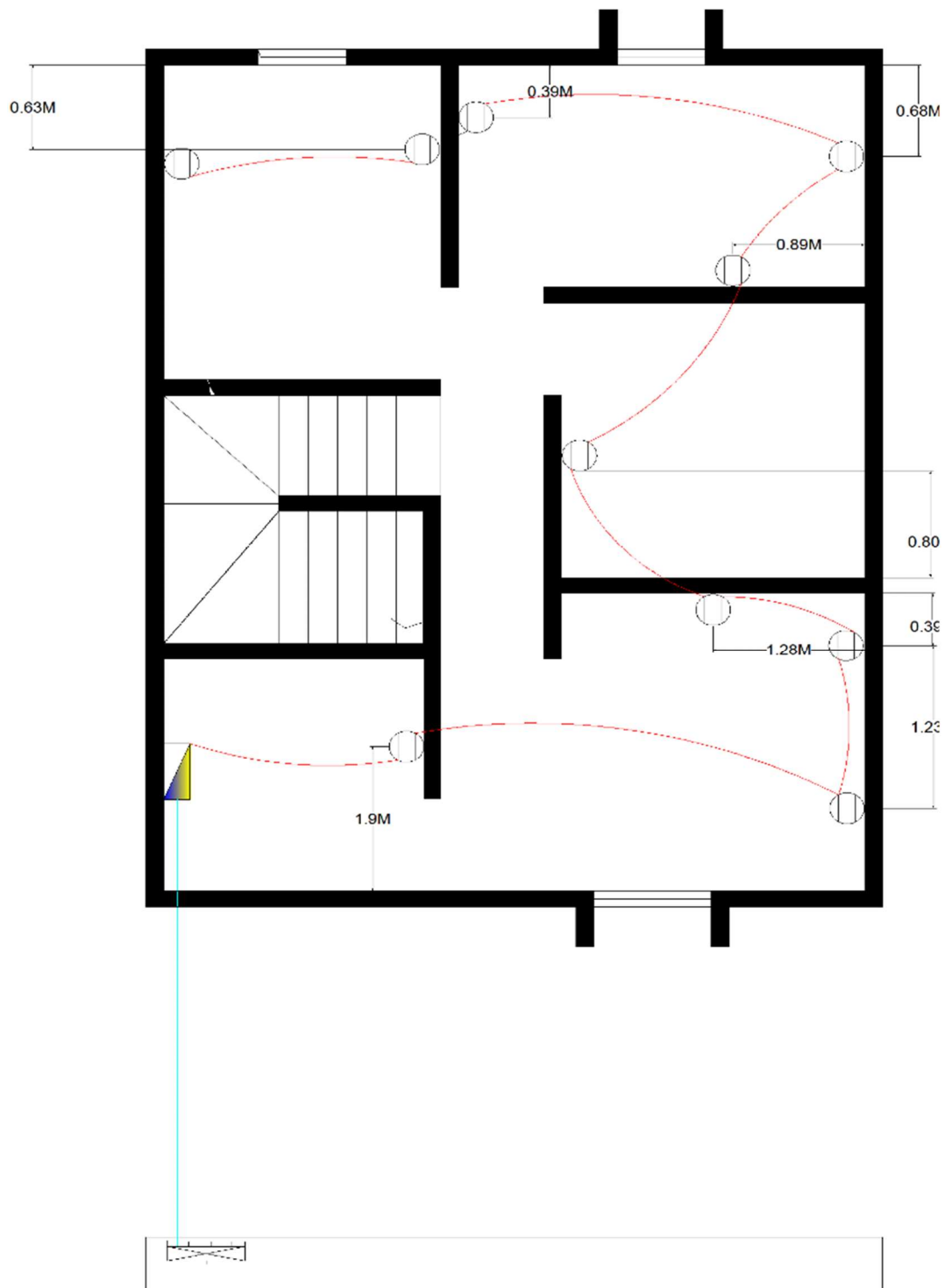


Figura 4.4 Plano de distribución eléctrica del C3.



4.3.1 Calibre de conductores

Se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

Datos del circuito:

N° : Número de unidades (10)

W : Cantidad de watts por unidad. (180)

$$C_{elec} = 180 \times 10 = 1800 W.$$

Posteriormente se obtiene la corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{1800 W}{127 V \times 0.9} = 15.7 A$$

De acuerdo con Tabla 4.3 se define el siguiente factor de demanda:

- Factor de demanda 100% = 15.7 A.

De acuerdo con la Tabla 4.2

- Protección 20 A.- Calibre del conductor N-º 12 AWG.

Posteriormente, se utiliza la Tabla 4.3 para corregir la corriente dependiendo del medio ambiente.

Temperatura:

- 31-35° C.

Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{15.7}{0.90} 17.03 A$$

No se aplica el factor de ajuste.

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 12 = 3.31 mm².



Dato de longitud mayor:

- $L = 25$ m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 25 \times 17.03}{127 \times 3.31} = 4.05\%$$

Se excede del 3%, de acuerdo con la Tabla 4.9 se utilizará calibre de mayor resistencia.

- Cal. 10 = 5.26 mm^2 .

Sustituyendo la ecuación 4.5:

$$e\% = \frac{4 \times 25 \times 17.03}{127 \times 5.26} = 2.54\%$$

No excede el 3%.

Ahora que nuestro valor de calibre cambio tomaremos en cuenta la protección que nos marca la Tabla 4.5.

4.3.2 Protección:

- Protección (ITM) de 30 A.

4.3.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 10 AWG. Ya que, de 20 a 60 A, se maneja ese valor.

4.3.4 Cálculo de tubería:

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.



C3= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre, en este caso, es el calibre 10 AWG y 12 AWG respectivamente, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 10= 28.19 mm^2
- Calibre 12= 22.77 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$[(28.19 \text{ mm}^2) \times (2) + (22.77 \text{ mm}^2) \times (1)] = 79.08 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 3/4.

En resumen, para el C3 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 10 AWG (fase-neutro).
- Calibre 12 AWG (tierra física).
- Tubería Conduit-polietileno 3/4.
- Protección de 30 A (ITM).

4.4 Lámpara techo led segunda planta (C4)

La Figura 4.5 presenta el plano de distribución del circuito 4.

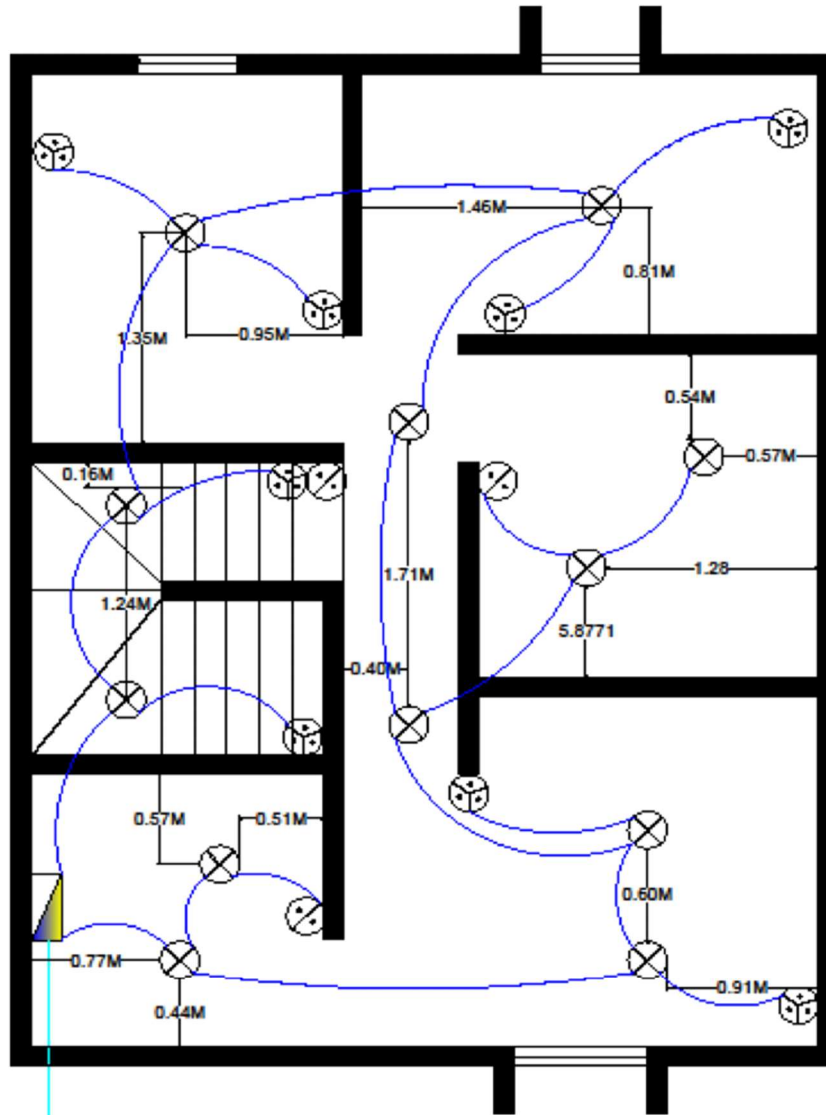


Figura 4.5 Plano de distribución eléctrica del C4.



4.4.1 Calibre de conductores

Se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

Datos del circuito:

N° : Número de unidades (12).

W : Cantidad de watts por unidad (12).

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$C_{elec} = 12 \times 12 = 144 \text{ W.}$$

Posteriormente se obtiene la corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{144 \text{ W}}{127 \text{ V} \times 0.9} = 1.02 \text{ A}$$

De acuerdo con Tabla 4.3 se ocupa el siguiente factor de demanda:

- Factor de demanda 100% = 1.02 A

Posteriormente, se utiliza la Tabla 4.3 para corregir la corriente dependiendo del medio ambiente.

Temperatura:

- 31-35° C.

Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{1.02}{0.90} = 1.12 \text{ A}$$

De acuerdo con la Tabla 4.2 tendremos la siguiente protección y calibre de conductor:

- Protección 15 A.
- Calibre del conductor N-° 14 AWG.

No se aplica el factor de ajuste.



De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 12 = 3.31 mm^2

Dato de longitud mayor:

- L : 30 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 30 \times 1.12}{127 \times 3.31} = 0.31\%$$

No excede el 3%.

4.4.2 Protección:

- Protección (ITM) de 30 A.
-

4.4.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 10 AWG. Ya que, de 20 a 60 A, se maneja ese valor.

4.4.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

$C4 = 5$ conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 14 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 14 = 18.9 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$(18.9 \text{ mm}^2 \times 5) = 94.5 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.



De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 3/4.

En resumen, para el C4 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 14 AWG (línea-neutro).
- Calibre 14 AWG (tierra física).
- Protección de 15 A (ITM).
- Tubería Conduit-polietileno 3/4.



4.5 Circuito derivado individual, microondas (C5)

La Figura 4.6 presenta el plano de distribución del circuito 5.

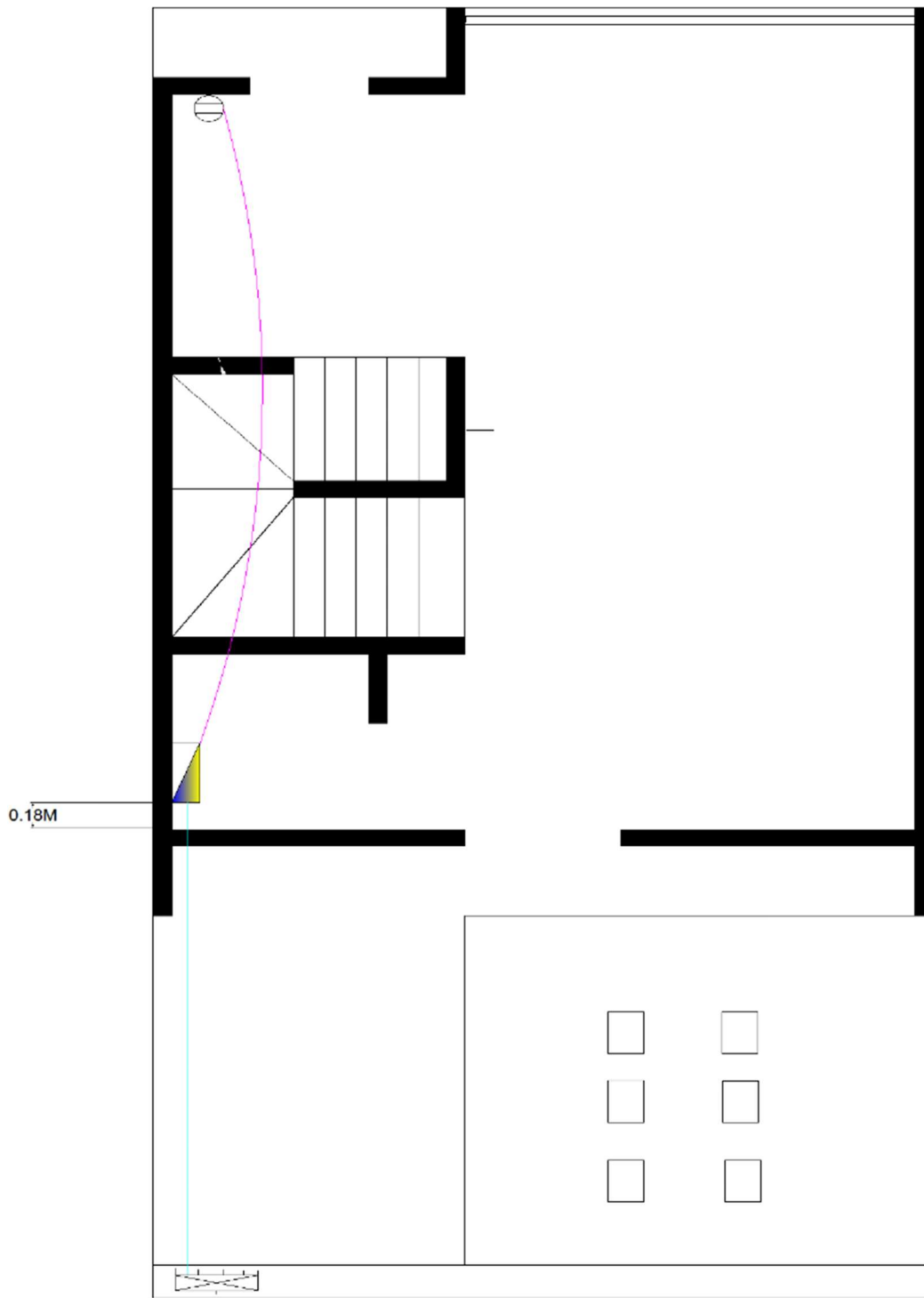


Figura 4.6 Plano de distribución eléctrica del C5.



4.5.1 Calibre de conductores

Se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

Datos del circuito:

N° : Número de unidades (1).

W : Cantidad de watts por unidad (1500).

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$C_{elec} = 1 \times 1500 = 1500 \text{ W.}$$

Posteriormente se obtiene la corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{1500 \text{ W}}{127 \text{ V} \times 0.9} = 13.1 \text{ A}$$

De acuerdo con Tabla 4.10 se ocupa el siguiente factor de demanda:

A, continuación se presenta la Tabla 4.10 de donde se obtiene el dato de factor de demanda para equipos de cocina.

Tabla 4.10 Factores de demanda para equipos de cuartos de cocina.[1]

Número de unidades de equipo	Factor de demanda (%)
1	100
2	100
3	90
4	80
5	70
6 y más	65

- Factor de demanda 100%.

Sustituyendo la ecuación 4.2:

$$I = \frac{13.12 \text{ A}}{100\%} = 13.12 \text{ A}$$

Posteriormente, se utiliza la Tabla 4.3 para corregir la corriente dependiendo del medio ambiente.

Temperatura:

- 31-35° C.



Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{13.12}{0.81} = 16.19 A$$

De acuerdo con la Tabla 4.2 tendremos la siguiente protección y calibre de conductor:

- Protección 15 A.
- Calibre del conductor N-° 14 AWG.

No se aplica el factor de ajuste.

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 12 = 3.31 mm²

Dato de longitud mayor:

- L: 15 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 15 \times 20}{127 \times 3.31} = 2.85 \%$$

No excede el 3%.

4.5.2 Protección:

- Protección (ITM) de 15 A.

4.5.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 12 AWG.

4.5.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.



C5= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 14 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 14 = 18.9 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$(18.9 \text{ mm}^2 \times 3) = 94.5 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.

En resumen, para el C5 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 14 AWG (línea-neutro).
- Calibre 14 AWG (tierra física).
- Protección de 15 A (ITM).
- Tubería Conduit polietileno 1/2.



4.6 Circuito derivado individual, estufa (C6)

La Figura 4.7 presenta el plano de distribución del circuito 6.

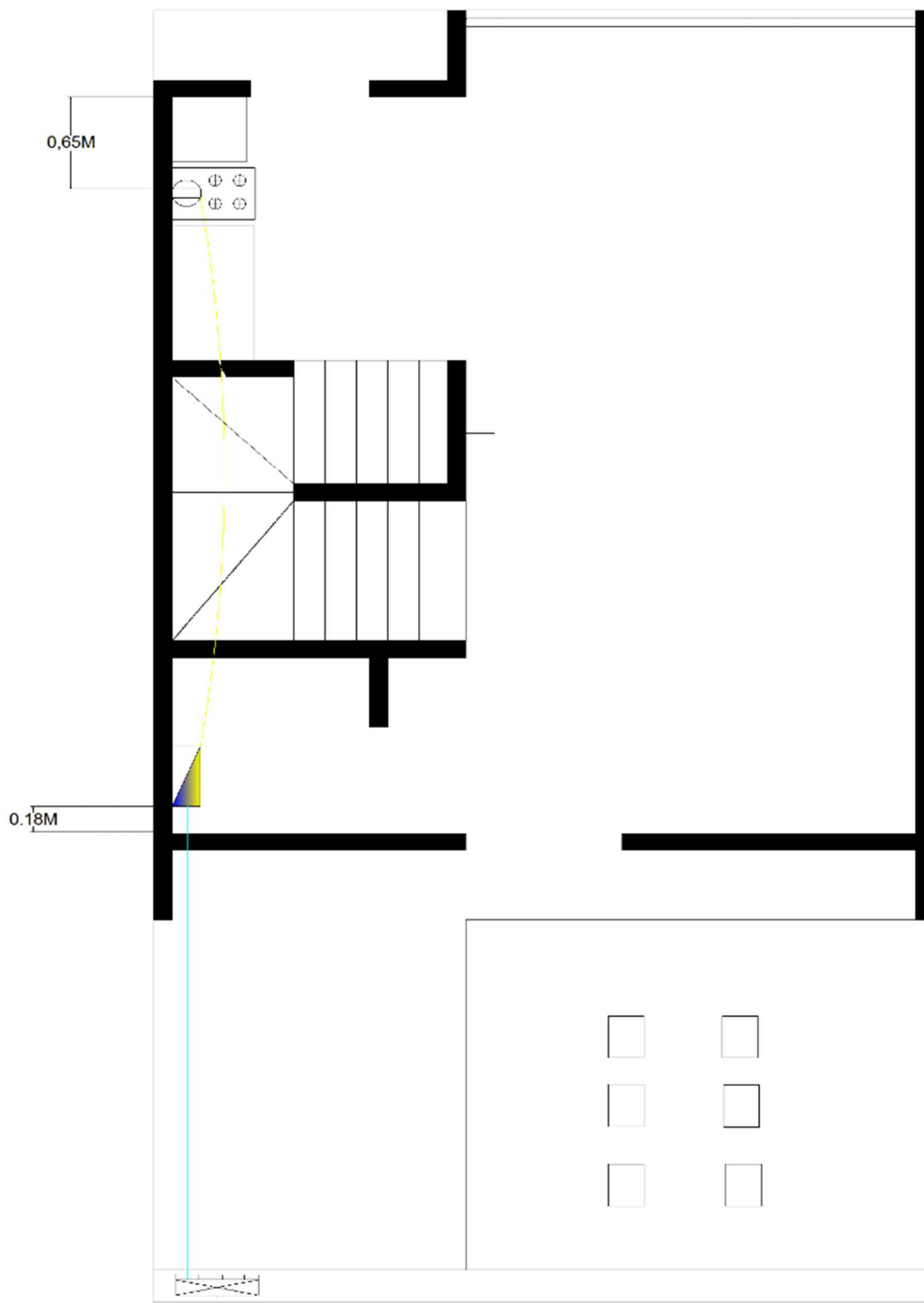


Figura 4.7 Plano de distribución eléctrica del C6.



4.6.1 Calibre de conductores

A continuación, se presenta la Tabla 4.11 donde nos brinda el porcentaje para factores de demanda y cargas para estufas eléctricas domésticas.

Tabla 4.11 Factores de demanda y cargas para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, parrillas eléctricas [1].

Factor de demanda (%)			
Número de aparatos	Columna A (menos de 3 ½ kW)	Columna B (de 3 ½ kW hasta 8 ¾ kW)	Columna C Demanda máxima (kW) nomás de 12 kW)
1	80	80	8
2	75	65	11
3	70	55	14
4	66	50	17
5	62	45	20
6	59	43	21
7	56	40	22
8	53	36	23

En nuestro caso no contamos con el dato sobre la cantidad de energía que ocupa la estufa eléctrica, es por eso por lo que se ocupara el mínimo para ese tipo de equipos, como ya lo menciona el artículo-220-55 [1] El cual seria 1.75 kW.

Datos del circuito:

N° : Número de unidades (1).

W : Cantidad de watts por unidad (1750).

De acuerdo con la Tabla 4.11 su factor de demanda es 80%.

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.1 se obtiene:

$$(1750W \times 80\%) = 1400W$$

Sustituyendo los datos en la ecuación 4.1, se obtiene:

$$I_N = \frac{1400 W}{127 V \times 0.9} = 12.24 A$$

Temperatura:

- 31-35° C.



Posteriormente, se utiliza la Tabla 4.3 para determinar el factor de demanda, el cual es el siguiente:

- 0.81%.

Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{13.2}{0.81} = 16.2 \text{ A}$$

De acuerdo con la Tabla 4.2 tendremos la siguiente protección y calibre de conductor:

- Protección 20 A.
- Calibre del conductor N-º 12 AWG.

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 12 = 3.31 mm^2

Dato de longitud mayor:

- L : 15 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 15 \times 20}{127 \times 3.31} = 2.85\%$$

No excede el 3%.

4.6.2 Protección:

- Protección (ITM) de 20 A.

4.6.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 12 AWG.

4.6.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.



C6= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 14 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 12 = 22.77 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$(22.77 \text{ mm}^2 \times 3) = 68.31 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.

En resumen, para el C6 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 12 AWG (línea-neutro).
- Calibre 12 AWG (tierra física).
- Protección de 20 A (ITM).
- Tubería Conduit-polietileno 1/2.



4.7 Circuito derivado individual, lavadora (C7)

La Figura 4.8 presenta el plano de distribución del circuito 7.

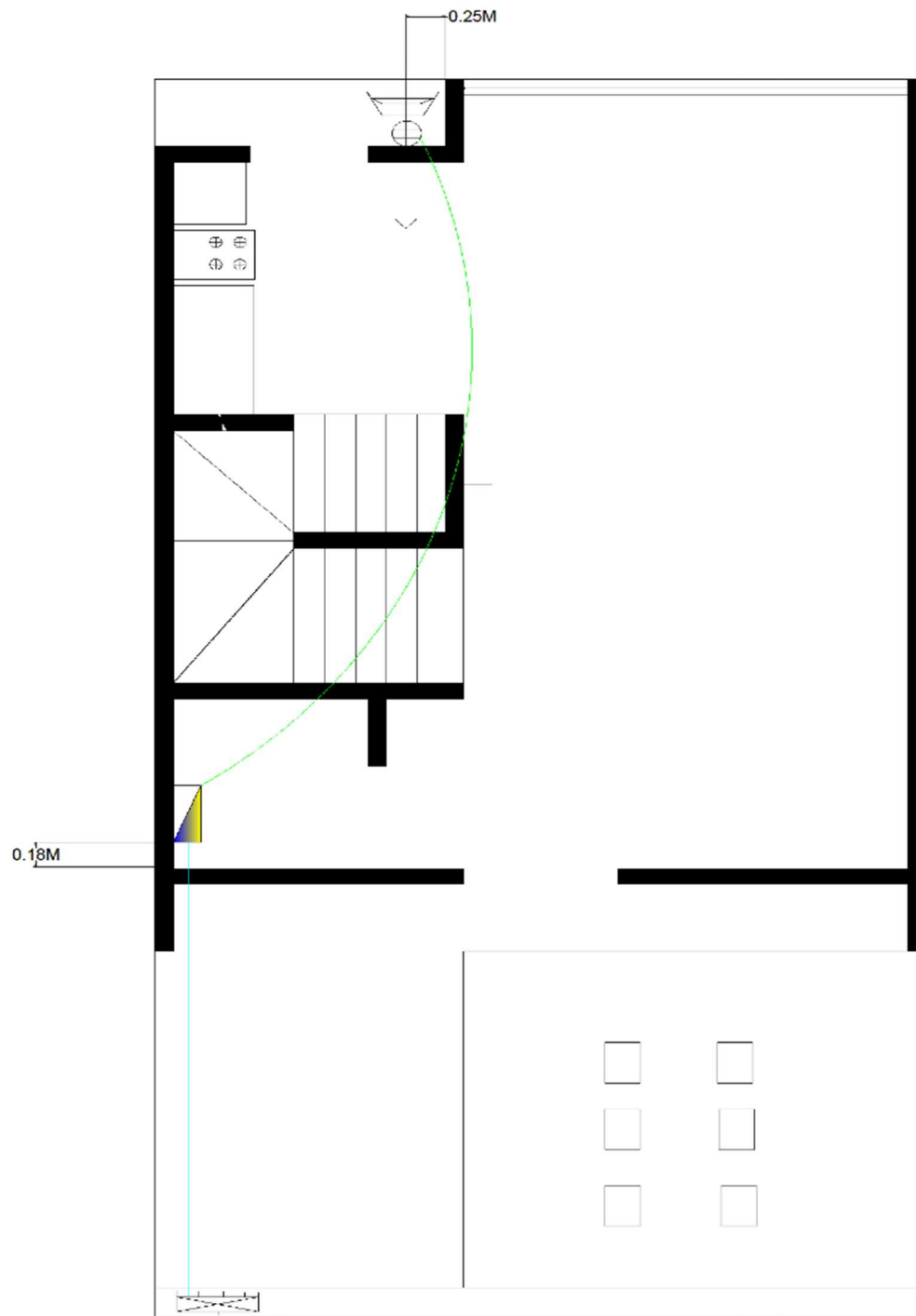


Figura 4.8 Plano de distribución eléctrica del C7.



4.7.1 Calibre de conductores

De acuerdo con el artículo 210-11 [1]. Los circuitos derivados para lavadora deben de tener una instalación de al menos de 20 amperes por área de lavado.

En la sección “a” de este mismo artículo marca la norma que tiene que contar con una carga de al menos de 1500 voltamperios, además de que permite que esta carga se incluya con la carga de alumbrado general y se aplique la Tabla 4.1.

Se obtiene la corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

Datos del circuito:

N° : Número de unidades (1).

W : Cantidad de watts por unidad (1500 W).

$$I_N = \frac{1500 W}{127 V \times 0.9} = 13.2 A$$

De acuerdo con la Tabla 4.1 se ocupa el siguiente factor de demanda:

- Factor de demanda: 100%.

Sustituyendo la ecuación 4.2, se obtiene:

$$I_D = \frac{13.2}{100\%} = 13.2 A$$

Nota: 406-9. Contactos en lugares húmedos o mojados. a) Lugares húmedos.

Un contacto instalado en una zona exterior, en un lugar protegido de la intemperie o en otros lugares húmedos, debe tener un envoltente que sea a prueba de intemperie cuando el contacto está cubierto (la clavija de conexión sin introducir y las cubiertas del contacto cerradas). Una instalación adecuada para lugares mojados también se debe considerar adecuada para lugares húmedos. Se debe considerar que un contacto está en un lugar protegido de la intemperie cuando está debajo de porches abiertos con techo, techos ornamentales, marquesinas o similares, y no está sometido al azote de la lluvia ni a corrientes de agua. Todos los contactos de 15 y 20 amperes, 120 y 250 volts sin bloqueo deben ser del tipo resistente a la intemperie certificados.

De acuerdo con la Tabla 4.2 tendremos la siguiente protección y calibre de conductor:

- Protección 15 A.
- Calibre del conductor N-° 14 AWG.



Posteriormente, se utiliza la Tabla 4.3 para corregir la corriente dependiendo del medio ambiente.

Temperatura:

- 31-35° C.

Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{13.3 A}{0.90} = 14.6 A$$

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 12 = 2.08 mm²

Dato de longitud mayor:

- L: 15 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 15 \times 20}{127 \times 2.08} = 4.54 \%$$

Se excede del 3%, de acuerdo con la Tabla 4.9 se utilizará calibre de mayor resistencia.

- Cal. 10 = 3.31 mm².

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 15 \times 20}{127 \times 3.31} = 2.85 \%$$

No excede el 3%.

4.7.2 Protección:

- Protección (ITM) de 20 A.

4.7.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 10 AWG.

4.7.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.



El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

C7= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 12 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 12 = 22.77 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$(22.77 \text{ mm}^2 \times 3) = 68.31 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.

En resumen, para el C7 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 12 AWG (línea-neutro).
- Calibre 12 AWG (tierra física).
- Protección de 20 A (ITM).
- Tubería Conduit-polietileno 1/2.



4.8 Motor bomba, presurizador (C8)

La Figura 4.9 presenta el plano de distribución del circuito 8.

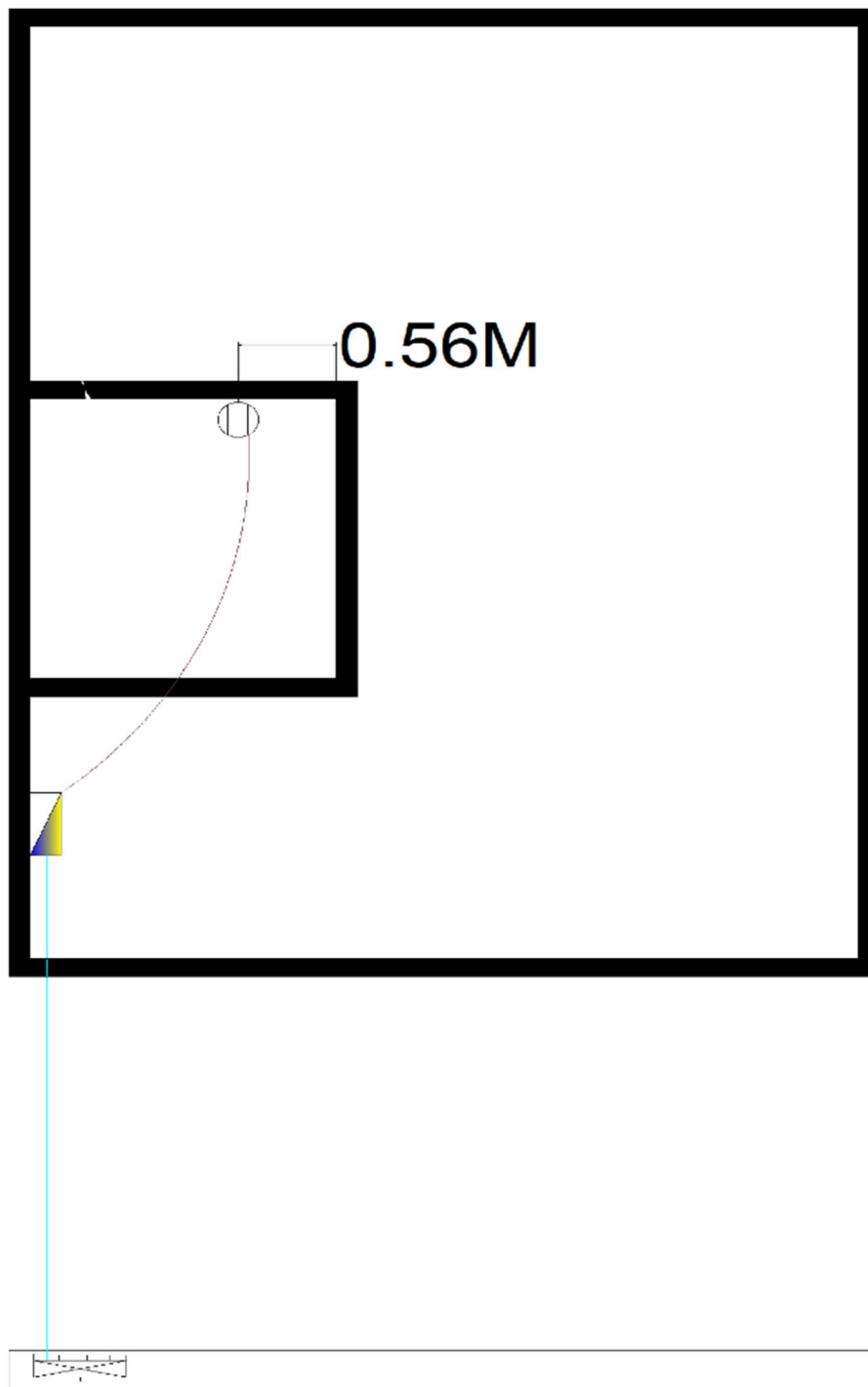


Figura 4.9 Plano de distribución eléctrica del C8.



4.8.1 Calibre de conductores

Para este caso existen distintos tipos de presurizadores, normalmente cuando se trabaja para alguna constructora como en esta instancia, el residente o encargado de obra debe tener las especificaciones de los quipos que se van a utilizar (motor-bomba.), más sin embargo no siempre se cuentan con dichos datos, por lo cual se trabaja con la mayor ampacidad que este tipo de equipos puedan utilizar, esto bajo un parámetro de media de equipos con una muy ligera variación.

De acuerdo a la normativa [1] la alimentación de los conductores cuando trabaja un servicio continuo tiende a ser una ampacidad no menor al 125%.

De la misma manera la normativa [1] nos brinda un servicio no continuo el cual se aplica conforme a la Tabla 4.12.

A continuación, se muestra la Tabla 4.12, donde nos muestra la demanda requerida con forme al tiempo de ocupación.

Tabla 4.12 Servicio por régimen de tiempo [1].

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 y 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



Nota: cómo se puede observar para las bombas con un servicio no continuo, su factor de demanda depende del tiempo de utilización, más sin embargo no contamos con dicho dato, ya que normalmente este tipo de equipos trabajan bajo sensores, es por eso que en este caso en específico se hará el cálculo de acuerdo a un equipo continuo, para no tener algún problema en su funcionamiento futuro.

Datos del equipo:

- N° Número de unidades (1)
 W Cantidad de watts por unidad. (750W.)

- Factor de demanda: 125%

Sustituyendo la ecuación 3.1, se obtiene:

$$(125\% \times 750 W) = 937.5W.$$

Corriente nominal:

Se obtiene la corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{937.5 W}{127 V \times 0.9} = 8.2 A$$

De acuerdo con la Tabla 4.2 tendremos la siguiente protección y calibre de conductor:

- Protección 15 A.
- Calibre del conductor N-° 14 AWG.

Posteriormente, se utiliza la Tabla 4.3 para corregir la corriente dependiendo del medio ambiente.

Temperatura:

- 31-35° C.

Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{8.2 A}{0.90} = 9.1A$$

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 12 = 2.08 mm²
- Protección 15 A.



Dato de longitud mayor:

- $L: 20 \text{ m.}$

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 20 \times 15}{127 \times 2.08} = 4.5\%$$

Se excede del 3%, de acuerdo con la Tabla 4.9 se utilizará calibre de mayor resistencia.

- Cal. 10 = 3.31 mm^2 .
- Protección 20 A.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 15 \times 20}{127 \times 3.31} = 2.85 \%$$

No excede el 3%.

4.8.2 Protección:

- Protección (ITM) de 20 A.

4.8.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 14 AWG.

4.8.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

$C7= 3$ conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 12 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 12 = 22.77 mm^2



Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.
 $(22.77 \text{ mm}^2 \times 3) = 68.3 \text{ mm}^2$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.

En resumen, para el C8 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 12 AWG (línea-neutro).
- Calibre 12 AWG (tierra física).
- Protección de 20 A (ITM).
- Tubería Conduit-polietileno 1/2.



4.9 Aire acondicionado mini Split (C9)

La Figura 4.10 presenta el plano de distribución del circuito 9.

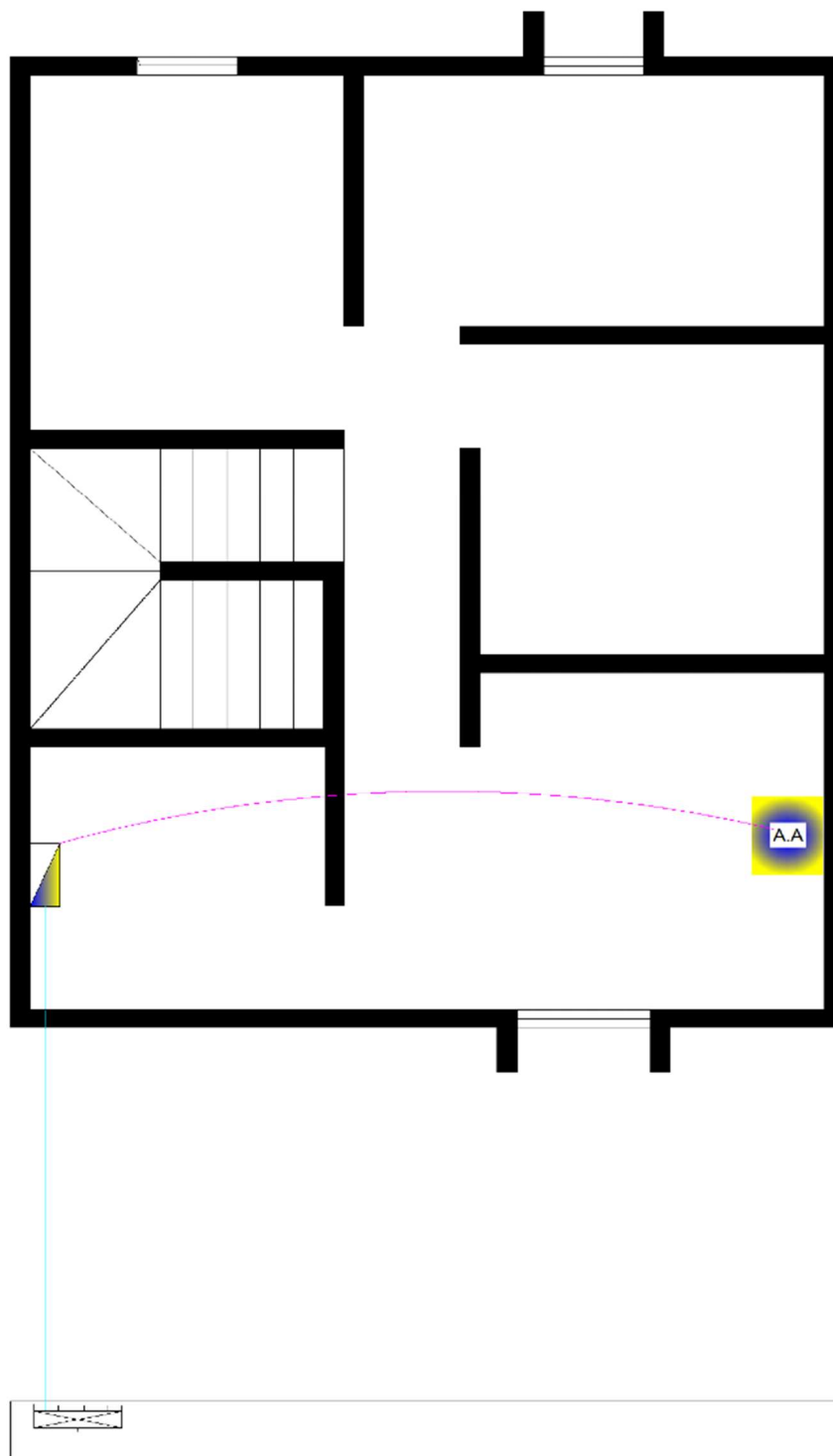


Figura 4.10 Plano de distribución eléctrica del C9.



Para hacer los cálculos necesarios se tiene que otorgar la ficha técnica del equipo a utilizar por lo contrario si no es así, se deben conocer los datos básicos del equipo por ejemplo tipo alimentación que requiere.

A continuación, se presenta la ficha técnica del equipo en la que se trabajara:

FRÍO				
Capacidad (BTU/h)	12 000	12 000	18 000	24 000
Eficiencia energética (REEE)	16	16	16	15
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Cantidad refrigerante (g)	930	540	830	1 800
Presión máxima de succión (MPa)	1,66	1,66	1,66	1,66
Presión máxima de descarga (MPa)	4,15	4,15	4,15	4,15
Código IP (solo condensador)	IPX4	IPX4	IPX4	IPX4
Tensión nominal (V-)	115	220	220	220
Frecuencia nominal (Hz)	60	60	60	60
Corriente (A)	5	5	5	5
Consumo de energía en operación (W)	1 350	1 350	1 920	2 300
EVAPORADOR				
CÓDIGO	618348	618352	618356	618360
Peso bruto (kg)	10	9,5	13	18
Peso neto (kg)	8	7,5	10	13,5
Dimensiones (mm)	800 x 280 x 185	770 x 240 x 180	900 x 272 x 194	1 033 x 313 x 202
Dimensiones empaque (mm)	885 x 366 x 278	855 x 305 x 255	985 x 365 x 298	1 103 x 400 x 300
CONDENSADOR				
CÓDIGO	618349	618353	618357	618361
Peso bruto (kg)	28	25	37	50
Peso neto (kg)	32,3	29	40	59
Dimensiones (mm)	760 x 256 x 550	700 x 256 x 550	760 x 256 x 550	900 x 315 x 650
Dimensiones empaque (mm)	863 x 361 x 590	803 x 361 x 600	863 x 361 x 590	1 015 x 425 x 720
El equipo lo integra el evaporador y condensador				
Distribuido y comercializado por INDUSTRIAS UNIDAS S.A. DE C.V.				
Carretera Panamericana México Querétaro kilómetro 109, s/n, Pastéjé, Jocotitlán, Estado de México, C.P. 50734				
			VENTAS 01 800 900 4872 www.iusa.mx	

Figura 4.11 Ficha técnica aire acondicionado.

Datos ficha técnica del equipo:

$$W \quad 1350 \text{ W.}$$

$$I \quad 5 \text{ A.}$$

$$V \quad 115 \text{ V.}$$

Comprobaremos los resultados.

4.9.1 Calibre de conductores

De acuerdo con la normativa [1] para equipos de refrigeración y aire acondicionado el factor de demanda utilizable es del 100%.

Sustituyendo la ecuación 3.1, se obtiene:

$$(100\% \times 1350 \text{ W}) = 1350 \text{ W.}$$



Corriente nominal:

Se obtiene la corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{1350 W}{127 V \times 0.9} = 11.8 A$$

De acuerdo con la Tabla 4.2 tendremos la siguiente protección y calibre de conductor:

- Protección 15 A.
- Calibre del conductor N-º 14 AWG.

Posteriormente, se utiliza la Tabla 4.3 para corregir la corriente dependiendo del medio ambiente.

Temperatura:

- 31-35° C.

Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{11.8 A}{0.90} = 13.11 A$$

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 12 = 2.08 mm²
- Protección 15 A.

Dato de longitud mayor:

- L: 15 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 15 \times 15}{127 \times 2.08} = 3.04 \%$$

Se excede del 3%, de acuerdo con la Tabla 4.9 se utilizará calibre de mayor resistencia.

- Cal. 10 = 3.31 mm².
- Protección 20 A.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 15 \times 20}{127 \times 3.31} = 2.85 \%$$



No excede el 3%.

4.9.2 Protección:

De acuerdo con la Tabla 4.9

- Protección (ITM) de 20 A.

4.9.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 12 AWG.

4.9.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

$C7 = 3$ conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 12 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 12 = 22.77 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$(22.77 \text{ mm}^2 \times 3) = 68.3 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.



En resumen, para el C8 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 12 AWG (línea-neutro).
- Calibre 14 AWG (tierra física).
- Protección de 15 A (ITM).
- Tubería Conduit-polietileno 1/2.

Para los circuitos 10 y 11, se utiliza misma base de datos que el circuito 9, ya que su utilización es para el mismo uso (aire acondicionado), de igual forma se ocupará la misma distancia marcada, ya que es la de mayor longitud en cuento a estos circuitos.



4.10 Aire acondicionado mini Split (C10)

La Figura 4.12 presenta el plano de distribución del circuito 10.

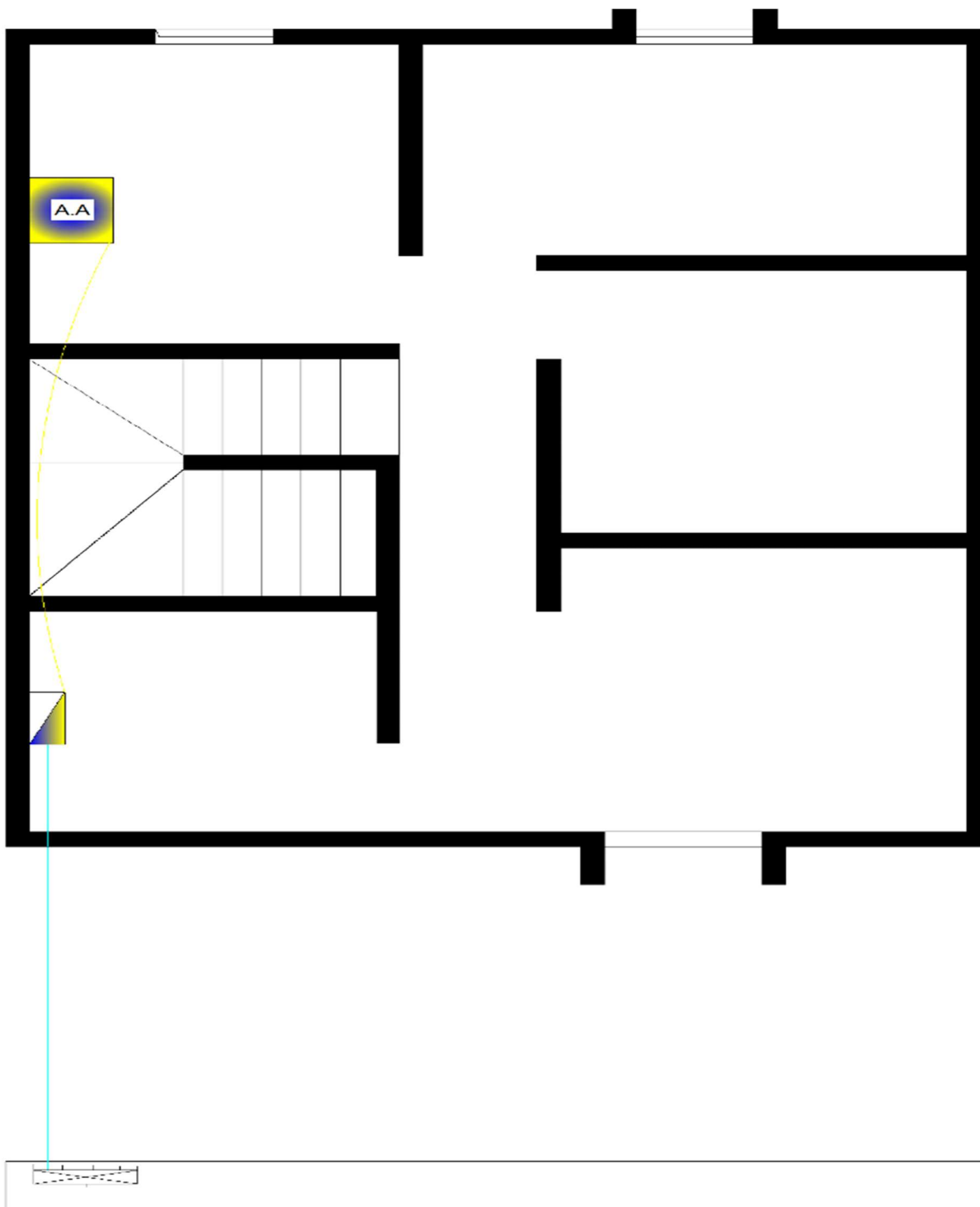


Figura 4.12 Plano de distribución eléctrica del C10.



4.10.1 Calibre de conductores

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 12 = 2.08 mm^2
- Protección 15 A.

4.10.2 Protección:

De acuerdo con la Tabla 4.9

- Protección (ITM) de 20 A.

4.10.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 12 AWG.

4.10.4 Cálculo de tubería

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.

Resumen del circuito en general:

- Calibre del conductor (línea-neutro) = 12 AWG
- Cal. Del conductor (tierra física) = 12
- Protección (ITM) = 20 Amper
- Tubería Conduit polietileno 1/2.



4.11 Aire acondicionado mini Split (C11)

La Figura 4.13 presenta el plano de distribución del circuito 11.

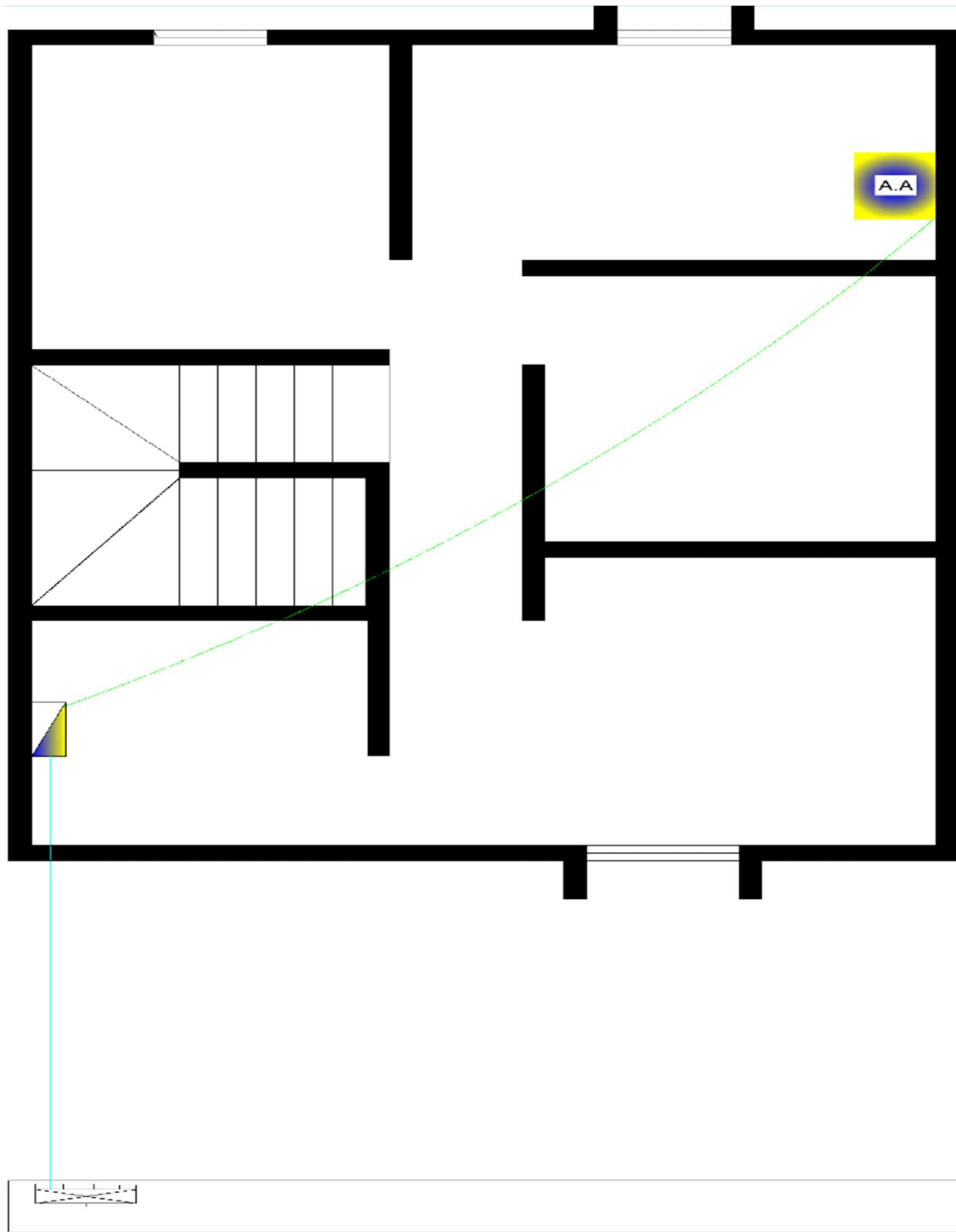


Figura 4.13 Plano de distribución del C11.



4.11.1 Calibre de conductores

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 12 = 2.08 mm^2
- Protección 15 A.

4.11.2 Protección:

De acuerdo con la Tabla 4.9

- Protección (ITM) de 20 A.

4.11.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 12 AWG.

4.11.4 Cálculo de tubería

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.

Resumen del circuito en general:

- Calibre del conductor (línea-neutro) = 12 AWG
- Cal. Del conductor (tierra física) = 12
- Protección (ITM) = 20 Amper
- Tubería Conduit polietileno 1/2.



4.12 Balanceo de cargas

La Tabla 4.13, muestra la totalidad de cargas utilizadas en los circuitos ya presentados, para poder lograr una corrección en el balanceo de cargas.

Tabla 4.13 cargas utilizadas.

CIRCUITO	N	CARGAS	WATTS	TOTAL
C1	10	LAMPARA DE TECHO LED	12	120
C2	11	CONTACTO DUPLEX	180	1980
C3	10	CONTACTO DUPLEX	180	1800
C4	12	LAMPARA DE TECHO LED	12	144
C5	1	CONTACTO (MICROONDAS)	1500	1500
C6	1	CONTACTO (ESTUFA)	1500	1400
C7	1	CONTACTO (LAVADORA)	1500	1500
C8	1	PRESURIZADOR	800	850
C9	1	AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	1350	1350
C10	1	AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	1350	1350
C11	1	AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	1350	1350

Sumatoria de circuitos.

$$L1 = C1 + C2 + C4 + C5 + C6 + C7 = 6,644W.$$

$$L2 = C3 + C8 + C9 + C10 + C11 = 6,700W.$$

Fórmula 2.8 (3.3) balanceo de cargas:

$$\%D = \frac{(CM - cm)}{CM} \times 100\%$$

CM= Carga máxima

Cm= carga mínima

Sustituyendo:

$$\%D = \frac{(6700 - 6644)}{6700} \times 100 = 0.83\%$$

Con esto corroboramos la fórmula de $\%D = \leq 5\%$



4.13 Cuadro de datos generales

La Tabla 4.14 presenta el cuadro de datos generales de los circuitos eléctricos.

Tabla 4.14 Cuadro de datos generales de los circuitos.

Circuitos	Calibre del conductor F-N	Calibre del conductor T-F	Sección transversal de T.	ITM
C1	14 AWG-THHW	14 AWG-THHW	¾ POLIFLEX	15 A.
C2	10 AWG-THHW	12 AWG-THHW	¾ POLIFLEX	30 A.
C3	10 AWG-THHW	12 AWG-THHW	¾ POLIFLEX	30 A.
C4	14 AWG-THHW	14 AWG-THHW	¾ POLIFLEX	15 A.
C5	12 AWG-THHW	12 AWG-THHW	½ POLIFLEX	15 A.
C6	12 AWG-THHW	12 AWG-THHW	½ POLIFLEX	20 A.
C7	12 AWG-THHW	12 AWG-THHW	½ POLIFLEX	20 A.
C8	14 AWG-THHW	14 AWG-THHW	½ POLIFLEX	15 A.
C9	12 AWG-THHW	12 AWG-THHW	½ POLIFLEX	20 A.
C10	12 AWG-THHW	12 AWG-THHW	½ POLIFLEX	20 A.
C11	12 AWG-THHW	12 AWG-THHW	½ POLIFLEX	20 A.

4.14 Diagrama unifilar por unidad

La Figura 4.14 presenta el diagrama unifilar de los circuitos eléctricos.

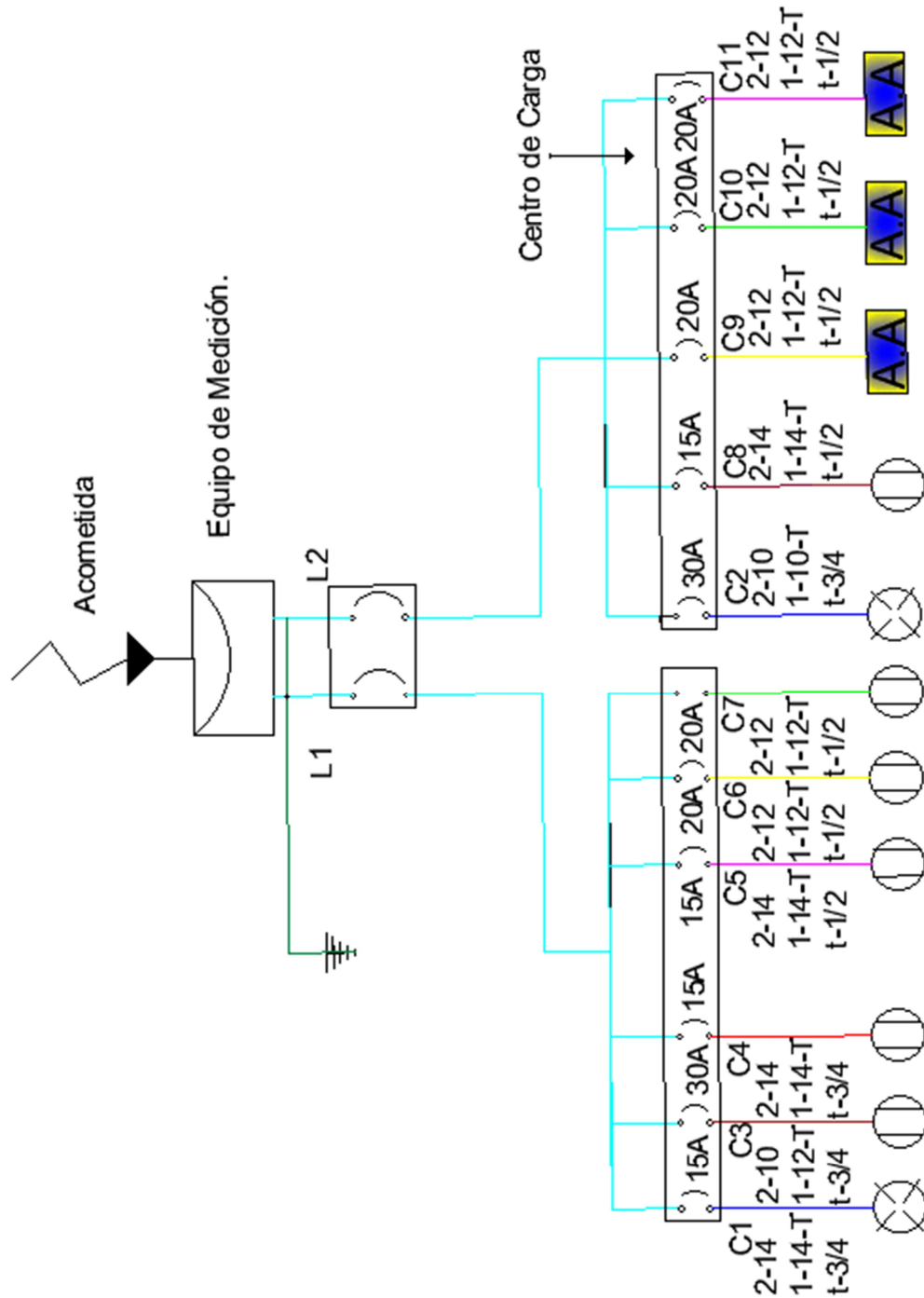


Figura 4.14 Diagrama unifilar general de los circuitos.



5 CÁLCULO DE LA ESTANCIA JARDIN Y CUARTO DE MÁQUINAS

Para trabajar en el circuito de la estancia jardín y cuarto de máquinas, nos basaremos en los lineamientos de la NOM-001-SEDE-2012, instalaciones eléctricas.

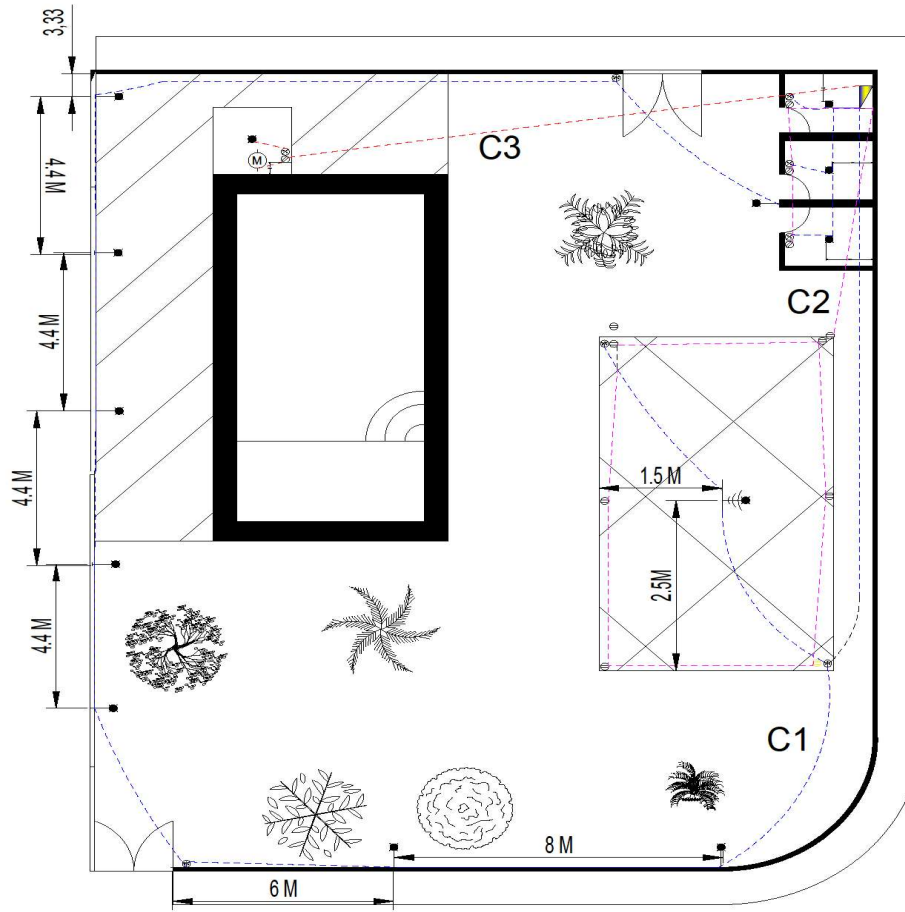
Para el circuito tenemos que determinar los siguientes puntos:

- Calibre de conductores.
- Calibre de conductor de puesta a tierra.
- Protección del circuito.
- Tubería del circuito.

A continuación, se desarrolla cada uno de los puntos antes mencionados.

5.1 Plano de distribución de equipos a utilizar

La Figura 5.1 presenta el plano de distribución eléctrica.



N	S
Lampara	●
Lampara E.	—●
Candelero	—(●)
Motor	(M)
Contacto s.	()
circuito 1	-----
circuito 2	-----
circuito 3	-----

Figura 5.1 Plano de distribución eléctrica.



5.2 Levantamiento de cargas

La Tabla 5.1 presenta el cuadro de cargas de la estancia – cuarto de máquinas.

Tabla 5.1 Cuadro de cargas estancia jardín – cuarto de máquinas.

Jardín estancia		
Nombre	Cantidad	Watts
Lámparas led	3	36 W
Lámparas arbotantes	8	112 W
Contactos	5	900 W
Candelabro techo	1 (8 lámparas)	200 W
		Total = 1248 W
Cuarto de máquinas		
Nombre	Cantidad	Watts
Lampara led	1	12 W
Contactos	1	180 W
Bomba (motor) 1.5 HP	1	1119 W
		Total = 1309 W

A continuación, se desarrolla cada uno de los puntos antes mencionados.



5.3 Circuito luminarias (C1)

5.3.1 Calibre de conductores

Se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

Datos del circuito:

N° : Número de unidades (1).

W : Cantidad de watts por unidad (384).

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$C_{elec} = 1 \times 384 = 384 \text{ W.}$$

Posteriormente se obtiene la corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{384 \text{ W}}{127 \text{ V} \times 0.9} = 3.3 \text{ A}$$

De acuerdo con la Tabla 4.2 tendremos la siguiente protección y calibre de conductor:

- Protección 15 A.
- Calibre del conductor N-º 14 AWG.

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 14 = 2.08 mm^2

Dato de longitud mayor:

- L : 15 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 70 \times 3.37}{127 \times 2.08} = 3.57\%$$

Se excede el 3% marcado bajo norma.

De acuerdo con la Tabla 4.9 se utilizará el calibre de mayor resistencia.

- Cal. 12 = 3.31 mm^2 .

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 70 \times 3.37}{127 \times 3.31} = 2.24\%$$

No excede el 3%.



5.3.2 Protección:

- Protección (ITM) de 20 A.

5.3.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 12 AWG.

5.3.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

C1= 5 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 12 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 12 = 22.77 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$(22.77 \text{ mm}^2 \times 3) = 68.31 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.

En resumen, para el C1 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 12 AWG (línea-neutro).
- Calibre 12 AWG (tierra física).
- Protección de 20 A (ITM).
- Tubería Conduit-polietileno 1/2.



5.4 Circuito contactos (C2)

5.4.1 Calibre de conductores

Se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

Datos del circuito:

N° : Número de unidades (5).

W : Cantidad de watts por unidad (180).

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$C_{elec} = 5 \times 180 = 900 W.$$

Posteriormente se obtiene la corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{900 W}{127 V \times 0.9} = 7.8 A$$

Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{7.8}{0.90} = 8.6 A$$

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 23 \times 8.6}{127 \times 2.08} = 2.9\%$$

No excede el 3%.

5.4.2 Protección:

- Protección (ITM) de 15 A.

5.4.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 14 AWG.

5.4.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.



Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

C2= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 12 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 14 = 18.9 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$(18.9 \text{ mm}^2 \times 3) = 56.7 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.

En resumen, para el C2 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 14 AWG (línea-neutro).
- Calibre 14 AWG (tierra física).
- Protección de 15 A (ITM).
- Tubería Conduit-polietileno 1/2.



5.5 Circuito cuarto de máquinas (C3)

5.5.1 Calibre de conductores

Se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

Datos del circuito:

N° : Número de unidades (3).

W : Cantidad de watts por unidad (1309).

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$C_{elec} = 3 \times 1309 = 3927 \text{ W.}$$

Posteriormente se obtiene la corriente nominal a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{3927 \text{ W}}{127 \text{ V} \times 0.9} = 11.4 \text{ A}$$

Sustituyendo la ecuación 4.3, se obtiene:

$$I_c = \frac{11.4}{0.90} = 12.6 \text{ A}$$

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 14 = 2.08 mm^2

Dato de longitud mayor:

- L : 25 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 70 \times 12.6}{127 \times 2.08} = 3.43\%$$

Se excede el 3% marcado bajo norma.

De acuerdo con la Tabla 4.9 se utilizará el calibre de mayor resistencia.

- Cal. 12 = 3.31 mm^2 .

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 70 \times 12.6}{127 \times 3.31} = 2.15\%$$

No excede el 3%.



5.5.2 Protección:

- Protección (ITM) de 20 A.

5.5.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 14 AWG.

5.5.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

C3= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 12 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 12 = 22.77 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$(22.77 \text{ mm}^2 \times 3) = 68.3 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1/2.

En resumen, para el C3 se definieron los siguientes datos:

- Calibre 12 AWG (línea-neutro).
- Calibre 12 AWG (tierra física).
- Protección de 20 A (ITM).
- Tubería Conduit-polietileno 1/2.



5.6 Diagrama unifilar

La Figura 5.2 presenta el diagrama unifilar de los circuitos eléctricos.

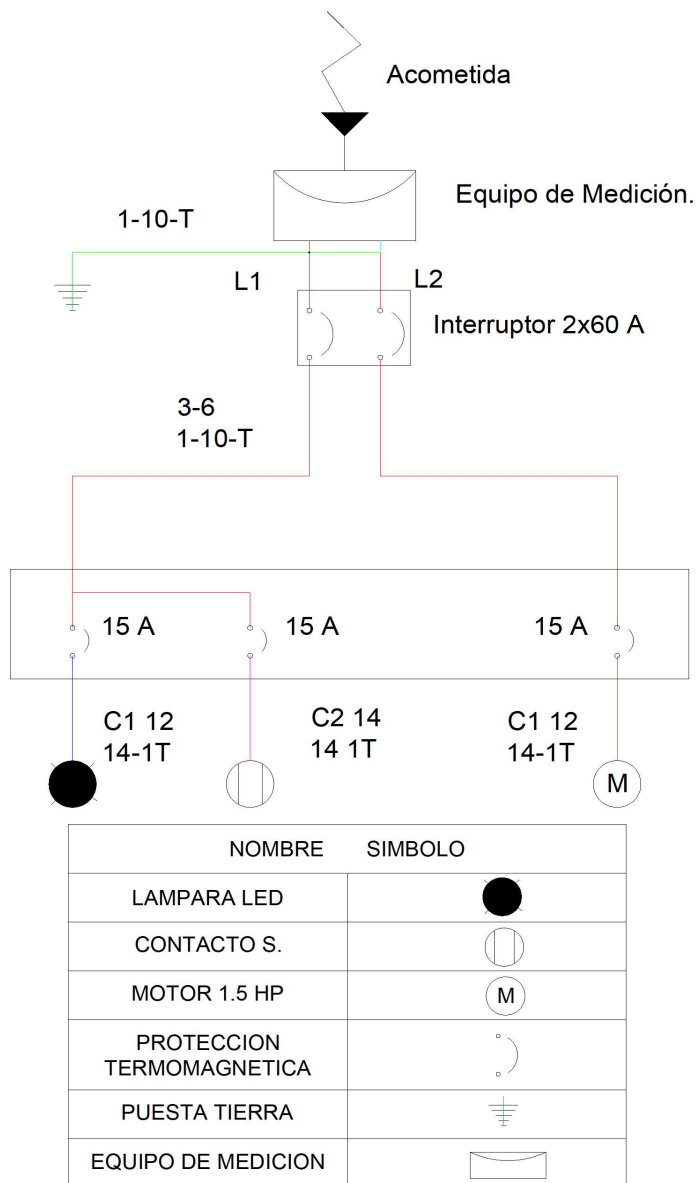


Figura 5.2 Diagrama unifilar.



6 CÁLCULO DE TRANSFORMADOR

6.1 Cálculo de unidades de vivienda

Suma de las líneas por unidad (L1+L2):

$$(6644 \text{ W} + 6700 \text{ W}) = 13344 \text{ W}$$

Potencia del transformador general.

Suma de todas las unidades de vivienda.

Datos:

N° Número de unidades (40)

W Cantidad de watts por unidad. (13 344 W)

W Cantidad de watts estancia de descaso (2557 W)

Operación sumatoria de Watts:

$$[(13\ 344 \text{ W} \times 40) + 2557 \text{ W}] = 536.31 \text{ kW}$$

A continuación, se muestra la Tabla 6.1 la cual nos muestra el factor de demanda que ocupa conforme a la cantidad de unidades de vivienda corresponda.

Tabla 6.1 Factor de demanda unidad de vivienda [1].

Número de unidades devivienda	Factor de demanda (%)
3-5	45
6-7	44
8-10	43
11	42
12-13	41
14-15	40
16-17	39
18-20	38
21	37
22-23	36
24-25	35
26-27	34
28-30	33
31	32
32-33	31
34-36	30
37-38	29



39-42	28
43-45	27
46-50	26
51-55	25
56-61	24
De 62 en adelante	23

6.2 Potencia total del transformador

De acuerdo a la Tabla 6.1

- Factor de demanda = 28%

Sustituyendo la ecuación 3.1, se obtiene:

$$(536.317kW \times 28\%) = 152.009 kW$$

- Mas el 15% = 171.869 kW

Tabla 6.2 Valor nominal [1].

Protección del secundario (ver la Nota 2)						
		Protección del primario, más de 1000 volts		Más de 1000 volts		1000 volts o menos
Limitaciones Sobre el lugar	Impedancia nominal del transformador	Interruptor automático (ver Nota 4)	Valor nominal del fusible	Interruptor automático (ver Nota 4)	Valor nominal del fusible	Valor nominal del interruptor automático o fusible
	No más del 6%	600% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	125% (ver Nota 1)
Cualquier lugar						
	Más del 6%, peromáximo el 10%	400% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	225% (ver Nota 1)	125% (ver Nota 1)
	Cualquiera	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	No se exige	No se exige	No se exige
Solo supervisado	No más del 6%	600%	300%	300% (Nota 5)	250% (Nota 5)	250% (ver Nota 5)



	Más del 6% peromáximo el 10%	400%	300%	250% (ver Nota 5)	225% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)
--	------------------------------------	------	------	-------------------------	-------------------------	----------------------

Sustituyendo la ecuación 3.1, se obtiene:

$$I_C = (171.869kW \times 125\%) = 214.836 kW$$

kW Cantidad de potencia general (214.836 kW.)

Se ocupará un transformador de potencial tipo pedestal de 214.836 kVA.

Por catálogo de venta tendremos un transformador de 225 kVA.

6.3 Protección del transformador

Posteriormente, se determina la corriente nominal de acuerdo con la ecuación 6.1.

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{LL}} = A \quad 6.1$$

En donde:

- I_N Corriente nominal.
- P Potencia total (225 kW)
- V_{LL} Voltaje línea a línea. (220 V)
- $\sqrt{3}$ Sistema trifásico (3 bobinas de alimentación.)

Sustituyendo la ecuación 6.1, se obtiene:

$$I_N = \frac{225 kW}{\sqrt{3} \times 220V} = 590 kVA$$

Corriente corregida:

- Protección 3PX600 A



6.4 Balanceo de cargas

Tenemos un total de 536.317 kW

Al mismo tiempo se divide el total de unidades de vivienda entre 3, uno por fase, nos da dos lotes de 13 U.V. y uno de 14 U. V. Y aun lote de 13 U.V. Se le suma la cantidad de potencial eléctrico (jardín-estancia) quedando como resultados de la siguiente forma.

- Fase 1

$$(13\ 344\ W \times 14\ U.V.) = 186.816\ kW$$

Se aplica el factor de demanda de la Tabla 6.1 Factores de demanda para unidades multifamiliares con tres o más viviendas.

De acuerdo a la tabla ya mencionada y en base a la división de unidades dentro del lote, el factor de demanda será un 40%.

Cantidad de unidades:

Sustituyendo la ecuación 3.1, se obtiene:

$$(186.816\ kW \times 40\%) = 74.7264\ kW$$

Se aplica una corrección en la I_N a la cual se denomina corriente corregida para obtener la carga de las salidas secundarias del transformador de acuerdo a la siguiente ecuación 6.2.

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{2} \times 220V \times fP} \quad 6.2$$

En donde:

- P Potencia de demanda (74 726.4 W)
- $\sqrt{2}$ Se aplica la raíz de 2 por que en las salidas del transformador se deriva un sistema bifásico.
- V_{F-F} Voltaje utilizado bifásico (fase-fase) (220V)
- fP Factor de potencia (0.90)

Sustituyendo la ecuación 6.2, se obtiene:

$$I_c = \frac{74726.4}{\sqrt{2} \times 220V \times 0.90} = 266.86A$$



- Fase 2

Cantidad de unidades:

- 13 unidades

$$(13344 W \times 13 U) = 173.472 kW$$

Factor de demanda de acuerdo a la Tabla 6.1

- Sustituyendo la ecuación 3.1 con un factor de demanda del 41%:

$$(173.471kW \times 41\%) = 71123.5 W$$

Sustituyendo la ecuación 6.2, se obtiene:

$$I_c = \frac{71123.5}{\sqrt{2} \times 220V \times 0.90} = 253.9A$$

- Fase 3

Cantidad de unidades:

- 13 unidades + estancia de descanso.

$$(13344W \times 13U.V) = (173472 W + 2557 W) = 176 029 W$$

Sustituyendo la ecuación 3.1 con un factor de demanda del 41%:

$$(176 029 W \times 0.41\%) = 72171.8 W$$

Sustituyendo la ecuación 6.2, se obtiene:

$$I_c = \frac{72171.8}{\sqrt{2} \times 220V \times 0.90} = 257.79A$$

- Balanceo

El balance de carga se obtiene a través de la ecuación 6.3.

$$F_{X1-X1} = \left(\frac{X1 - X2}{X1} \times 100\% \right) = \% \quad 6.3$$

Sustitución.



L1-L2

$$F_{1-2} = \left(\frac{266.86 - 253.9}{266.66} \times 100\% \right) = 4.8\%$$

L2-L3

$$F_{1-2} = \left(\frac{253.9 - 241.4}{253.9} \times 100\% \right) = 0.9\%$$

L3-L1

$$F_{1-2} = \left(\frac{266.86 - 257.74}{266.66} \times 100\% \right) = 3.41\%$$

Ninguna excede el 5% correspondido que nos pide la norma, por lo cual nos indica que el cálculo es correcto.

La Figura 6.1 presenta el cuadro de cargas y el diagrama de conexión sobre el balance.



CUADRO DE CARGAS					
CIRCUITO	L1	L2	L3	A	DESCRIPCION
L1	266.86kW	253.9kW		600	CB1-CB2
L2		253.9kW	257.7kW	600	CB3
L3	266.86kW		257.7kW	600	CB4

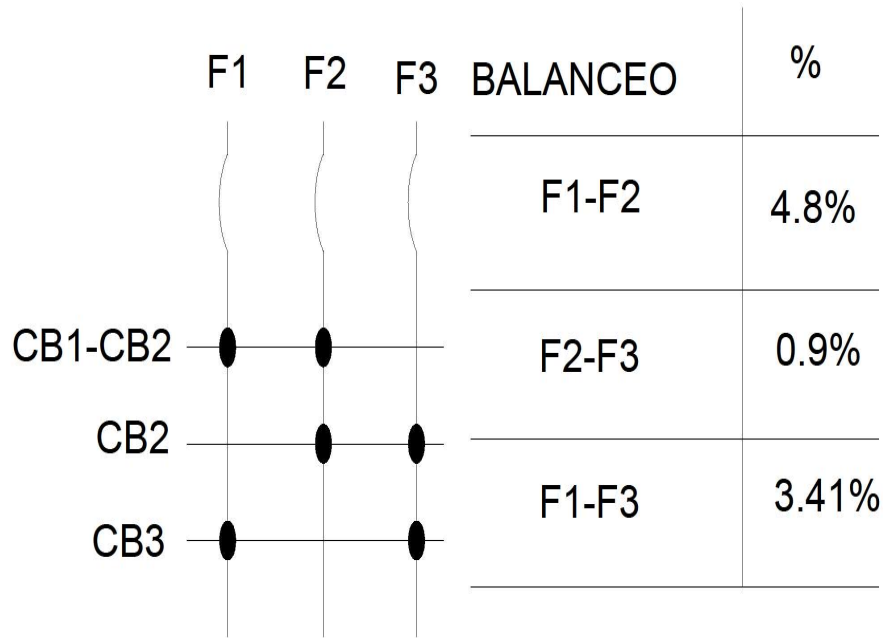


Figura 6.1 Cuadro de cargas.



7 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR A BASE DE MEDIDORES

7.1 Cálculo por concentración de medidor

Las concentraciones 1 y 2 se tomarán como una sola, pero en diferente posición, debido a que la especificación CFE- DCMBT404 nos indica colocar la concentración de medidores a una distancia máxima de 35 m.

7.2 Cálculo por concentración de medidores CB1

Datos:

6 servicios de medidores, con una suma de 13344 W por unidad, más 2557 W de la estancia de descanso.

- Factor de demanda por unidad del 70%.

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Fd = (13344 \times 70\%) = 9340 W$$

Conforme a la suma del potencial eléctrico de las unidades a utilizar en el servicio del CB1, tenemos:

- 5 unidades de vivienda + estancia jardín.

$$W = (5 \times 9340) = 46704 W + 2557 W = 49261 W$$

Posteriormente, el factor de demanda por unidad con más de tres viviendas es del 44%.

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Fd = (49261 \times 44\%) = 21674 W$$

Posteriormente determinamos la corriente nominal del circuito a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{21674}{220 \times 0.9} = 109.4 A$$

Sustituyendo la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Fd = (109.4 \times 125\%) = 136.8 A$$



Una vez obtenida la potencia de carga, posteriormente se utilizará la Tabla 3

Tabla 3 Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90 °C, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C. [1]

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	64	69	-	- 97
13.3	6	85	92	90	125
21.2	4	110	120	115	165
33.6	2	145	155	155	185
42.4	1	170	180	175	
53.5	1/0	195	210	200	215
67.4	2/0	220	235	230	245
85.0	3/0	250	270	260	275
107	4/0	290	310	295	315
127	250	320	345	325	345
177	350	385	415	390	415
253	500	470	505	465	500
380	750	585	630	565	610
507	1000	670	720	640	690

De acuerdo con la Tabla 3, se obtiene:
Calibre 2 AWG.



- **Caída de tensión**

A1.- La caída de tensión del transformador al registro mas lejano no debe exceder el 3% en sistemas monofasicos y en sistemas trifasicos el 5%.

Cables:

A2.- Por regla general los circuitos de baja tensión no excederán una longitud de 200 m, permitiéndose en casos excepcionales de longitudes mayores, siempre y cuando satisfagan los límites de caída de tensión y perdidas del 2%.

La constante 4 cambia a 2 ya que se está tratando con un sistema bifásico.

Dato del circuito:

- Calibre 2 = 33.3 mm².

Dato de longitud mayor:

- L: 15 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{2 \times 5 \times 138}{220 \times 33.3} = 0.18\%$$

No se excede el 5%.

- **Puesta a tierra**

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 6 AWG.

- **Cálculo de tubería**

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- **Tubo Conduit de polietileno**

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

C4= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 2 AWG y 6 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 2 = 112.9 mm²



- Calibre 6 = 67.16 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$((112.9 \text{ mm}^2 \times 2) + 67.16 \text{ mm}^2) = 292.96 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1 1/4.

Resumen general del circuito:

- Calibre 2 AWG (fases-neutro).
- Calibre 6 AWG (puesta-tierra).
- Tubería de 1 1/4 pulgadas ductos de polietileno lisos (PAD) o corrugados (PADC).



7.3 Cálculo por concentración de medidor CB2

Se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

Datos del circuito:

N° : Número de unidades (8).

W : Cantidad de watts por unidad (9340).

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$C_{elec} = 8 \times 9340 = 74720 \text{ W.}$$

- Factor de demanda por unidad del 43%.

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Fd = (74720 \times 43\%) = 29888 \text{ W}$$

Posteriormente determinamos la corriente nominal del circuito a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{29888}{220 \times 0.9} = 150.9 \text{ A}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Fd = (150.9 \times 125\%) = 188.6 \text{ W}$$

De acuerdo con la Tabla 3, se obtiene:

Calibre 1/0.

- **Caída de tensión**

Dato del circuito:

- Calibre 1/0 = 53.35 mm^2 .

Dato de longitud mayor:

- L : 66 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{2 \times 66 \times 189}{220 \times 53.5} = 2.1\%$$

No se excede el 5%.



- **Puesta a tierra:**

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 6 AWG.

- **Cálculo de tubería**

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- **Tubo Conduit de polietileno**

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

C4= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 1/0 y 6 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 1/0 = 196.1 mm^2
- Calibre 6 = 67.16 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$((196.1 \text{ mm}^2 \times 2) + 67.16 \text{ mm}^2) = 459.3 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 2''.

Resumen general del circuito:

- Calibre 1/0 AWG (fases-neutro).
- Calibre 6 AWG (puesta-tierra).
- Tubería de 2 pulgadas ductos de polietileno lisos (PAD) o corrugados (PADC).



7.4 Cálculo por concentración de medidor CB3

Se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

Datos del circuito:

- N° : Número de unidades (13).
 W : Cantidad de watts por unidad (9340).

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$C_{elec} = 13 \times 9340 = 121.420 \text{ kW}.$$

- Factor de demanda por unidad del 41%.

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Fd = (121420 \times 43\%) = 497.82 \text{ kW}$$

Posteriormente determinamos la corriente nominal del circuito a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{497.82 \text{ kW}}{220 \times 0.9} = 251.4 \text{ A}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Fd = (251.4 \times 125\%) = 314.2 \text{ W}$$

De acuerdo con la Tabla 3, se obtiene:

Calibre 250 AWG. Pero esta ocasión como no se cuenta con el dato exacto a la distancia requerida por cuestiones de jardín por alguna plantación dentro de ella, utilizaremos un calibre mayor para evitar cualquier imperfecto.

- **Caída de tensión**

Dato del circuito:

- Calibre 350= 177 mm^2 .

Dato de longitud mayor:

- L : 26 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{2 \times 26 \times 314}{220 \times 177} = 0.41\%$$

No se excede el 5%.



- **Puesta a tierra**

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 3 AWG.

- **Cálculo de tubería**

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- **Tubo Conduit de polietileno**

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

C4= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 350 y 3 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 350 = 507.7 mm^2
- Calibre 3 = 98.13 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$((507.7 \text{ mm}^2 \times 2) + 98.13 \text{ mm}^2) = 1113 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 2 1/2''.

Resumen general del circuito:

- Calibre 350 AWG (fases-neutro).
- Calibre 3 AWG (puesta-tierra).
- Tubería de 2 1/2 pulgadas ductos de polietileno lisos (PAD) o corrugados (PADC).



7.5 Cálculo por concentración de medidor CB4

Se determina el consumo eléctrico a través de la ecuación 4.6.

Datos del circuito:

- N° : Número de unidades (14).
 W : Cantidad de watts por unidad (9340).

Sustituyendo los datos, se obtiene:

$$C_{elec} = 14 \times 9340 = 130.760 \text{ kW.}$$

- Factor de demanda por unidad del 40%.

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Fd = (121420 \times 40\%) = 52304 \text{ W}$$

Posteriormente determinamos la corriente nominal del circuito a través de la ecuación 4.1.

$$I_N = \frac{52304 \text{ W}}{220 \times 0.9} = 264.1 \text{ A}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.1, se obtiene:

$$Fd = (264.1 \times 125\%) = 330.2 \text{ W}$$

De acuerdo con la Tabla 3, se obtiene:

Calibre 250 AWG. Pero esta ocasión como no se cuenta con el dato exacto a la distancia requerida por cuestiones de jardín por alguna plantación dentro de ella, utilizaremos un calibre mayor para evitar cualquier imperfecto.

Calibre: 350

- **Caída de tensión**

Dato del circuito:

- Calibre 350= 177 mm^2 .

Dato de longitud mayor:

- L : 92 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{2 \times 26 \times 330.2}{220 \times 177} = 1.5\%$$

No se excede el 5%.



- **Puesta a tierra**

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 3 AWG.

- **Cálculo de tubería**

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- **Tubo Conduit de polietileno**

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

C4= 3 conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 350 y 3 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Calibre 350 = 507.7 mm^2
- Calibre 3 = 98.13 mm^2

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$((507.7 \text{ mm}^2 \times 2) + 98.13 \text{ mm}^2) = 1113 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.

De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 2 1/2''.

Resumen general del circuito:

- Calibre 350 AWG (fases-neutro).
- Calibre 3 AWG (puesta-tierra).
- Tubería de 2 1/2 pulgadas ductos de polietileno lisos (PAD) o corrugados (PADC).

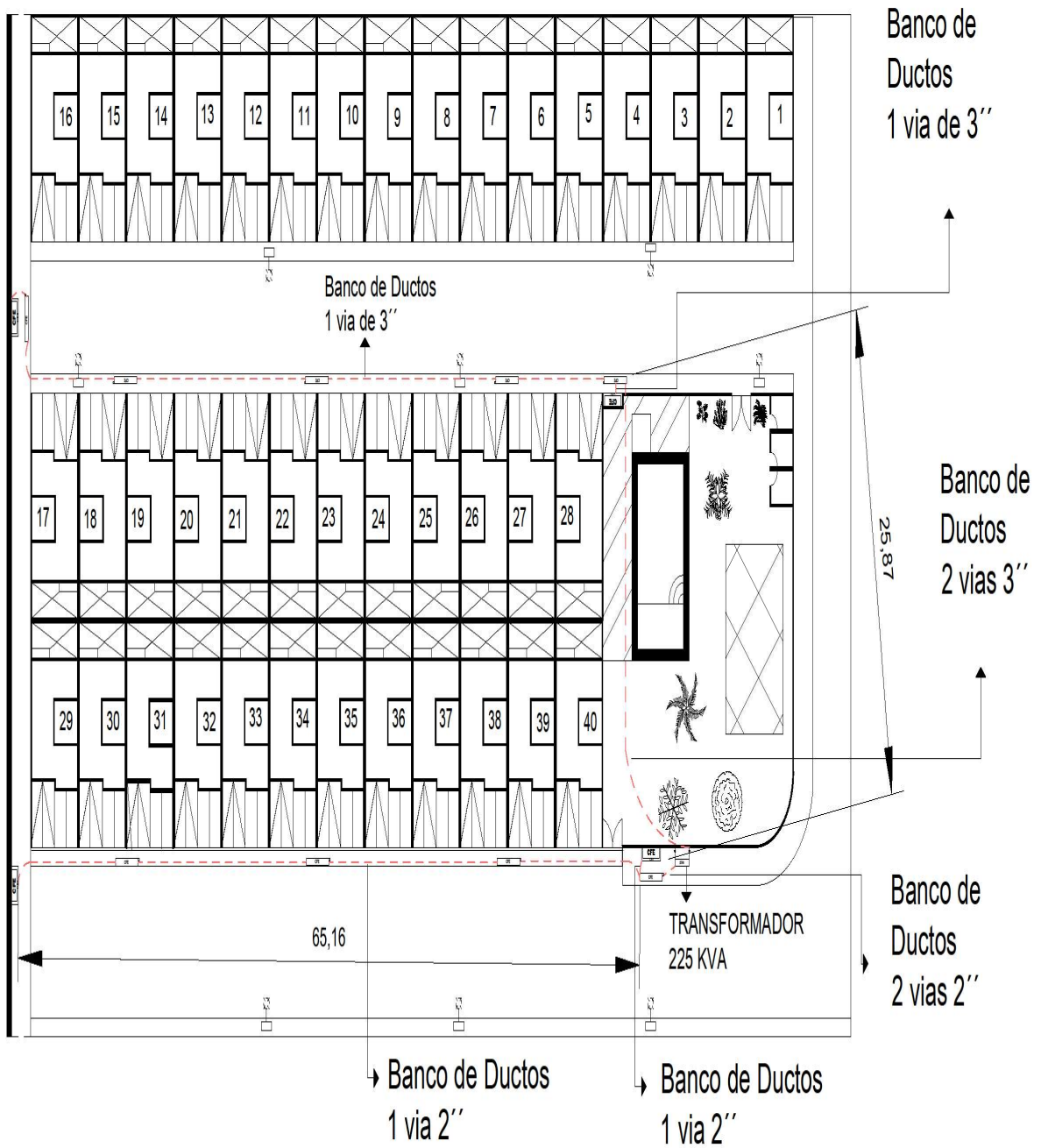


Figura 7.1 Plano de distribución eléctrica sub T-C.



7.7 Diagrama unifilar

La Figura 7.2 presenta el diagrama unifilar de los circuitos eléctricos.

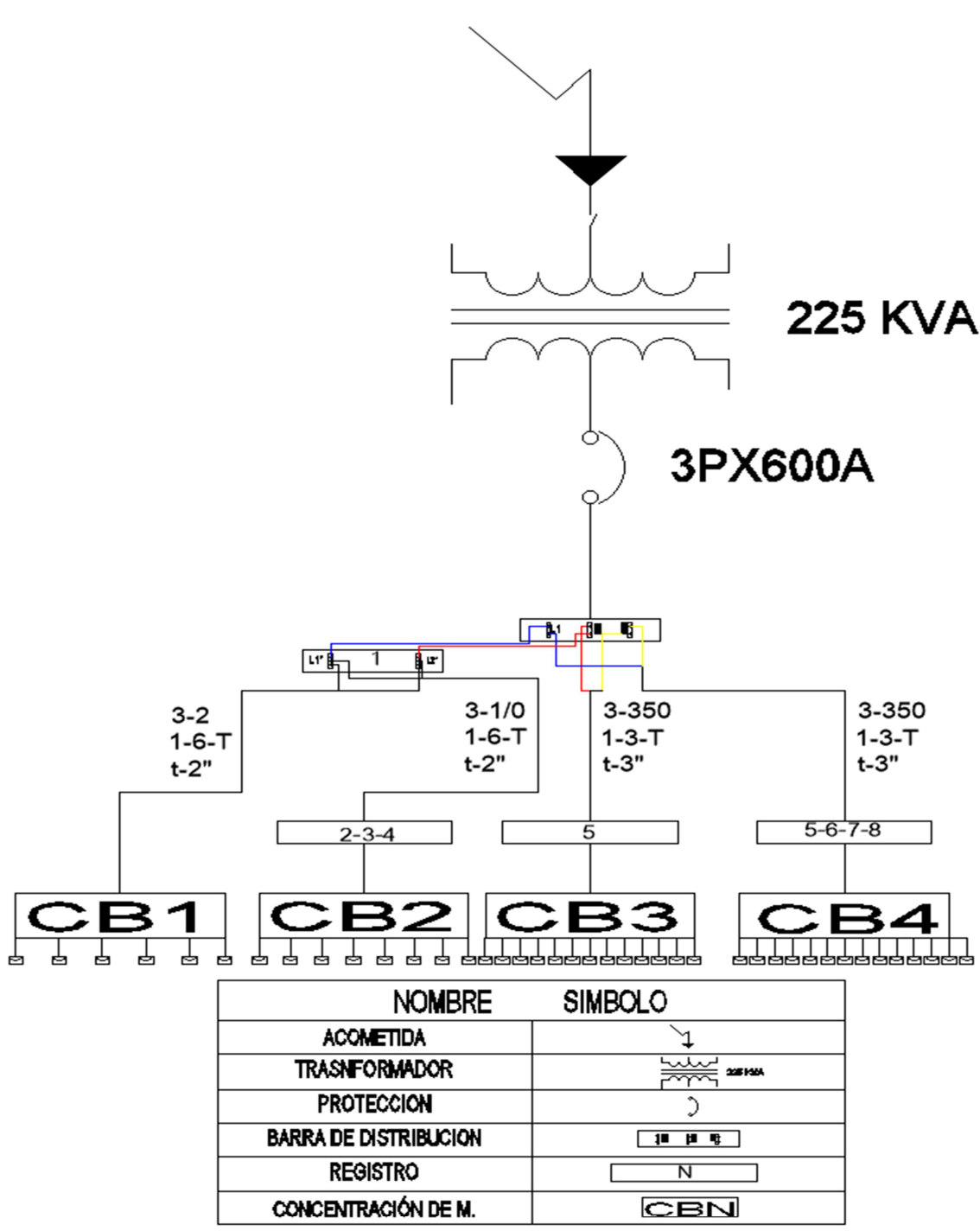


Figura 7.2 Diagrama unifilar sub T-C.



8 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y CONCENTRACIÓN DE MEDIDORES

8.1 Cálculo de concentración de medidores a centros de carga

El cálculo se hará de una concentración de medidores a un centro de carga final y se tomara en cuenta la mayor distancia que se tenga marcada en el plano y en base a eso se tomaran los mismos datos para los siguientes centros de cargas finales a concentraciones de medidores.

8.1.1 Calibre de conductores

Datos del equipo:

W° 13 344 W.
 m 35 m de distancia.

- Factor de demanda: 70%.

Sustituyendo la ecuación 3.1, se obtiene:

$$(13344 W \times 70\%) = 9340 W$$

- Tenemos un consumo de 9340 Watts por unidad.

Potencial eléctrico:

Sustituyendo la ecuación 4.1, obtenemos:

Corriente nominal:

$$I_N = \frac{9340W}{220 \times 0.9} = 47.1 A$$

Sustituyendo la ecuación 3.1, obtenemos:

$$Fd = (47.1 \times 125\%) = 58.9 A$$

De acuerdo con la Tabla 4.9 sus datos son los siguientes:

- Cal. 8 = 8.37 mm²
- Protección 60 A.

Dato de longitud mayor:

- L : 35 m.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 35 \times 60}{220 \times 8.37} = 4.5\%$$

Se excede del 3%, de acuerdo con la Tabla 4.9 se utilizará calibre de mayor resistencia.



- Cal. 6 = 13.3 mm^2 .
- Protección 60 A.

Sustituyendo la ecuación 4.5, se obtiene:

$$e\% = \frac{4 \times 35 \times 60}{220 \times 13.3} = 2.8\%$$

No excede el 3%.

8.1.2 Protección:

- Protección (ITM) de 60 A.

8.1.3 Puesta a tierra:

De acuerdo con la Tabla 4.6, la puesta a tierra tendrá un conductor calibre del número 8 AWG.

8.1.4 Cálculo de tubería

De acuerdo NOM-001-SEDE-2012 artículo 364. Se puede utilizar tubería tipo:

- Tubo Conduit de polietileno.

El porcentaje de la sección transversal en la tubería, se presenta en el capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012.

Para esto tenemos que tomar en cuenta como referencia la máxima cantidad de conductores a utilizar en algún circuito derivado.

$C7= 3$ conductores, esto por el diámetro de cada conductor dependiendo el su número de calibre en este caso es el calibre 6 y 8 AWG, utilizando la Tabla 4.9, se obtiene:

- Cal. 6 = 67.1 mm^2 .
- Cal. 8 = 53.8 mm^2 .

Posteriormente se multiplica la cantidad de conductores por su respectiva área de cada uno.

$$[(67.1 \text{ mm}^2) \times (3) + (53.8 \text{ mm}^2)] = 256.93 \text{ mm}^2$$

Cuando son más de dos conductores como lo vemos en la Tabla 4.7, el área total no tiene que ser mayor al 40 %.



De acuerdo con la Tabla 4.8, se utilizará una tubería con diámetro de 1 1/4".

En resumen, para el abastecimiento de las unidades se definieron los siguientes datos:

- Calibre 6 AWG (línea-neutro).
- Calibre 8 AWG (tierra física).
- Protección de 60 A (ITM).
- Tubería Conduit-polietileno de 1 1/4".

DISTRIBUCION PLANO ELECTRICO

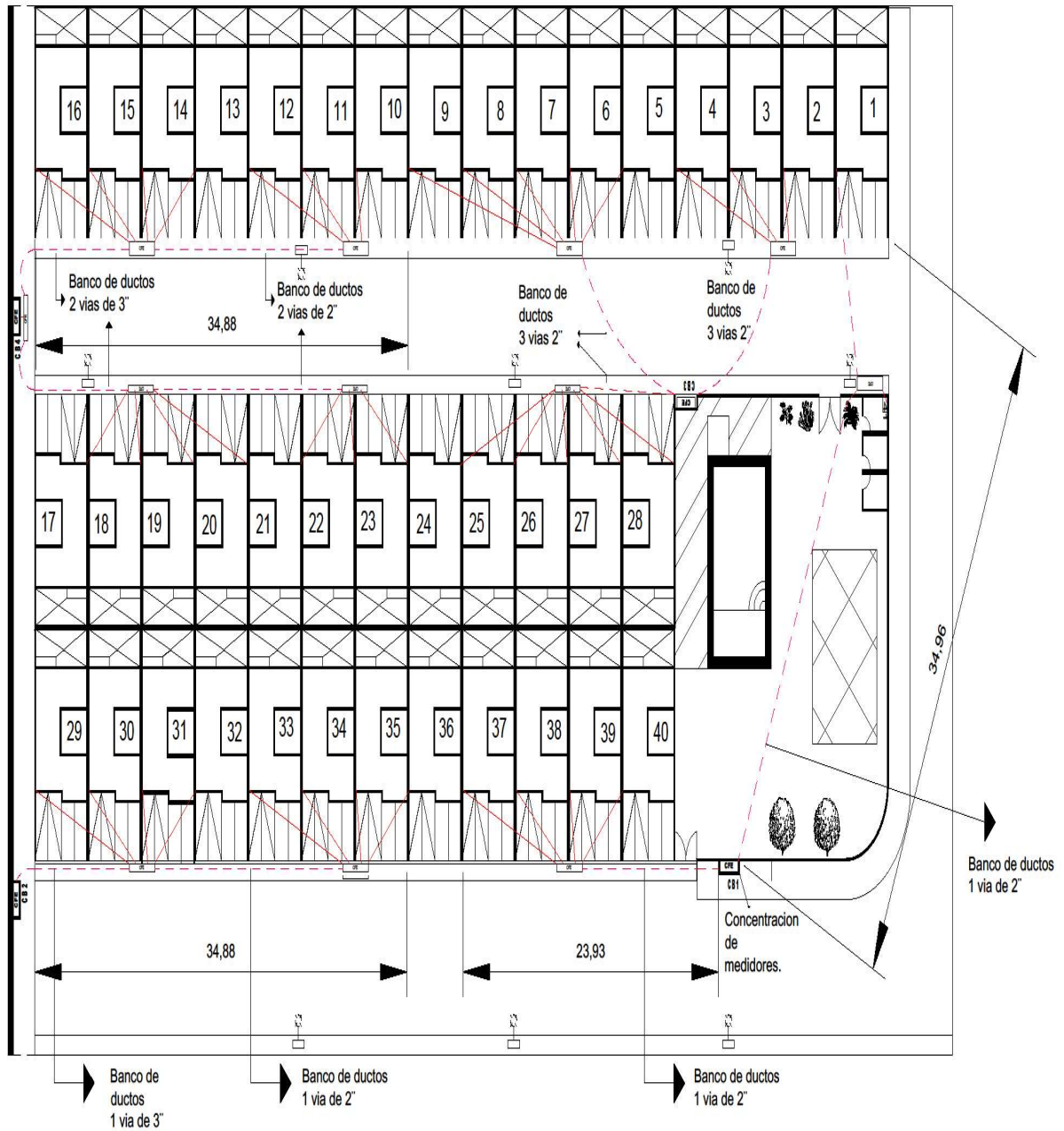


Figura 8.1 Plano de distribución eléctrica sub C-CF.



8.3 Diagrama unifilar

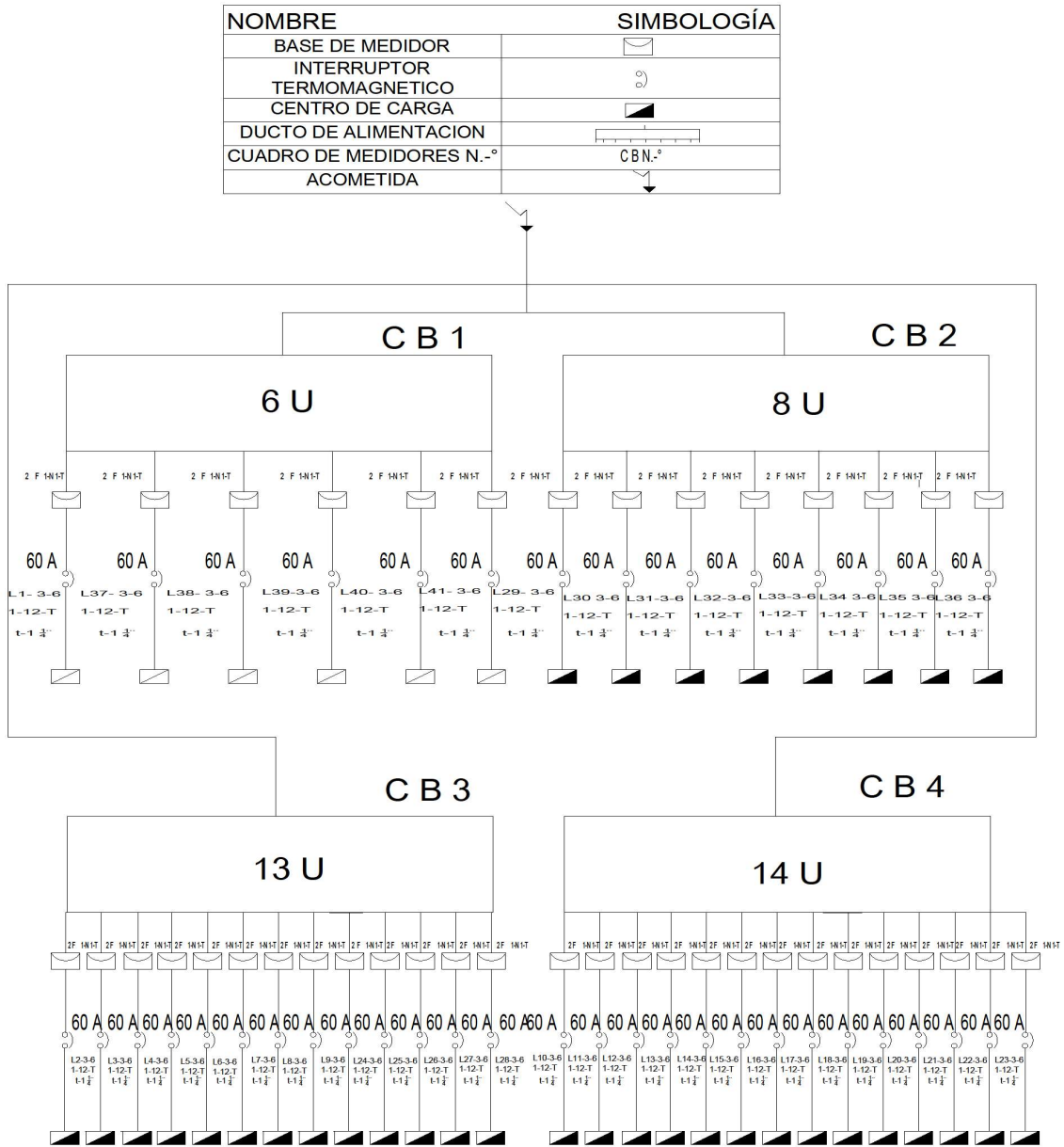
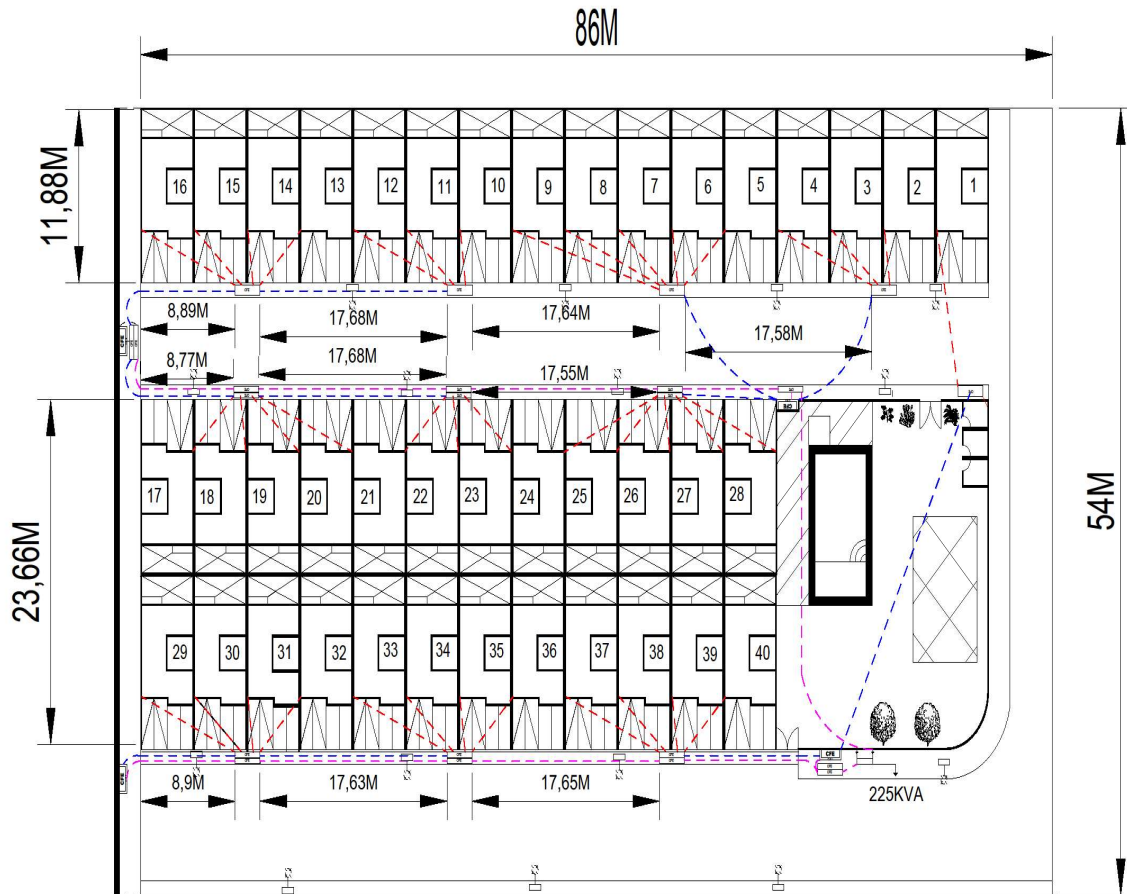


Figura 8.2 Diagrama unifilar T-C.



SIMBOLOGÍA LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN BAJA.	
TRANSFORMADO-CONCENTRACIÓN DE M.	-----
CONCENTRACIÓN DE M.-REGISTRO	-----
REGISTRO-CENTRO DE CARGA-	-----

Figura 8.3 Plano eléctrico distribución general B-T.



CONCLUSIONES

Con este estudio queda demostrada la importancia con la que se debe de regir un proyecto de instalaciones eléctricas en baja tensión, así como la estructura que debe llevar.

Basándonos en distintos puntos, por ejemplo, de los más importantes en este caso, son seguridad y eficiencia al momento de operar un trabajo, así como su resultado final.

Haciendo referencia a ellos, en el estudio quedan demostrados los pasos a seguir para poder obtener el resultado requerido, dando seguridad al operario al momento de ejercer su trabajo, y al usuario final al momento de utilizar las instalaciones, además de que si se sigue la estructura del proyecto como se marca se puede contar con un gran resultado ya que no se tendrán problemas o deficiencias que puedan afectar el resultado final, eso se debe a que una instalación eléctrica bien realizada no cuenta con fallas eléctricas por ejemplo, fugas o sobre cargas eléctricas y como resultado esto no nos genera un mayor costo en su rendimiento así como la seguridad requerida.

Además de que con este estudio se puede apreciar un mejor panorama para poder realizar instalaciones eléctricas en baja tensión, puesto que cuenta con puntos certeros para poder realizar la misma, desde el estudio para ver los equipos a utilizar, así como los cálculos que se requieren bajo normas correspondientes para elegir el material requerido y de igual forma una mejor manera para poder ver los tipos de normas que se necesitan para realizar un proyecto de tal magnitud.



REFERENCIAS

- [1]. Sener, Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones electricas (utilizacion).
- [2]. Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- [3]. CFE, DCCSSUBT, construcción de sistemas subterráneos.
- [4]. CFE, DCMEBT-400, Medición para acometidas en concentraciones.
- [5]. Viakon, Manual del electricista viakon, 2012.
- [6]. CFE, K0000-08, Transformadores trifásicos tipo pedestal hasta 225 kVA para distribución subterránea.
- [7] Fabricante: <https://www.krealo.es/blog/tabla-de-equivalencia-de-lumenes-a-watios>
- [8] <https://www.gob.mx/conagua>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



Facultad de Ciencias
Químicas e Ingeniería

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

Programas educativos de calidad reconocidos por CIEES, CACEI y CONACYT

SGI certificado en la norma ISO 9001:2015 e ISO 21001:2018

Gestión Académica.

Jefaturas de Programa Educativo.

FORMA T-4A NOMBRAMIENTO COMITÉ REVISOR

Cuernavaca, Mor., a 04 de junio del 2024

DR. LUIS CISNEROS VILLALOBOS
DR. OUTMANE OUBRAM
DR. JOSÉ GERARDO VERA DIMAS
MTRO. FCO. JAVIER BECERRA GONZÁLEZ
MTRO. JORGE LUIS AGUILAR MARIN

PRESENTE

Me permito comunicarles que han sido designados integrantes del **COMITÉ REVISOR** del trabajo de **TESIS** titulada:

DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN DE UNA UNIDAD HABITACIONAL RESIDENCIAL

Que presenta el **C. PERALTA GUTIERREZ JUAN ANGEL**

Dirigido por: **DR. LUIS CISNEROS VILLALOBOS**

Del programa educativo de: **INGENIERÍA ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA**

Para obtener el grado académico de: **LICENCIATURA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA.**

ATENTAMENTE

Por una humanidad culta

Se anexa firma electrónica

MTRA. ANGÉLICA GALINDO FLORES

DIRECTORA INTERINA DE LA FCQeI

DICTAMEN

MTRA. ANGÉLICA GALINDO FLORES
DIRECTORA INTERINA DE LA FCQeI
PRESENTE

En respuesta a su amable solicitud para emitir DICTÁMEN sobre el trabajo que se menciona, me permito informarle que nuestro voto es:

VOTO	NOMBRE
APROBATORIO	DR. LUIS CISNEROS VILLALOBOS
APROBATORIO	DR. OUTMANE OUBRAM
APROBATORIO	DR. JOSÉ GERARDO VERA DIMAS
APROBATORIO	MTRO. FCO. JAVIER BECERRA GONZÁLEZ
APROBATORIO	MTRO. JORGE LUIS AGUILAR MARIN

Se anexan firmas electrónicas de cada revisor, en las cuáles se incluye la fecha y hora que se ha emitido el voto aprobatorio.

AGF/fjbg





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ANGELICA GALINDO FLORES | Fecha:2024-06-05 12:32:06 | FIRMANTE

H6xCg0yMCMV+F027fEFvdYDjrttaDTQglUv6nCPkLo7R8q8fHfnV4lcn4al30bfqUuMansOvC5MoiGocVGX5BfB4E9bSGnVqku2v7lclCskETnC9cT35NT2X0VzHBGWEtei5Xe4Euv5LnaKPIQR/JmQUH+2opfMJ1kfv5XG8mMoqh4xZvzi26pq3IKOPT5YpoamHdE50OBujDE06sw56dJz0UN/rKCAqXrWmO4cl+xTPD4wypGj4I7dThPMXFILFAhqBodoTHxoXFqJeHLMeoRFLxfaEG7SOs8FGIqSCL+YgLJme4jgtEi7hquD6dPps+TgGujw/1QhhZ+PU7u/leg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[K4AcRiyas](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/URrpBTcc79NZledWW4Mj7NF5UrD0CVRE>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JOSE GERARDO VERA DIMAS | Fecha:2024-06-06 14:42:07 | FIRMANTE

EUjilivNQztTsPj8OJoyNCCGAK7LxwGKYWhwh+6Hr+FHMkIlegrafy4fVdt+GSM2AE304FYX/68TF39JR8awH1H1AgkYw61O/EI7pc1sN0sM0DuYFjVewm9idgfmEFDN7w5321gS
qrqJ/Jmr9c5i9rXd/V2pZLHQOy1oG+WKsPml73morRxezSb/TdJOOHI9UIZV4C+oiuv9blNfsHTG5vVZ/eaTp/yrTWgE959AqOmjyby50vg7iyRyrYOV12d6DY6IXIDOfFMOAV6uzA2eG
MUL7x2fWojRH37uQDv0ei7LNJOLgzHtixDdzEHYQVYXVI+QqHGRQKxUULfoeXQQ==

FRANCISCO JAVIER BECERRA GONZALEZ | Fecha:2024-06-06 16:56:14 | FIRMANTE

jQmMj25yVu6sa7Vxp2DDiy+cF1isuOS+8TfxwHb0M/Gk8kUuEnXQdhtTBb7AxM55XrDxxlEmaq+T81QYIO1Q7fYUgxExsU1RFknj90sh2cCp0ha3g8K+opYemVJmZMK7EhzaO0
EB4nBdlqRfEjYU1qblnwCgW+DmkbtDd27xPEmpJE3eQhQR/k3sinwW7mxMn9KfVeUMXvTyY489YYGs06AghiYahUYR00L+LBXyXiRw4DTEuT3i7V6+CtwosCHng21EnRulQxfz
XBXXZHJXBOIWwctQH/A+jZcRyAooq9QyIPLUPZitv2AButyN1wRadQMxRWjGZjslmzRvFMg==

LUIS CISNEROS VILLALOBOS | Fecha:2024-06-07 09:18:17 | FIRMANTE

DwLLISm7RUMhXVbt5bAYXd8QE1EswE+T4HcqeUiXozAlXbaHH/yV79sddqBQvkCtzWGGWZac1ywBjQD64C4hSG1R3LZSDE11EvBKBME3Yg8zJmi4YciYTFqD9Ry87xy7rGx
wl1xpxwU6m9xVF4cTUK/zLqt3TFVIUpyXv157Bn4SPWRqgYPalfpQRra7QpnBHkXqsIAbCqTJ6U+S/IV6+31nxp+HZNbXfv7bRBqnYDSIRy2Qlu7thsi23r7GAERlk7YFbbmUyMP
K3RCFFHlGImqn7IThPR2LmZ+qDbKFXj4TedfBXCKAQjDbcDZSgSdGnjLTX0khrA9GXROGegw==

OUTMANE OUBRAM | Fecha:2024-06-10 19:14:55 | FIRMANTE

en/K0hd7FZpEgudZfNbcKyAzHhHnGiZcH6M6F1AasoPqL2rQVm+CZ7/v1trj62/2aodYNCMTAAtp0oEFbGJLSTJ11bSToSVTMDh8zd4o4DuDMR8X7JmnZ2Q7M3k2UTjGY2EBE1
PQFMqUsYL+D4OLdoRx0WdGkQn4TdqVNfAgwNixiB/DJThgAusQ/exPjG1MZXn88OE7TwxRQpLlFdjTE8VPIGijbmYoJsR5SKeqPw0XwGeU4qv0+fGXt3PrQ5AJVMN67ic7oC
24DLwCFg1s6FP7YRV1BzQ1kHk2WNO05cPMI/YOYGSdESrVzv15D4tjL+GjcfBsp6Ns19K+SBw==

JORGE LUIS AGUILAR MARIN | Fecha:2024-06-12 08:27:53 | FIRMANTE

OHJbu4T0QbCQGEgpA45jFefQIKAxP47cLAGipScn7vUmMcealF0WNXVkwBo1eQ04GSbHRSicUvPufP+QK5NpJnmn0h/2hU+RFW1k5ZfUpN7wVoWeJ6Kju8Pbl75A7ggIGA
QjHPI+48ookOpXVvMqfJdQHwtVDNjQYPwylMsCB1jBFyZNUaetvHFBuqp/gUF5w62wmRW05PitQ1qFo+FNAM3IUgv7JMsSbBhVq/7WpdyOja454aqIZVotlc4m3Jc793zH2VM
mu+uzBmxCnh5CAcoS5xm4MstWZo56MVUBBozj2tqDo0Qzkk/J0Mg/zr45yGVI5rFPa3d9V8qijLg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



KCAXIc7x

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/GeVZmqU6rKkXzocwyADbj4ibQMomtY6>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029