

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

Rediseño del Sistema Eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el Municipio de Jinotega.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Eléctrico

Elaborado por

Br. Oscar Octavio Rodríguez Montenegro
Carnet: 2006-23999

Tutor:

Msc. Jhader Exequiel Zuniga Guillen

19 de febrero de 2024
Managua, Nicaragua

Índice general

Índice general.....	1
Índice de tablas.....	5
Índice de figuras.....	6
Introducción.	7
Antecedentes.	8
Justificación.	9
Objetivos.....	10
Objetivo general:.....	10
Objetivos específicos:.....	10
5. Marco de referencia.	11
5.1 Electricidad.	11
5.2 Instalación eléctrica.	11
5.2.1 Clasificación de instalaciones eléctricas.	11
5.2.2 Código y normas.....	12
5.2.3 Potencia demandada por una instalación.	12
5.2.4 Demanda máxima y carga instalada.	13
5.3 Los elementos que constituyen una instalación eléctrica.	13
5.3.1 Iluminación interior.	13
5.3.1.1 Calculo iluminación interior.....	14
5.3.1.2 Determinación del coeficiente de utilización	14
5.3.1.3 Calculo de numero de iluminarias	15
5.3.1.4 Determinación del acomodo de las luminarias.....	15
5.3.2 Cálculo de iluminación exterior	16
5.3.2.1 Método punto por punto para alumbrado de exteriores	16
5.3.2 Climatización.....	17
5.3.2.1 Factores a tener en cuenta en el sistema de climatización	17
5.3.2.2 Cargas sensibles y latentes	17
5.3.2.3 Calculo de cargas.....	18

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de
Jinotega

5.3.3 Calibre del conductor eléctrico.....	18
5.3.3.1 Capacidad de corriente.....	18
5.3.3.2 Caída de tensión.....	19
5.3.4 Factor de relleno	20
5.3.5 Balanceo de paneles.....	21
5.3.6 Calculo para interruptor termomagnético	22
5.3.7 Electrodo de puesta a tierra	22
5.3.7.1 Calculo de electrodo de puesta a tierra	22
5.3.7.2 Conductores de puesta a tierra.....	23
5.3.8 Transformador	23
5.3.8.1 Determinar la carga del transformador	24
5.3.8.2 Determinar el fusible del transformador	24
6. Hipótesis y variables.....	24
7. Diseño metodológico.....	25
7.1 Tipo de investigación.....	25
7.2 Área de estudio	25
7.3 Fuente de información	25
7.4 Técnica de recolección y análisis de información.....	26
8. Resultados	31
8.1 Memoria descriptiva y Características del diseño	31
8.2 Diseño de iluminación	31
8.3 Levantamiento del plano en AutoCAD	32
8.4 Normativas eléctricas de iluminación consultadas para la toma de criterios de diseño	33
8.5 Iluminaciones interiores.....	34
8.5.1 Dimensionado.....	34
8.5.2 Procedimiento de cálculo	35
8.5.3 Coeficiente de reflexión del ambiente	35
8.5.4 Factor de mantenimiento (Fm)	36
8.5.5 Flujo Luminoso (Φ) total necesario para el Local	37

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de
Jinotega

8.5.6 Factores de ponderación por categoría de ambientes	37
8.5.7 Luxes requeridos según el ambiente.....	38
8.5.8 NIVEL DE ILUMINACIÓN (E).....	39
8.5.9 Cálculo de luminarias Requeridas	40
8.6 Disposición o emplazamiento de Luminarias	40
Disposición a lo ancho.....	40
8.6.1 Disposición a lo largo	40
8.6.2 Resumen de cálculo para un ambiente característico	41
8.6.3 Iluminaciones exteriores	42
8.6.4 Nivel de iluminación y de iluminancia	42
8.6.5 Uniformidad de luminancia y de iluminación.....	43
8.6.6 Localización de las luminarias	43
8.6.7 Interdistancia entre luminarias	43
8.8 Relación D/H.....	43
8.8.1 Curvas isocandelas.....	44
8.8.2 Elección de los puntos de cálculos	44
8.8.3 Determinación de los valores de iluminación	44
8.8.4 Evaluación de la iluminación media (Em)	45
8.8.5 Calculo para luminaria característica.....	46
8.8.6 Procedimiento de diseño	46
8.8.7 Cálculo de la iluminancia media	51
8.8.8 Criterios de calidad.....	51
Coeficiente de uniformidad media (U0).....	51
8.9 Cálculo de Conductor para Circuito de Alumbrado Exterior.....	51
8.9.1 Consideraciones técnicas	52
8.9.2 Formulas a utilizar mediante el método de caída de tensión nodal	52
8.9.3 Memoria de cálculo	53
8.9.4 Diseño de alumbrado exterior en AutoCAD	54
8.10 Desarrollo de los cálculos sistema climatización	59
8.10.1 Sala para visitantes.....	59

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

8.10.2 Pared del lado norte.	59
8.10.3 Pared del lado sur.....	59
8.10.4 Pared del lado este.	59
8.10.5 Pared del lado oeste.	60
8.10.6 Carga por conducción	60
8.10.7 Estructuras exteriores.....	60
8.10.8 Conducción a través de la pared del lado sur.	60
8.10.9 Emitancia de superficies de construcción	60
8.10.10 Conducción a través de ventanas.....	61
8.11 Conducción a través de la puerta principal.	61
8.11.1 Conducción pared del lado este.	62
8.11.2 Conducción a través de la pared del lado oeste.	62
8.11.3 Conducción a través del techo.....	63
8.11.4 Emitancia de superficies de construcción	63
8.11.5 Zona tipo B.....	65
8.11.6 Carga por luces.	66
8.11.7 Carga por equipos.	66
8.11.8 Análisis de los resultados de la carga térmica para la selección del sistema de aire acondicionado	67
8.11.9 Capacidad de refrigeración.....	69
9 Conclusiones	70
11 Bibliografía	71

Índice de tablas

Tabla 1 ampacidad permisibles de conductores aislados	19
Tabla 2 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra. (NFPA., 2017).	23
Tabla 3 para levantamiento de censo de carga.....	26
Tabla 4 de memoria de cálculo de iluminación.....	27
Tabla 5 para la memoria de cálculo de los conductores eléctricos.	28
Tabla 6 para la memoria de cálculo de las protecciones eléctricas.	29
Tabla 7 de balanceo de tableros de distribución.	30
Tabla 8 Descripción del ambiente	34
Tabla 9.1 Iluminación interior.....	34
Tabla 9.2 Coeficiente de colores	36
Tabla 10 Factor de mantenimiento	36
Tabla 11 Factores de ponderación por categoría.....	38
Tabla 12 Nivel de iluminación	39
Tabla 13 Resumen de cálculos.....	41
Tabla 14 Memoria de cálculo eléctrico para alumbrado	55
Tabla 15 Memoria de cálculo eléctrico Iluminación exterior	56
Tabla 16 Potencia consumida.....	56

Índice de figuras

Figura 1 Plano actual en auto cad.....	32
Figura 2 Plano de conexiones actualizado.....	33
Figura 3 Memoria de fórmulas para cálculos	52
figura 4 Memoria de calculo	53
Figura 5 Memoria de puntos circuitos conectado	53
Figura 6 Diseño alumbrado exterior en autocad	54
Figura 7 Plano 3D de alumbrado	54
Figura 8 Vista 3D iluminación exterior.....	55
Figura 9 Vista elevación vista iluminación.....	57
Figura 10 Vista frontal Iluminación	57
Figura 11 Distribución componente iluminación.....	58
Figura 12 Distribución circuitos alambrados.....	58

Introducción.

La mayoría de los accidentes por electrización se dan en el medio laboral y en el hogar, tienen como origen fallas en las instalaciones, fallas en el aislamiento, materiales de mala calidad o actuaciones incorrectas de los usuarios. La forma de evitarlo será actuando sobre el origen que ocasiona los mismos, es decir lograr que las instalaciones estén en adecuadas condiciones de seguridad y que los técnicos actúen de forma segura en referencia a los riesgos que se lleguen a dar. En el presente protocolo se trabajara bajo las siguientes normativas: CIEN (Código de instalaciones eléctricas de Nicaragua), NEC (National Electrical Code), IEC (Electrical installations for Buildings) y IEEE (Instituto de ingeniería eléctrica y electrónica).

El presente proyecto nace de la necesidad de restaurante las delicias de solucionar problemas de origen energético en sus instalaciones, ya que el edificio donde actualmente esta el restaurante era una vivienda de uso habitacional a la cual no se realizó ninguna modificación en su sistema eléctrico para albergar todo el equipamiento que requería el restaurante

Se pretende realizar el rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega, para cuando se ejecuten las obras del restaurante el restaurante tenga una guía de descripciones y pauta a seguir, las cuales serán de riguroso cumplimiento. Teniendo en cuenta siempre que la instalación se realizará con los materiales y equipos que ofrezcan una mayor eficiencia y calidad n ele sistema eléctrico.

Además de los reglamentos normativos, se utilizarán programas informáticos para facilitar el desarrollo y complejidad del mismo: Con AUTOCAD se realizará el plano para las medidas para el cálculo de la iluminación y del cableado que se utilizara, de igual manera para la realización del diagrama unifilar, etc.; Con los programas EXCEL y DIALUX se realizaran los cálculos de iluminación y cálculo de caídas de tensión para la realización de un proyecto completo.

Antecedentes.

Actualmente existen diversos proyectos referentes a el diseño de sistemas eléctricos en baja tensión. Para sustentar el presente proyecto se han seleccionado 3 proyectos que abordan y describen el paso a paso del diseño de sistemas eléctricos en baja tensión, a continuación, se describen:

Laura Rodríguez, en la tesis “PROYECTO ELECTRICO DE UN RESTAURANTE “Describe el cálculo y diseño de los elementos que componen la instalación eléctrica, la climatización y el centro de transformación para el óptimo funcionamiento de un restaurante.

Gripdia Hernández y Kener Sánchez en su tesis “DISEÑO ELECTRICO EN BAJA TENSION DE HOTEL CON SEGUIMIENTO EN MICROSOFT PROYECT” Recopila las bases conceptuales y de cálculo para el diseño eléctrico e ilustra con un caso ejemplo los pasos a seguir de una obra eléctrica utilizando MICROSOFT PROYECT.

Manuel Mazón en la tesis de máster “PROYECTO DE INSTALCION ELECTRICA PARA HOSTAL CON RESTAURANTE Y PUB” Especifica las características y condiciones legales, técnicas y de seguridad de las instalaciones eléctricas de una instalación destinada a Hostal con restaurante y PUB. Para obtener la correspondiente autorización.

Justificación.

El presente proyecto presente la oportunidad de dar solución al problema de origen energético que actualmente presenta el restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega, ya que el edificio donde actualmente esta ubicado el restaurante era una vivienda de origen habitacional y sus propietarios decidieron transformarlo en un restaurante sin realizar cambios en el sistema eléctrico.

El consumo excesivo de los equipos conectados al sistema eléctrico para uso y funcionamiento del restaurante y la falta de mantenimiento han generado desencadenado una serie de accidentes tales como cortocircuitos, equipos de con tarjeta quemada, luces que parpadean, aire acondicionado funcionando de manera parcial, recalentamiento de conductores.

Por lo antes mencionado se requiere proponer un rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias que cumpla con las normativas vigentes y requerimientos energéticos del restaurante

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

Objetivos.

Objetivo general:

- Proponer el diseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega.

Objetivos específicos:

- Efectuar diagnóstico del sistema eléctrico actual del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega.
- Proponer un diseño del sistema eléctrico de acuerdo a normativas CIEN, NEC, IEEE y características de los equipos a utilizar en el restaurante.

5. Marco de referencia.

5.1 Electricidad.

La electricidad es un conjunto de fenómenos físicos referentes a los efectos producidos por las cargas eléctricas tanto en reposo como en movimiento. Fue Benjamín Franklin quien denominó a los dos tipos de cargas, *positiva* y *negativa*; dedujo que cuando una carga se produce, siempre otra de magnitud idéntica, pero de carga opuesta se crearía. La electricidad puede definirse como el movimiento de cargas eléctricas llamadas electrones. Los átomos de la materia contienen electrones, que son partículas con cargas negativas. Los electrones se mueven alrededor del núcleo de su átomo, el cual contiene partículas cargadas positivamente llamadas protones. Normalmente las cargas positivas y las negativas se encuentran en equilibrio en la materia. Cuando los electrones se mueven de su posición normal en los átomos, se observan efectos eléctricos (Grupo CONDUMEX, 2008)

5.2 Instalación eléctrica.

Se llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluye: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones y soportes. (Campero, 1995)

5.2.1 Clasificación de instalaciones eléctricas.

Según (Campero, 1995) las instalaciones eléctricas se clasifican de diferentes formas:

- Nivel de voltaje: De acuerdo con el nivel de voltaje se puede tener los siguientes tipos de instalación:
- Instalación no peligrosa: Cuando su voltaje es igual o menor que 12 voltios.

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

- Instalación de baja tensión: Cuando el voltaje respecto a tierra no excede 750 voltios.
- Instalación de media tensión: Aunque no existen límites precisos, podría considerarse un rango entre 1000 y 15000 voltios.
- Lugar de instalación:
- Instalaciones normales que pueden ser interiores o exteriores.
- Se consideran instalaciones especiales aquellas que se encuentran en áreas con ambientes peligrosos, excesivamente húmedos o con gran cantidad de polvo no combustible.

5.2.2 Código y normas

CIEN (Código de instalaciones eléctricas de Nicaragua).

NEC (National Electrical Code).

IEC (Electrical installations for Buildings).

IEEE (Instituto de ingeniería eléctrica y electrónica)

5.2.3 Potencia demandada por una instalación.

Es la base para el desarrollo de un proyecto de instalaciones eléctricas. Con las potencias de mandadas de cada carga se obtiene una aproximación del comportamiento de la carga total conectada al sistema, tomando en cuenta factores que consideran el uso simultaneo de cada carga y la diversidad de su utilización. (Borjas, 2017).

5.2.4 Demanda máxima y carga instalada.

En una instalación eléctrica la demanda máxima en un instante de tiempo es equivalente a la máxima coincidencia de cargas operando simultáneamente. La carga instalada corresponde a la suma de los valores nominales de consumo de todas las cargas conectadas. En base a este dato se dimensiona los valores nominales de los equipos de protección y los calibres de acometidas o alimentadores. Este valor viene reflejado generalmente en kilovoltios-amperes. (Borjas, 2017).

5.3 Los elementos que constituyen una instalación eléctrica.

Una instalación eléctrica está conformada por diversos accesorios, dispositivos, estructuras, conductores y canalizadores, los cuales juntos proveen de electricidad una carga.

5.3.1 Iluminación interior.

Se pueden definir dos niveles en la iluminación de interiores: local y general. El primero se refiere a las necesidades de luz para tareas específicas que se desarrollan en diferentes puntos del espacio a iluminar. El nivel general corresponde a la iluminación en todas las demás áreas.

Además de definir el nivel de iluminación general se requiere cuidar la colocación de las luminarias de tal forma que se reduzca el deslumbramiento directo o reflejado, o las sombras indeseables. Una vez escogidas las luminarias que se van a utilizar y determinado el nivel de iluminación requerido podría calcularse el número de luminarias necesarias para producir tal iluminación. (Campero, 1995).

5.3.1.1 Cálculo iluminación interior

Según (Campero, 1995) el cálculo por método de los lúmenes se utiliza únicamente para el cálculo de alumbrado en interiores y está basado en la definición de lux, que es igual a un lumen por metro cuadrado. Con la información del fabricante sobre la emisión luminosa inicial de cada lámpara, la cantidad instalada y el área de la zona considerada (en metros cuadrados) puede obtenerse el número de lúmenes por metro cuadrado o luxes:

$$E = \frac{\varphi_e}{S} = \frac{\text{Lumenes emitidos}}{\text{Area en m}^2}$$

5.3.1.2 Determinación del coeficiente de utilización

El coeficiente de utilización es el cociente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo. Este factor toma en cuenta la eficacia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes, techo y suelo. Su fórmula empleada es:

$$RCL = \frac{5H(\text{Ancho} + \text{Largo})}{\text{Ancho} * \text{Largo}}$$

Donde

H= Altura de la cavidad.

(Campero, 1995).

5.3.1.3 Calculo de numero de iluminarias

$$N = \frac{E * S}{\phi * l * CU * FPT}$$

Donde:

N=Número de luminarias o unidades de alumbrado.

E=Iluminación requerida.

S=Superficie.

ϕ =Flujo luminoso por lámpara.

l =Número de lámparas por luminaria.

(Campero, 1995).

5.3.1.4 Determinación del acomodo de las luminarias

Según (Campero, 1995) La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general, de las dimensiones del edificio, del tipo de luminaria y de la ubicación de las tomas de energía existentes.

La Fórmula utilizada es:

$$E_e = \frac{N_e * l * \phi * CU * FTP}{S}$$

donde:

E_e =Iluminación resultante según nueva especificación.

N_e =Número de luminarias de la nueva especificación.

5.3.2 Cálculo de iluminación exterior

5.3.2.1 Método punto por punto para alumbrado de exteriores

Para (Campero, 1995) El método punto por punto (o alguna variante de éste) es indispensable para el cálculo de alumbrado de exteriores; además resulta muy útil para entender el proceso de cálculo de cualquier alumbrado.

Para la aplicación de este método se requiere de la curva fotométrica, que caracteriza a las fuentes de luz. Esta curva proporciona, en forma de gráfica o tabla, la información relativa a la distribución de la luz producida por la unidad de alumbrado o luminaria. En luminarias que tienen una distribución simétrica con respecto al eje vertical que pasa por ellas (consideradas como un punto), resulta suficiente la información de un plano vertical que pase por ese eje, donde se indique la intensidad de luz (en candelas) para haces con diferentes ángulos de apertura (con respecto al eje). En la figura No. 1 Se presenta una figura de la Curva isocandela en plano vertical de una luminaria con distribución luminosa simétrica con respecto al eje vertical. de una luminaria con distribución luminosa simétrica con respecto al eje vertical. (Campero, 1995).

La fórmula empleada en este método es:

$$E_v = \frac{I * \text{sen } \theta}{D^2}$$

Donde:

I =Intensidad luminosa.

D = Distancia a Iluminar.

(Campero, 1995).

5.3.2 Climatización

El cálculo de cargas térmicas es el estudio que se lleva a cabo por profesionales para reconocer las necesidades de climatización de un espacio, independientemente de la finalidad del mismo, es decir, ya sea para el uso familiar, comercial o industrial. (Carrier, 1980).

5.3.2.1 Factores a tener en cuenta en el sistema de climatización

Ubicación del edificio exacta: así como sus características (dimensiones, altura del techo, pared, etcétera). En definitiva, los factores arquitectónicos que podríamos obtener de los planos del sitio.

Orientación del edificio: condiciones exteriores (en función del verano-invierno, condiciones climatológicas y ambientales); condiciones interiores (en función del uso que se le otorgue al local o vivienda).

Área total de vidrio expuesto al exterior: así como su tipología y los marcos utilizados; también es importante conocer otro tipo de materiales constructivos presentes en techo, tabiquería, piso y aquellas superficies en contacto con el exterior. Promedio de personas que podrían encontrarse en este espacio o área.

5.3.2.2 Cargas sensibles y latentes

Para (Carrier, 1980) Las cargas sensibles son:

- Transmisión a través de cerramientos opacos
- Transmisión a través de cerramientos traslúcidos
- Radiación solar
- Ventilación / infiltración de aire
- Ocupación del local
- Iluminación
- Maquinaria

Para (Carrier, 1980) Las cargas latentes son:

- Ventilación / infiltración de aire

5.3.2.3 Calculo de cargas

Según (Carrier, 1980) Las cargas por transmisión a través de cerramientos opacos

La carga térmica por transmisión se calcula como sigue:

$$Q = U.A.DTE$$

Siendo:

Q: carga térmica por transmisión (W)

U: transmitancia térmica del muro (W/m² °C)

A: superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas (m²)

5.3.3 Calibre del conductor eléctrico

5.3.3.1 Capacidad de corriente

La tabla No. 1, contiene la información de la tabla 310.16 del NEC. Donde aparece las ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de 0 a 2000 voltios y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cables o enterrado directamente.

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

CALIBRE AWG/ Kcmil	TEMPERATURA NOMINAL DEL CONDUCTOR (VER TABLA 310-13)						SECCION AWG/ Kcmil
	60° C	75° C	90° C	60° C	75° C	90° C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEP*, MI, RHH*, RHW- 2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	----	----	14	----	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----	----
14	20*	20*	25*	----	----	----	----
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
10	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 30 °C, MULTIPLICAR LAS ANTERIORES CAPACIDADES DE CORRIENTE POR EL CORRESPONDIENTE FACTOR ABAJO INDICADO						
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	
56-60	----	0.58	0.71	----	0.58	0.71	
61-70	----	0.33	0.58	----	0.33	0.58	
71-80	----	----	0.41	----	----	0.41	

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no deben superar los 15 Amperes para el número 14 AWG; 20 Amperes para el número 12 AWG y 30 Amperes para el número 10 AWG, todos de cobre; o 15 Amperes para el número 12 AWG y 25 Amperes para el número 10 AWG de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por la temperatura ambiente y el número de conductores.

Tabla 1 ampacidad permisibles de conductores aislados

Para tensiones nominales de 0 a 2000 voltios y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cables o enterrado directamente. (NFPA., 2017)

5.3.3.2 Caída de tensión

Para (Campero, 1995) Se le llama caída de voltaje a la diferencia que existe entre el voltaje aplicado al extremo alimentador de una instalación y el obtenido en cualquier otro punto de esta. Para su cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$S = \rho \frac{(L)(I)}{(e)(V)} * 100$$

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

donde:

S = Area o sección transversal (conductora) del alimentador en mm² .

ρ = Resistividad específica (volumétrica) del material conductor en ohms * mm² /m

I = Corriente de carga en Amperes.

L = Longitud del alimentador en metros.

e = Caída de voltaje permitida en por ciento.

V = Voltaje aplicado en Volts (normalmente el voltaje nominal).

Según (NFPA., 2017) establece, en la sección 215.2 (A)(3) NOTA N°2 “Los conductores de circuitos alimentadores tal como están definidos en el artículo 100, tendrán un calibre que evite una caída de tensión superior al 3% en la salida más lejana para cargas de fuerza, calefacción, iluminación o cualquier combinación de estas cargas y donde la caída de tensión máxima en ambos circuitos alimentadores y ramales hasta la salida más lejana no supere el 5%, proveerán una eficiencia de funcionamiento razonable”.

5.3.4 Factor de relleno

Para (NFPA., 2017) cuando en una tubería Conduit solo circula un conductor puede abarcar un 53% del diámetro de la tubería, si circulan dos conductores pueden abarcar un 31% del diámetro de las tuberías y para más de dos conductores tiene que abarcar como máximo un 40% del diámetro de la tubería.

5.3.5 Balanceo de paneles

Para (Campero, 1995) normalmente para áreas habitacionales se usan circuitos de 20ª como máximo; en industrias se pueden usar circuitos con cargas múltiples hasta 50ª. Las salidas para usos especiales deben tener su propia alimentación y protección. Es posible que, aunque algunos circuitos queden con muy poca carga convenga tenerlos alimentados por separado (por ejemplo, dos focos de alumbrado en una torre lejana).

De este modo se van decidiendo grupos de carga que constituyen los circuitos del tablero. Después es recomendable establecer un sistema para asignarles un lugar físico en el tablero.

Si se trata de un tablero monofásico se pueden asignar números al azar. Para el caso de tableros bifásicos, se divide la carga en dos, de tal manera que con la combinación de los circuitos se obtenga una diferencia mínima entre las cargas conectadas a cada fase.

Para los tableros trifásicos es común dividir la carga total entre tres para conocer el valor exacto de equilibrio. Después se hacen 3 grupos cuyos circuitos puedan combinarse para que las sumatorias respectivas sean lo más cercano al valor de equilibrio. El desbalanceo entre las 3 fases debe ser menor a 5%, y se calcula con la siguiente relación:

$$\frac{S_M - S_m}{S_p} * 100 < 5\% \quad \text{En donde:}$$

S_M = Voltamperes de la fase más cargada.

S_m = Voltamperes de la fase menos cargada.

S_p = Voltamperes de la fase promedio (carga total entre tres).

5.3.6 Calculo para interruptor termomagnético

Ecuación para cargas resistivas:

$$I_p = I_n * 1.25$$

Ecuación para cargas capacitivas:

$$I_p = I_n * 2 \quad \text{Donde:}$$

I_p = Corriente de protección.

I_n = Corriente nominal.

5.3.7 Electrodo de puesta a tierra

Según (CNNE, 1995) una o más partes conductoras (generalmente varillas, tubos o placas) enterradas en el suelo con el propósito de hacer contacto eléctrico firme con la masa de la tierra del lugar.

5.3.7.1 Calculo de electrodo de puesta a tierra

Para (Campero, 1995) la ecuación para el cálculo del electrodo de puesta a tierra mediante la resistencia a tierra es:

$$R = \frac{\rho}{2\pi * L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \quad \text{Donde:}$$

R = Resistencia a tierra en ohms (O).

ρ = Resistividad específica del suelo en ohms x cm (O· cm).

a = Radio de la varilla.

L = longitud de la varilla.

5.3.7.2 Conductores de puesta a tierra

El (NFPA., 2017) en su artículo 250.122 se establecen los calibres mínimos de los conductores de puesta a tierra de equipos y canalizaciones en circuitos ramales. En la tabla 2 se muestra los valores antes mencionados.

Valor nominal o ajuste de dispositivos automáticos contra sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conduit, etc., sin exceder de (Amperios):	Calibre (AWG o Kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre*
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1,000	2/0	4/0
1,200	3/0	250
1,600	4/0	350
2,000	250	400
2,500	350	600
3,000	400	600
4,000	500	800
5,000	700	1,200
6,000	800	1,200

Nota: Cuando sea necesario cumplir con la sección 250.4 (A) (5) o (B) (4), el conductor de puesta a tierra del equipo debe ser dimensionado con un calibre mayor que el dado en esta Tabla.

* Véanse las restricciones de instalación en la sección 250.120.

Tabla 2 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra. (NFPA., 2017).

5.3.8 Transformador

El transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido. En instalaciones grandes (o complejas) pueden necesitarse varios niveles de voltajes, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones). Por otra parte, pueden existir instalaciones cuyo voltaje sea el mismo que tiene la acometida y por lo tanto no requieran de transformador. (Campero, 1995).

5.3.8.1 Determinar la carga del transformador

Para (Campero, 1995) La eficiencia del transformador está en función de la carga que tiene conectada (curva característica de eficiencia). Si un transformador está permanentemente conectado a la red, habrá un consumo permanente de energía equivalente a sus pérdidas en vacío (especificadas por el fabricante). Para el calculo del transformador se utilizará la fórmula de la potencia aparente;

$$S = \left[\frac{\text{Voltaje} * \text{Corriente}}{1000} \right]$$

Donde:

S =Potencia aparente

5.3.8.2 Determinar el fusible del transformador

Para (Campero, 1995) Funciona de protección del transformador cuando ocurre una mayor demanda de corriente debido a sobrecargas.

Para calcular el fusible se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Corriente con la red de media tensión} = \frac{\text{Potencia aparente}}{\text{Voltaje de la red}}$$

6. Hipótesis y variables

La utilización de tecnologías y medidas de ahorro de energía en el diseño del sistema eléctrico de un restaurante contribuye a la sostenibilidad y al cuidado del medio ambiente.

- Pertinencia de la información.
- Funcionalidad de la información.
- Adecuación de la información.
- Parámetros técnicos de interés (voltaje, corriente, normas de construcción eléctricas).

7. Diseño metodológico

El diseño metodológico de una investigación se refiere al conjunto de técnicas y procedimientos específicos que se consideran apropiados para la recopilación y análisis de la información necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación. En el caso de este proyecto los procedimientos y técnicas específicas seleccionadas son las siguientes:

7.1 Tipo de investigación

El enfoque de esta investigación es descriptivo, ya el instrumento de recolección comprende de variables cualitativas (revisión de documentos y bibliografía) que permitirán la obtención de información de una manera más completa y precisa.

7.2 Área de estudio

Área de diseño de sistemas eléctricos.

7.3 Fuente de información

Se utilizará fuentes secundarias de información, para la obtención de información que ya se encuentra elaborada por diferentes investigadores, de las cuales se tomarán los datos útiles para el desarrollo de nuestra investigación. La revisión bibliografía se centrará en las siguientes áreas:

- Diseño de sistemas eléctricos en baja tensión.
- Normativas de instalaciones eléctricas.
- Cálculo de climatización.

7.4 Técnica de recolección y análisis de información

Para determinar la carga total demandada del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega, se realizará un censo de carga mediante la recolección de información de cada uno de los aparatos que serán utilizados en el restaurante. El censo de carga se realizará por medio de la siguiente tabla:

Ubicación	cantidad	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Potencia T. (W)	Horas uso	Demanda al día (KWH)
TOTAL							

Tabla 3 para levantamiento de censo de carga.

Para el cálculo y selección del alumbrado se realizan por medio de los conceptos y formulas expresadas en el libro de instalaciones eléctricas: conceptos básicos y diseño. Las fórmulas a utilizar serán las siguientes:

Cálculo de iluminación interior:

$$E = \frac{\phi_e}{S} = \frac{\text{Lumenes emitidos}}{\text{Area en m}^2}$$

Cálculo del coeficiente de utilización:

$$RCL = \frac{5H(\text{Ancho} + \text{Largo})}{\text{Ancho} * \text{Largo}}$$

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

Cálculo de numero de luminarias:

$$N = \frac{E * S}{\phi * l * CU * FPT}$$

Cálculo del acomodo de luminarias:

$$E_e = \frac{N_e * l * \phi * CU * FTP}{S}$$

Para realizar el cálculo de iluminación exterior se utiliza el método punto por punto en el cual se emplea la figura No.1.

La fórmula para utilizar es:

$$E_v = \frac{I * \sin \theta}{D^2}$$

Para la memoria de cálculo de iluminación, se realizará una tabla en donde se plasmarán los parámetros más importantes para el cálculo de las luminarias y el resultado de los cálculos.

CENSO DE CARGA DEL RESTAURANTE										
UBICACIÓN	Area (m2)	USO ENERGETICO	CANTIDAD	MARCA	MODELO	DESCRIPCION	VOLTAJE(V)	MAGNITUDES ELECTRICAS		
								CORRIENTE(A)	POTENCIA(W)	POT.TOTAL (KW)
Caja	11.4	Iluminación	10	PHILIPS	T8 PLUS	Lamparas fluorescentes T8	120	2.666	32	0.32
		Balastro	5	PHILIPS	RESIDENCIAL	Balastro electronico 2X32 W T8	120	2.125	51	0.255
		Eq. ofimático	2	DELL	Optiplex 3020	Computadora escritorio	120	12.76	510	0.51
		Eq. ofimático	2	TRIPPLITE	AVR750U	Bateria UPS	115	7.82	900	0.9
		Eq. ofimático	2	DELL	Optiplex 3020	Procesador	120	4.2	168	0.168
		Eq. ofimático	1	TOSHIBA	e-studio 2822 AM	Impresora	120	12.5	1500	1.5
		Climatización	3	CONFORT STAR	CPP060DC(0)-DU*	Unidad condensadora	240	52.5	4200	12.6
		Climatización	3	CONFORT STAR	FPA-60DU(54kbtu)	Aire acondicionado	240	6	480	1.44
		Iluminación	8	PHILIPS	T12 PRO SYLVANIA	Lampara fluorescente T12	120	4	60	0.48
		Balastro	4	PHILIPS	T12 compatible con slimline t8	Balastro electronico 2X60 W t8	120	2.73	82	0.328
Café y repostería #1	14.4	Electrodoméstico	1	OSTER	M261-13	Batidora manual	120	5.42	325	0.325
		Electrodoméstico	1	BFC	Delux automatico	Cafetera	220	22.6	4700	4.7
		Eq. ofimático	1	TRIPPLITE	AVR750U	UPS	115	3.91	450	0.45
		Eq. ofimático	1	DELL	Optiplex 3020	Computadora escritorio	120	6.38	255	0.255
		Eq. ofimático	1	DELL	Optiplex 3020	Procesador	120	2.1	84	0.084
		Climatización	5	CONFORT STAR	FPA-48DU*	Aire acondicionado	240	10	480	2.4
		Climatización	5	CONFORT STAR	CPP048DC(0)-DU*	Unidad condensadora	240	65	3120	15.6
Café y repostería #2	13.4	Iluminación	8	PHILIPS	T12 PRO SYLVANIA	Lampara fluorescente T12	120	4	60	0.48
		Balastro	4	PHILIPS	T12 compatible con slimline T8	Balastro electronico 2X60 W T8	120	2.73	82	0.328
		Electrodoméstico	1	BFC	Delux automatico	cafetera	220	22.6	4700	4.7
		Eq. ofimático	1	TRIPPLITE	AVR750U	Bateria UPS	115	3.91	900	0.9
		Eq. ofimático	1	DELL	Optiplex 3020	Computadora escritorio	120	6.38	255	0.255
		Eq. ofimático	1	DELL	Optiplex 3020	Procesador	120	2.1	84	0.084
		Iluminación	40	PHILIPS	T8 PLUS	Lamparas fluorescentes T8	120	8.33	25	1
Comedor compartido	167.86	Balastro	20	PHILIPS	CENTRUM	Balastro electronico 2X25 W T8	120	8.5	51	1.02
		Electrodoméstico	1	SAMSUNG	UN43TU7000P	Tv 43"	120	2.17	130	0.13
		Electrodoméstico	1	SONY	BDV-E2102	Teatro en casa	120	8.33	1000	1
		Climatización	5	CONFORT STAR	CPP036DC(0)-DU*	Unidad condensadora	240	65	3120	15.6
		Climatización	5	CONFORT STAR	FPA-36DU*	Aire acondicionado	240	10	480	2.4

Tabla 4 de memoria de cálculo de iluminación.

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

Se realizará el cálculo de climatización a partir de las cargas térmicas de transmisión por cerramientos opacos.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$Q = U.A.DTE$$

Para la selección de conductores se tomará en cuenta la caída de tensión y el amperaje que circulará por dicho conductor de esta misma manera se realiza para el cálculo de las acometidas.

Formula de caída de tensión:

$$S = \rho \frac{(L)(I)}{(e)(V)} * 100$$

Para expresar los datos obtenidos para el cálculo de los conductores se empleará la siguiente tabla;

Cálculo de Caídas de Tensión Panel #1												
N° de CKTO	Descripción	Ubicación	Conductor	Tipo de Ckto	Tipo de ducto	Tension (v)	Longitud (m)	Calibre (AWG)	Sección (mm2)	Potencia(w)	Voltaje Final	Caída de Tensión (e%)
9	1 Toma de uso particular para impresora	Caja	THHN	Monofásico	PVC	120	6.96	12	3.31	1500	118.956	0.87
11	2 Tomas corriente de uso particular para Equipo Ofimático	Caja	THHN	Monofásico	PVC	120	5.46	10	5.26	1578	119.46	0.45
13_15	1 Toma de uso particular para Cafetera	Cafe y reposteria #1	THHN	Monofásico	PVC	220	13.3	10	5.26	4700	217.844	0.98
21	1 Toma de uso particular para equipo ofimático	Cafe y reposteria #1	THHN	Monofásico	PVC	120	9.13	12	3.31	789	119.28	0.6
10_12	1 Toma de uso particular para Cafetera	Cafe y reposteria #2	THHN	Monofásico	PVC	220	22.55	10	5.26	4700	216.348	1.66
14	1 Toma de uso particular para equipo ofimático	Cafe y reposteria #2	THHN	Monofásico	PVC	120	18.22	12	3.31	789	118.56	1.2
16	1 Tomas corriente de uso particular para Equipo Ofimático	Bar #1	THHN	Monofásico	PVC	120	31.75	12	3.31	789	117.48	2.1
17_19	Alimentacion del Sub panel #1	Panel Gen. #1 al Sub Panel #1	THHN	Monofásico	PVC	220	41.95	4/0	107.2	30766.4	217.82	0.99
18_20	Alimentacion del Sub panel #3	Panel Gen. #1 al Sub Panel #3	THHN	Monofásico	PVC	220	3.44	12	3.31	574.2	219.89	0.05

Tabla 5 para la memoria de cálculo de los conductores eléctricos.

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

Para las protecciones de los circuitos derivados de los tableros se utiliza la siguiente formula: Ecuación para cargas resistivas:

$$I_p = I_n * 1.25$$

Ecuación para cargas capacitivas:

$$I_p = I_n * 2$$

Para expresar la memoria de cálculo de los dispositivos de protección se utilizará la siguiente tabla:

CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO				
PANELES	AREAS	CARGAS	CANTIDAD	CONSUMO(A)
Panel general #1, 30 espacios monofásico 120/240V, 400 A(EATON)	Caja	Lámpara	10	4.791
		Balastro	5	
	Café y Repostería 1 y 2	Lámpara	16	13.46
		Balastro	8	
	Comedor Compartido Sección-1	Lámpara	24	10.1
		Balastro	12	
	Zona de Juegos	Lámpara	12	5.75
		Balastro	6	
	Comedor Compartido Sección-2	Lámpara	18	7.57
		Balastro	9	
	Bar y Restaurante 1 y 2	Lámpara	16	7.2
		Balastro	8	
Sub-Panel de distribución #1, 30 espacios monofásico 120/240, 250 A (EATON)	S.F	Lámpara	8	3.83
		Balastro	4	
	S.M	Lámpara	8	3.36
		Balastro	4	
	Oficina	Lámpara	12	10.10
		Balastro	6	
	Vestidor	Lámpara	12	5.75
		Balastro	6	
	Comedor Restaurante	Lámpara	20	8.41
		Balastro	10	
	Almacen de Bebidas y Secos	Lámpara	8	3.83
		Balastro	4	
Sub-Panel de distribución #3, 2 espacios monofásico 120/240, 50 A (EATON)	Iluminación de Área de Congelación	Lámpara	8	3.36
		Balastro	4	
	Iluminación de Cocina	Lámpara	16	13.46
		Balastro	8	
	Iluminación de Estacionamiento	Iluminación	4	5.28
		Balastro	2	

Tabla 6 para la memoria de cálculo de las protecciones eléctricas.

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

Para realizar el balance de carga en los tableros se empleará la siguiente formula:

$$\frac{S_M - S_m}{S_p} * 100 < 5\%$$

Para presentar el balanceo de los paneles de distribución se utilizara la siguiente tabla;

PANEL #01				TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DATON																			
NÚMERO DE FASES	2	UNIDAD VIVIDA	500 MCM	THHN	VOLTAGE			480	CÓDIGO DE COLORES			A	NEUTRO	FASE A	BALANCE DE CARGA TOTAL INSTANTANEA								
NÚMERO DE POLOS	4	RENDIMIENTO	500 MCM	THHN	CAPACIDAD DE LAS BARRAS			400	POTENCIA TOTAL EN KW			N	BLANCO	FASE B	250.13	250.401	FASE B						
NÚMERO DE POLOS	30	TUBERÍA	500 MCM	THHN	INTERUPCIÓN PRINCIPAL			400	POTENCIA TOTAL EN KW			62.23382	N	BLANCO	FASE A	250.13	250.401	FASE B					
DESCRIPCIÓN		ZONA DE CARGA																					
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO		CONDUCTOR	CABLE	TIPO	BREAVER			Nº CÍRCULOS	KW	A	B	POTENCIA TOTAL EN KW			TIPO	CABLE	CONDUCTOR	DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO					
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO		CONDUCTOR	CABLE	TIPO	TIPO	POLOS	Area	Nº CÍRCULOS	KW	A	B	TIPO	POLOS	Area	TIPO	CABLE	CONDUCTOR	DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO					
Iluminación Comedor Compartido Sección 1		PVC 1/2"	12	THHN	CHF115	1	15	1	1.212	10.1		7.57		0.9084	2	CHF115	1	15	THHN	12	PVC 1/2"	Iluminación Comedor Compartido Sección 2	
Iluminación de Área de Caja		PVC 1/2"	12	THHN	CHF115	1	15	3	0.57492		4.791	13.46		1.6152	4	CHF115	1	20	THHN	12	PVC 1/2"	Iluminación de Café y Repostería 1 y 2	
Iluminación de Bar 1 y 2		PVC 1/2"	10	THHN	CHF115	1	15	5	0.864	7.2		3.83		0.4596	6	CHF115	1	15	THHN	12	PVC 1/2"	Iluminación de S.F	
Iluminación de Zona de Juegos		PVC 1/2"	12	THHN	CHF115	1	15	7	0.69		5.75	3.36		0.4032	8	CHF115	1	15	THHN	12	PVC 1/2"	Iluminación de S.M	
1 Toma de uso particular para impresora-Caja		PVC 1/2"	12	THHN	CHF130	1	30	9	1.5	12.5		22.6		2.712	10	CHF150	2	50	THHN	10	PVC 1/2"	1 Toma de uso particular para Caletera-Café y Repostería 2	
2 Tomas corriente de uso particular para Equipo Olímico-Caja		PVC 1/2"	10	THHN	CHF130	1	30	11	2.9736		24.78	22.6		2.712	12	CHF150	2	50	THHN	10	PVC 1/2"	1 Toma de uso particular para Caletera-Café y Repostería 2	
1 Toma de uso particular para Caletera-Café y Repostería 1		PVC 1/2"	10	THHN	CHF250	2	50	13	2.712	22.6		12.39		1.4868	14	CHF115	1	15	THHN	12	PVC 1/2"	1 Toma de uso particular para equipo olímico-Café y Repostería 2	
1 Toma de uso particular para Caletera-Café y Repostería 2		PVC 1/2"	10	THHN	CHF250	2	50	15	2.712		22.6	12.39		1.4868	16	CHF115	1	15	THHN	12	PVC 1/2"	1 Toma de uso particular para equipo olímico-Bar #1	
SUB-PANEL #1 FASE R		PVC 1-1/2"	30.	THHN	CHF150	2	150	17	17.3476	143.73		5.28		0.6336	18	CHF215	2	15	THHN	12	PVC 1/2"	SUB-PANEL #3 FASE R	
SUB-PANEL #1 FASE S		PVC 1-1/2"	30.	THHN	CHF150	2	150	19	17.2068		143.39	5.28		0.6336	20	CHF215	2	15	THHN	12	PVC 1/2"	SUB-PANEL #3 FASE S	
1 Toma de uso particular para equipo olímico-Café y Repostería 1		PVC 1/2"	12	THHN	CHF115	1	15	21	1.4868	12.39					22								Espacio de Reserva
Espacio de Reserva								23							24								Espacio de Reserva
Espacio de Reserva								25							26								Espacio de Reserva
Espacio de Reserva								27							28								Espacio de Reserva
Espacio de Reserva								29							30								Espacio de Reserva

Tabla 7 de balanceo de tableros de distribución.

Para la selección de tuberías se realizará por medio del factor de relleno el cual menciona que cuando en una tubería Conduit solo circula un conductor puede abarcar un 53% del diámetro de la tubería, si circulan dos conductores pueden abarcar un 31% del diámetro de las tuberías y para más de dos conductores tiene que abarcar como máximo un 40% del diámetro de la tubería.

Para la selección del transformador se utiliza la siguiente formula:

$$S = \left[\frac{\text{Voltaje} * \text{Corriente}}{1000} \right]$$

Determinar el fusible del transformador mediante esta fórmula:

$$\text{Corriente con la red de media tensión} = \frac{\text{Potencia aparente}}{\text{Voltaje de la red}}$$

8. Resultados

8.1 Memoria descriptiva y Características del diseño

El presente proyecto nace de la necesidad de restaurante las delicias de solucionar problemas de origen energético en sus instalaciones, ya que el edificio donde actualmente esta el restaurante era una vivienda de uso habitacional a la cual no se realizó ninguna modificación en su sistema eléctrico para albergar todo el equipamiento que requería el restaurante

Se pretende realizar el rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega, para cuando se ejecuten las obras del restaurante el restaurante tenga una guía de descripciones y pauta a seguir, las cuales serán de riguroso cumplimiento. Teniendo en cuenta siempre que la instalación se realizará con los materiales y equipos que ofrezcan una mayor eficiencia y calidad n ele sistema eléctrico. El restaurante consta de una sola planta y tiene 3 salas para capacitaciones, 4 oficinas generales, 1 comedor, 1 sala para proyectos, 1 bodega, 2 servicios higiénicos, y 1 área de parqueo.

8.2 Diseño de iluminación

La iluminación es aspecto crucial en cualquier edificio comercial, ya que puede afectar la productividad, el bienestar de los trabajadores, la seguridad y el consumo energético. Los cálculos luminotécnicos son herramientas importantes para diseñar y optimizar la iluminación en edificios comerciales, con el objetivo de proporcionar niveles adecuados de iluminación en diferentes áreas, reducir el consumo de energía y cumplir con las normativas y estándares de iluminación

Los objetivos de los cálculos luminotécnicos para edificios comerciales pueden variar según el tipo de edificio, su uso y la normativa local.

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

- Garantizar niveles adecuados de iluminación en todas las áreas del edificio teniendo en cuenta factores como la actividad realizada, tipo de espacio y edad de los ocupantes
- Optimizar el consumo de energía y reducir los costos de iluminación mediante el uso de tecnologías y diseños eficientes
- Cumplir con las normativas y estándares de iluminación, seguridad y eficiencia energética
- Crear un ambiente agradable y seguro para los colaboradores
- Asegurar que la iluminación no cause fatiga visual, deslumbramiento, contrastes excesivos, así como que no afecte negativamente la calidad del aire interior, la acústica o el diseño arquitectónico del edificio

8.3 Levantamiento del plano en AutoCAD



Figura 1 Plano actual en auto cad

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

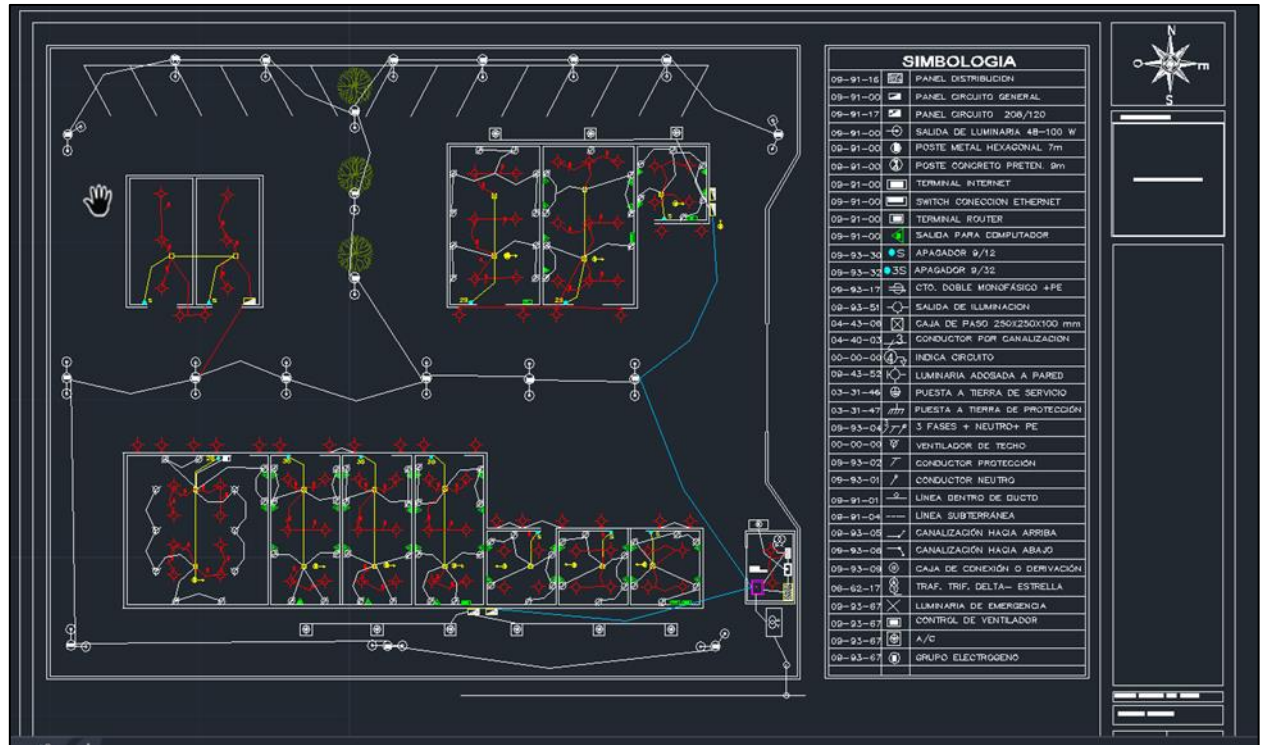


Figura 2 Plano de conexiones actualizado

8.4 Normativas eléctricas de iluminación consultadas para la toma de criterios de diseño

- ✓ ANSI/IESNA RP-8-00 (2000) American National Standard Practice for Roadway Lighting
- ✓ Proyecto Tipo de Distribución Disnorte-Dissur
- ✓ Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua (CIEN)

8.5 Iluminaciones interiores

8.5.1 Dimensionado

Los cálculos fueron realizados mediante hoja de cálculo Excel para facilitar el proceso de cálculo para cada ambiente

N°	Descripción del Ambiente	Luxes requeridos (recomendación por normativa)
01	Sala De Conferencia 1	500
02	Sala De Conferencia 2	500
03	Sala De Conferencia 3	500
04	Comedor	200
05	Bodega	300
06	Oficinas	500
07	Proyectos	500
08	Baños 1	100

Tabla 8 Descripción del ambiente

Iluminación interior								
Ítem	características	Φluminl (m)	Tipo de luminaria	Consumo w	Tensión V	L.O.R		
1	RC461B LED34S/940 SRD W30L120 VPC IA4PIP	4000	Montaje Adosable	30	2M40	1		
2	SP342P PSD L1500 1 x60S/930 MLO	6000	Montaje suspendido	61	240	1		
3	DN140B WIA-E D216 1 xLED20S/840 WR	2200	Montaje adosable	21	240	1		

Tabla 9.1 Iluminación interior

8.5.2 Procedimiento de cálculo

Cálculo del coeficiente de utilización (Cu) Relación de cavidad de Local o coeficiente de índice local (RLC o K)

$$RCL = \frac{5H(b+a)}{(b*a)} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$K = \frac{b*a}{h(a+b)} \quad \text{Ecuación 2} \quad \text{Donde:}$$

- H: altura de la cavidad del local (diferencia entre altura del local y el plano de trabajo)
- a: ancho de local
- b: largo de local

8.5.3 Coeficiente de reflexión del ambiente

Estos valores se estiman mediante tabla según el tipo de acabados en el local, de los cuales está clasificada por: acabados claros, medios, y bajos

COEFICIENTE DE REFLEXIÓN DE DIVERSOS COLORES			
Superficie	Clase	Color	Coeficiente de Reflexión
Pintada	Muy Clara	BLANCO	0.81
		MARFIL	0.79
		CREMA	0.74
		VERDE	0.63
Pintada	Bastante Clara	AZUL	0.58
		GRIS	0.58
		CAFÉ	0.48

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

Pintada	Clara	ROBLE CLARO	0.32
		GRIS 2	0.26
		NATURAL	0.25

Tabla 9.2 Coeficiente de colores

Posterior el valor se determina a partir de tabla de factor de utilización proporcionada por el fabricante según sea el tipo de luminaria escogida para el diseño. Los parámetros a utilizar son: Índice de cavidad de local y Factor reflexión

8.5.4 Factor de mantenimiento (Fm)

Es coeficiente que indica el grado de suciedad que se puede acumular en el ambiente se pueden diferenciar en ambientes muy limpio con un periodo de mantenimiento en intervalo de hasta 3 años y ambientes muy sucios que requieren periodos más cortos de mantenimiento para evitar el bajo niveles de luminosidad debido a la suciedad

Recomendación Particulado por tipo de Ambiente y Limpieza					
Ambiente		Alcance	Limpieza	Ensuciamiento (F_e)	
				IP≤65	IP>65
I	Poco polucionado (Particulado <80 µg/m³)	No existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía. Tráfico ligero, áreas residenciales o rurales	Cada 36 meses	0,91	0,95
II	Medianamente polucionado (Particulado 80-150 µg/m³)	Existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía. Tráfico pesado, limitado a áreas residenciales e industrias ligeras.	Cada 24 meses	0,89	0,93
III	Muy polucionado (Particulado 150-400µg/m³)	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía. Áreas industriales.	Cada 12 meses	0,87	0,91
IV	Excesivamente polucionados (Particulado > 400 µg/m³)	Como la categoría anterior, pero las instalaciones están envueltas en humo y polvo. Áreas altamente industriales.	Entre 3 y 6 meses	0,85	0,90

Tabla 10 Factor de mantenimiento

8.5.5 Flujo Luminoso (Φ) total necesario para el Local

$$\Phi t = \frac{E * S}{Cu * Fm} \quad \text{Ecuación 3 Donde:}$$

- E: luxes requeridos según sea el ambiente a diseñar
- S: superficie del ambiente a diseñar
- Cu: coeficiente de Utilización
- Fm: factor de mantenimiento

8.5.6 Factores de ponderación por categoría de ambientes

Estos factores están relacionados a dar un valor de peso a rangos de criterios de selección al momento de diseñar ambientes de iluminación y está directamente relacionado con los niveles de luxes necesarios normados.

FACTORES DE PONDERACIÓN PARA CATEGORÍAS " A "HASTA "C "					
Características del Recinto y Ocupantes			Factor de Ponderación		
			-1	0	1
Edad de los Ocupantes (años)			< 40	40	55
Grado de reflexión de la superficie del Recinto (%)			> 70	30	70
FACTORES DE PONDERACIÓN PARA CATEGORÍAS " D "HASTA "H "					
Características de la Tarea y el Trabajador			Factor de Ponderación		
			-1	0	1
Edad de los Trabajadores (años)			< 40	40	55

Velocidad y/o Precisión del Trabajador.		No Importante	Importante		Crítico
Grado de reflexión sobre la superficie en que se realiza la tarea (%)		> 70	30	70	< 30

Tabla 11 Factores de ponderación por categoría

8.5.7 Luxes requeridos según el ambiente

Es un factor de recomendación de niveles mínimos y máximos para iluminancia según el ambiente, la selección del mismo está en dependencia de las características técnicas que se tomen al momento de diseñar, es decir que está en función del tipo de categoría asignada al ambiente así como la edad de los que van a estar realizando una determinada actividad: en esencia nos permite dar peso al momento de tomar decisión que niveles son los más óptimos para la debida ergonomidad y eficiencia de operación.

8.5.8 NIVEL DE ILUMINACIÓN (E)					
Tipo de Actividad		Categoría	Iluminación (Lux)		
Espacios públicos con alrededores oscuros		A	20	30	50
Simple orientación para visitas de cortas temporadas		B	50	75	100
Recintos de trabajo donde las tareas visuales son realizadas ocasionalmente.		C	100	150	200
Realización de tareas visuales de gran contraste		D	200	300	500
O de gran tamaño.					
Realización de tareas visuales de contraste medio		E	500	750	1000
O tamaño pequeño.					
Realización de tareas visuales de bajo contraste		F	1000	1500	2000
O tamaño muy pequeño.					
Realización de tareas visuales de bajo contraste o tamaño muy pequeño, a través de un periodo prolongado.		G	2000	3000	5000
Realización de tareas visuales muy prolongadas y exactas.		H	5000	7500	10000

Tabla 12 Nivel de iluminación

8.5.9 Cálculo de luminarias Requeridas

$$N = \frac{\Phi_t}{n * \Phi_l} \text{ Ecuación 4} \quad \text{Donde:}$$

- N: cantidad de luminarias
- Φ_t : flujo total de lúmenes requeridos
- n: número de Lámparas por luminarias
- Φ_l : flujo lumínico por lámpara

8.6 Disposición o emplazamiento de Luminarias

Disposición a lo ancho

$$Na = \sqrt{\frac{N}{b} * a} \text{ Ecuación 5}$$

8.6.1 Disposición a lo largo

$$Nb = Na \left(\frac{b}{a} \right) \text{ Ecuación 6} \quad \text{Donde:}$$

- N: cantidad de luminarias
- Na: cantidad de luminarias a lo ancho
- Nb: cantidad de luminarias a lo largo
- a: ancho
- b: largo

8.6.2 Resumen de cálculo para un ambiente característico

Resumen de calculo							
Local	Sala de conferencia						
Datos							
Largo (b):	9.50 m	Coeficientes característicos	Piso	20%	Características de la luminaria	Consumo	30w
Ancho (a):	4.70 m		Pared	50%		Lúmenes	4000
Altura (h):	2.60 m		Techo	80%		# luminarias	8
Altura del Plano de trabajo	0.75 m		Tipo de Montaje	Empotrado		# lámparas	8
Luxes requeridos	500		Fact. Mant.	0.8		# lámparas por luminaria	1

Tabla 13 Resumen de cálculos

8.6.3 Iluminaciones exteriores

Instalaciones de alumbrado exterior

Toda fuente luminosa, por reflexión directa o indirecta sobre la calzada, genera una mancha brillante cuyo aspecto depende de ciertos factores:

- Naturaleza del pavimento de la vía (claro u oscuro)
- Estado físico del pavimento (rugoso, pulido, seco, mojado)
- La forma como la luminaria reparte el flujo luminoso
- Altura de ubicación distancia con relación al observador
- Naturaleza e intensidad de la fuente luminosa

Por tanto, las técnicas de iluminación consisten en coordinar los diferentes factores que están bajo su dependencia y poder lograr una luminancia uniforme. Por ejemplo: para niveles bajo de iluminación y de luminancia generalmente usadas en alumbrado públicos, la percepción de obstáculos se hace generalmente por efecto silueta de tal manera que el objeto se contrasta en silueta negra sobre el fondo del pavimento iluminado

8.6.4 Nivel de iluminación y de luminancia

Esto solo da una indicación de la cantidad de luz incidente sobre la calzada de la vía , El nivel de luminancia debe ser suficiente para permitir al vehículo ver fácilmente el obstáculo situado sobre la vía de tal forma que la luminancia es de interés para vías de circulación vehicular donde se circula a gran velocidad. En consecuencia, la luminancia no es un factor de peso cuando se trata de vías secundarias donde está dedicada a peatones debido a que la visión debido al efecto silueta se hace menos que por iluminación directa debido a esto, la iluminación tanto para calzadas y sus alrededores debe ser suficiente para crear un ambiente luminoso elevado.

8.6.5 Uniformidad de luminancia y de iluminación

Es importante que la repartición de las luminarias sea suficientemente uniforme

8.6.6 Localización de las luminarias

✓ Altura de luminarias:

Se define como la altura del centro geométrico de la luminaria por encima del nivel de la calzada. en la práctica las características fotométricas requeridas, las condiciones de mantenimiento, facilidades de operación, en general se recomienda que para alumbrado de carreteras y calles sea entre 7 y 12 metros, para alumbrado de luminarias suspendidas en centro de vía sea como mínimo 8 metros. En ciertos casos se recurren a luminarias potentes colocadas a mayor altura (12 a 15 metros) esto para reducir el número de postes. Sin embargo, se requiere mantenimiento especial; para iluminación donde se utilizan faroles verticales se recomienda altura de 3 a 6 metros

8.6.7 Interdistancia entre luminarias

La Interdistancia entre luminarias “D” es la distancia comprendida entre dos luminarias sucesivas medidas según el eje de la vía, este intervalo está condicionado por la altura “H” adoptada

8.8 Relación D/H

La relación entre la distancia y la altura de la luminaria, es primordial para la uniformidad de la iluminación cuanto más pequeña es esta relación mayor será la uniformidad de la iluminación

Tipos de disposiciones : Unilateral, Bilateral en oposición, Bilateral alternada , Central sencilla, Central doble, Axial

8.8.1 Curvas isocandelas

Indica los puntos en el plano de la vía que tienen igual nivel de iluminación, es una serie de curvas trazadas sobre un dibujo realizado a una escala propia. Estas curvas convencionalmente se han trazado considerando a la luminaria instalada a un metro del suelo y 1000 lúmenes. Por tanto, se tiene que referir a las dimensiones características de la instalación a dicha altura.

8.8.2 Elección de los puntos de cálculos

Por medio de las curvas isolux o también la curvas isocandelas es posible determinar el valor de la iluminación en cualquier punto de la calzada. Pero, por razones prácticas conviene considerar cierto número de estos por ejemplo se establece 9 puntos característicos que corresponde a un área repetitiva (parte de la calzada los cuales dichos puntos se repiten a los fines de alumbrados)

Por simetría el área repetitiva está constituida por la mitad de la separación (d/2), es decir los valores se repiten a derecha e izquierda del soporte o mástil. Sin embargo, algunos puntos caen sobre el borde de la calzada, estos son los más significativos para el grado de uniformidad de la iluminación ($U = E_{min}/E_{max}$), incluso entre ellos se encuentran los valores máximos y mínimos de iluminación.

8.8.3 Determinación de los valores de iluminación

Las curvas isolux trazan para una instalación ficticia, altura de suspensión de 1 metro sobre el suelo, un flujo luminoso de 1000 lm. Cabe resaltar que el ángulo no ha sido modificado tanto para una instalación real como para la ficticia

La fórmula general que determina la iluminación horizontal en un punto cualquiera ya sea para “h” ficticia o para “h” real es:

$$Eh = \frac{Ia \cdot \cos^3 a}{h^2} \text{ Ecuación 7}$$

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

$$\bullet \quad E_{1m} = \frac{Ia \cos^3 a}{1^2}$$

Haciendo relación tendremos:

$$Eh * h^2 = I \cos^3 a = E_{1m} 1^2; \text{ entonces } E_{1m} = Eh * h^2 \text{ se}$$

Se puede deducir que: la iluminación E_h por la altura efectiva “h” en un punto cualquiera o el valor de iluminación media real se puede derivar de los valores de iluminación E_{1m} representado en las curvas isolux

$$E_m = \frac{E_{1m}}{h^2} \quad \text{Ecuación 8}$$

En consecuencia, como los valores correspondientes a E_{1m} es determinado en función de un flujo Φ equivalente de 1000 lm entonces si el flujo emitido por la lámpara es Φ_L ; el valor E_h se tendrá que referir a $\Phi_L/1000$ lm, la formula nos quedaría:

$$E_{real} = \frac{E_{1m} * \Phi_L}{1000 h^2} \quad \text{Ecuación 9}$$

8.8.4 Evaluación de la iluminación media (E_m)

Se obtiene como media aritmética de los valores de iluminación en los 9 puntos

$$E_m = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 + E_9}{9} \quad \text{Ecuación 10}$$

Si tomamos en cuenta la sumatoria de las superficies unitarias repetitivas S. la iluminación media del área repetitiva se deduce de la relación $E_m = \Phi/S$, donde Φ es flujo proyectado sobre la superficie S, por tanto: $\Phi_1 = E_1 * S_1$; $\Phi_2 = E_2 * S_2$etc.

Basado en la subdivisión de los 9 puntos resulta que la superficie correspondiente a los puntos 1-3-7-9 tienen un área que es la mitad de la de los puntos 2-4-6-8 y un cuarto de la central dentro de la cual se ha colocado el punto 5, entonces si consideramos las áreas por separado tendremos:

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

$$Em = \frac{E1S1 + E2S2 + E3S3 + E4S4 + E5S5 + E6S6 + E7S7 + E8S8 + E9S9}{S1 + S2 + S3 + S4 + S5 + S6 + S7 + S8 + S9}$$

Si tomamos en cuenta la superficie de cada subdivisión tenemos que:

$S2=2S1$; $S3=S1$; $S4=2S1$; $S5=4S1$ sucesivamente logrando simplificar la relación por lo cual tendremos:

$$Em = \frac{E1 + 2E2 + E3 + 2E4 + 4E5 + 2E6 + E7 + 2E8 + E9}{16}$$

8.8.5 Calculo para luminaria característica

→ Criterios de diseño

- Requerimientos de iluminación: 20 lux
- Longitud de calzada: 37 m
- Ancho de calzada: 3 m
- Finalidad de diseño: parqueo y uso peatonal
- Información de la luminaria a utilizar:
 - ✓ Código: Phillips BGP-291T25 1XLED70-4S/830 DM10
 - ✓ Tipo: plana
 - ✓ L.O.R: 0.86

8.8.6 Procedimiento de diseño

- Cálculo de iluminación para cada punto mediante diagrama polar
- ✓ Determinación del Angulo α de foco para cada punto

Tendremos:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{di}{h}\right) \text{ Ecuación 11}$$

$$\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{3}{7}\right) = 23.19^\circ$$

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

$$\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\frac{1.5}{7}\right) = 12.10^\circ$$

$$\alpha_3 = 0^\circ$$

$$\alpha_4 = \tan^{-1}\left(\frac{3.35}{7}\right) = 25.6^\circ$$

$$\alpha_5 = \tan^{-1}\left(\frac{2.12}{7}\right) = 16.84^\circ$$

$$\alpha_6 = \tan^{-1}\left(\frac{1.5}{7}\right) = 12.1^\circ$$

$$\alpha_7 = \tan^{-1}\left(\frac{4.24}{7}\right) = 31.20^\circ$$

$$\alpha_8 = \tan^{-1}\left(\frac{3.35}{7}\right) = 26.6^\circ$$

$$\alpha_9 = \tan^{-1}\left(\frac{3.35}{7}\right) = 23.19^\circ$$

Cálculo de la iluminancia relativa y real a través del diagrama polar de flujo lumínico proporcionado por el fabricante para la luminaria establecida

I_r = valores del grafico en cd/1000lm

$$I_{real} = \Phi_{luminaria} * I_r ; Cd \quad \text{Ecuación 12}$$

$$E_h = \frac{I_a * \cos^3 a}{h^2}; lux$$

Para el punto 1 tendremos: $\alpha=23.19^\circ$; $C=90$.

$I_r=260$ Cd/1000lm

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

$$I_{real} = 6020 * 260 \frac{Cd}{1000lm} = 1562.2 Cd$$

$$E_1 = \frac{1562.2 * \cos^3 23.19^\circ}{7^2} = 24.81 lux$$

Para el punto 2 tendremos: $\alpha=12.1^\circ$; $C=90$.

$$I_r = 250 Cd/1000lm$$

$$I_{real} = 6020 * 250 \frac{Cd}{1000lm} = 1505 Cd$$

$$E_2 = \frac{1505 * \cos^3 12.1^\circ}{7^2} = 28.71 lux$$

Para el punto 3 tendremos: $\alpha=0^\circ$; $C=0^\circ$

$$I_r = 215 Cd/1000lm$$

$$I_{real} = 6020 * 215 \frac{Cd}{1000lm} = 1294.3 Cd$$

$$E_3 = \frac{1294.3 * \cos^3 0^\circ}{7^2} = 28.71 lux$$

Para el punto 4 a este punto le corresponde la curva 63.4° pero no se dispone, tendremos que interpolar a partir de los valores de las curvas $C=0^\circ$ y $C=90^\circ$ para una $\alpha=25.6^\circ$ tendremos:

$$I_\alpha = I_0 + (I_{90} - I_0) * \frac{\alpha - 90}{90 - 0} \quad \text{Ecuación 13}$$

$$C=0^\circ=225 Cd/1000lm; C=90^\circ=265 Cd/1000lm$$

$$I_{26} = 225 + (265 - 225) * \frac{63.4 - 90}{90 - 0} = 213 \frac{Cd}{1000lm}$$

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

$$I_{real} = 6020 * 213 \frac{Cd}{1000lm} = 1282.26 Cd$$

$$E_4 = \frac{1282.26 * \cos^3 25.6^\circ}{7^2} = 19.19 lux$$

Para el punto 5 a este punto le corresponde la curva 45° pero no se dispone, tendremos que interpolar a partir de los valores de las curvas C =0° y C =90° para una α =16.84° tendremos:

Utilizando la formula anterior

$$C=0^\circ=225 Cd/1000lm; C=90^\circ=275 Cd/1000lm$$

$$I_{45} = 225 + (275 - 225) * \frac{45 - 90}{90 - 0} = 200 \frac{Cd}{1000} lm$$

$$I_{real} = 6020 * 200 \frac{Cd}{1000lm} = 1204 Cd$$

$$E_5 = \frac{1204 * \cos^3 16.84^\circ}{7^2} = 21.54 lux$$

Punto 6 tendremos: α =12.1°; C = 0°.

$$I_r = 225 Cd/1000lm$$

$$I_{real} = 6020 * 225 \frac{Cd}{1000lm} = 1354.5 Cd$$

$$E_6 = \frac{1354.5 * \cos^3 12.1^\circ}{7^2} = 25.84 lux$$

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

Para el punto 7 a este punto le corresponde la curva 45° pero no se dispone, tendremos que interpolar a partir de los valores de las curvas C =0° y C =90° para una $\alpha =31.20^\circ$ tendremos:

$$C=0^\circ=285 \text{ Cd}/1000\text{lm}; C=90^\circ=245 \text{ Cd}/1000\text{lm}$$

$$I_{45} = 245 + (285 - 245) * \frac{45 - 90}{90 - 0} = 225 \frac{\text{Cd}}{1000} \text{lm}$$

$$I_{real} = 6020 * 225 \frac{\text{Cd}}{1000\text{lm}} = 1354.3 \text{ Cd}$$

$$E_7 = \frac{1354.3 * \cos^3 31.20^\circ}{7^2} = 17.3 \text{ lux}$$

Para el punto 8 a este punto le corresponde la curva 26.6° pero no se dispone, tendremos que interpolar a partir de los valores de las curvas C =0° y C =90° para una $\alpha =25.6^\circ$ tendremos:

$$C=0^\circ=225 \text{ Cd}/1000\text{lm}; C=90^\circ=275 \text{ Cd}/1000\text{lm}$$

$$I_{27} = 225 + (275 - 225) * \frac{26.6 - 90}{90 - 0} = 189.8 \frac{\text{Cd}}{1000} \text{lm}$$

$$I_{real} = 6020 * 189.8 \frac{\text{Cd}}{1000\text{lm}} = 1142.6 \text{ Cd}$$

$$E_8 = \frac{1142.6 * \cos^3 25.6^\circ}{7^2} = 17.10 \text{ lux}$$

Para el punto 9 tendremos: $\alpha = 23.19^\circ$; C=0° $I_r = 215 \text{ Cd}/1000\text{lm}$

$$I_{real} = 6020 * 215 \frac{\text{Cd}}{1000\text{lm}} = 1294.3 \text{ Cd}$$

$$E_9 = \frac{1294.3 * \cos^3 23.19^\circ}{7^2} = 20.51 \text{ lux}$$

8.8.7 Cálculo de la iluminancia media

$$E_m = \frac{E1 + 2E2 + E3 + 2E4 + 4E5 + 2E6 + E7 + 2E8 + E9}{16}$$

$$\begin{aligned} E_m &= \frac{24.81 + 2 * 28.71 + 28.71 + 2 * 19.19 + 4 * 21.54 + 2 * 25.84 + 17.3 + 2 * 17.10 + 20.51}{16} \\ &= 22.44 \text{ lux} \end{aligned}$$

8.8.8 Criterios de calidad

Coeficiente de uniformidad media (U0)

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_m} = \frac{17.10}{22.44} = 0.76 \text{ P. U}$$

- ✓ Coeficiente de uniformidad mínima (UL) (*medido a lo largo de la línea central)

$$U_L = \frac{E_{min}}{E_{max}} = \frac{17.10}{28.71} = 0.60 \text{ P. U}$$

8.9 Cálculo de Conductor para Circuito de Alumbrado Exterior

Para determinar las dimensiones de los conductores realizaremos el cálculo eléctrico bajo el método por caída de tensión nodal.

Este método consiste en descomponer todo el circuito mediante tramos de distancias establecidas en el diseño, para poder determinar las caídas de tensión y corroborar si el calibre del conductor asumido cumple con los criterios normativos que establece que se permite 5% de caída de tensión en todo el circuito es decir se debe cumplir que se debe proporcionar una tensión de al menos un 95% de tensión que proporciona la fuente y que los elementos operen en los rangos óptimos establecido por el fabricante, esto para evitar daño prematuro en el equipo.

8.9.1 Consideraciones técnicas

- ✓ Es un circuito monofásico
- ✓ Conductores activos serán de cobre, unipolares y aislados
- ✓ El conductor neutro será de igual calibre que el conductor fase
- ✓ conductor de conexión a tierra será de calibre inferior al de fase
- ✓ La canalización será en ducto PVC y en los puntos de empalme se instalará en caja de conexiones para intemperie

8.9.2 Formulas a utilizar mediante el método de caída de tensión nodal

MEMORIA DE FORMULAS PARA EL CALCULO DE PARAMETROS			
1-	$P = N_{lum} * P_{lum}$	4-	$VR = V_{fuent} - V_{tr}$
2-	$I = \frac{P_t}{V * Fp}$	5-	$\%R = 1 - \frac{V_{tr} - V_R}{V_{tr}} * 100$
3-	$e = 2 * Z_c * I_t * l$		

Figura 3 Memoria de fórmulas para cálculos

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

8.9.3 Memoria de cálculo

MEMORIA DE CALCULO ELECTRICO PARA ALUMBRADO EXTERIOR METODO POR CAIDA DE TENSION NODAL								
UNIDAD	TRAMO 0	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 6	TRAMO 7	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5
Carga Ramal [A]	I0	I1	I2	I2.1	I2.2	I3	I3.1	I3.2
Longitud de Ramal [L]	L0	L1	L2	L2.1	L2.2	L3	L3.1	L3.2
Tension Inicial [V]	Vfuent	VR1	VR2	VR2.1	VR2.2	VR3	VR3.1	VR3.2
Caída de Tension [V]	e0	e1	e2	e2.1	e2.2	e3	e3.1	e3.2
Tension Final [V]	VR0	VR1	VR2	VR2.1	VR2.2	VR3	VR3.1	VR3.2
Regulacion de Tension [%]	%R0	%R1	%R2	%R2.1	%R2.2	%R3	%R3.1	%R3.2

POTENCIA DE LUMINARIA	TENSION DE OPERACIÓN	CANTIDAD	Pp	Fp
48	208	19	912	0.9
100		12	1200	
TOTAL			2112	

Unidad	L [m]	Cal.conductor	Z [ohm/Km]	Carga Ramal [A]	Tension Inicial [V]	Caída de Tension [V]	Tension Final [V]	Regulacion de Tension [%]
TRAMO 0		30 AWG-10	3.94	11.2820513	208	2.66707692	205.332923	98.72%
TRAMO 1		14 AWG-10	3.94	8.05196414	205.332923	0.88829268	204.44463	98.29%
TRAMO 2		25 AWG-10	3.94	4.34782213	204.44463	0.85652096	203.588109	97.88%
TRAMO 6		16 AWG-12	6.56	3.27458548	203.588109	0.68740098	202.900708	97.55%
TRAMO 7		21 AWG-12	6.56	2.1904529	202.900708	0.60351358	202.297195	97.26%
TRAMO 3		20 AWG-10	3.94	4.52173502	204.44463	0.71262544	203.732005	97.95%
TRAMO 4		30 AWG-12	6.56	1.09075755	203.732005	0.42932217	203.302683	97.74%
TRAMO 5		20 AWG-12	6.56	1.09306094	203.302683	0.28681919	203.015864	97.60%

figura 4 Memoria de calculo

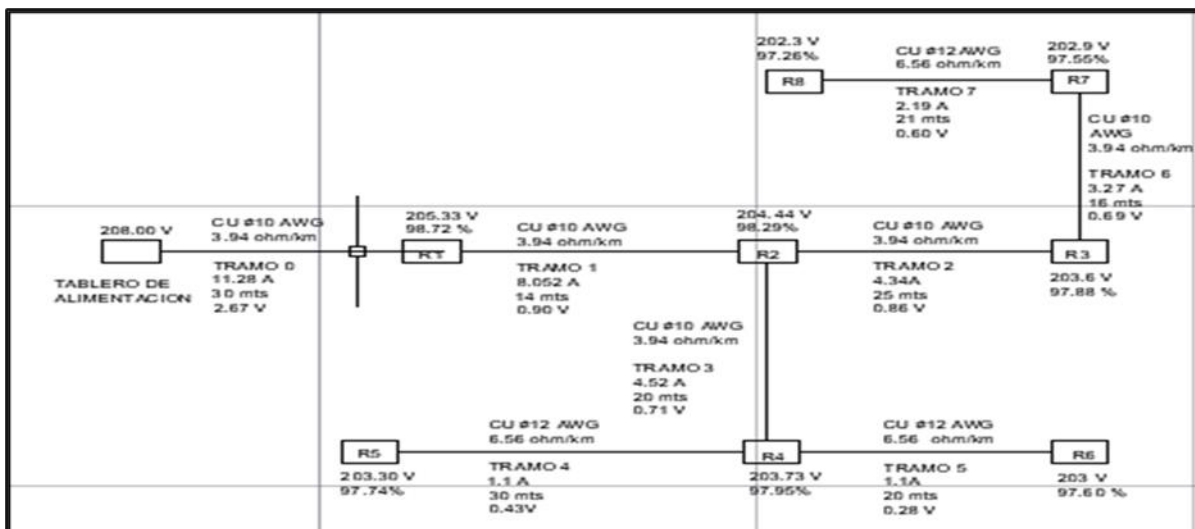


Figura 5 Memoria de puntos circuitos conectado

8.9.4 Diseño de alumbrado exterior en AutoCAD

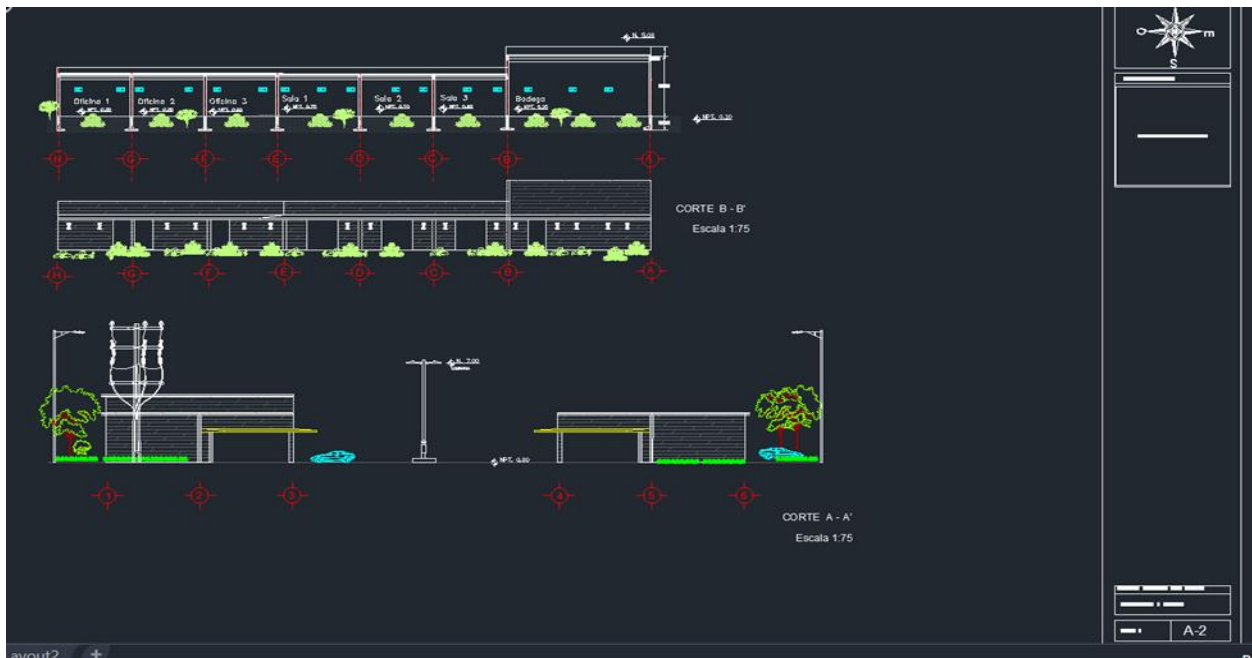


Figura 6 Diseño alumbrado exterior en autocad

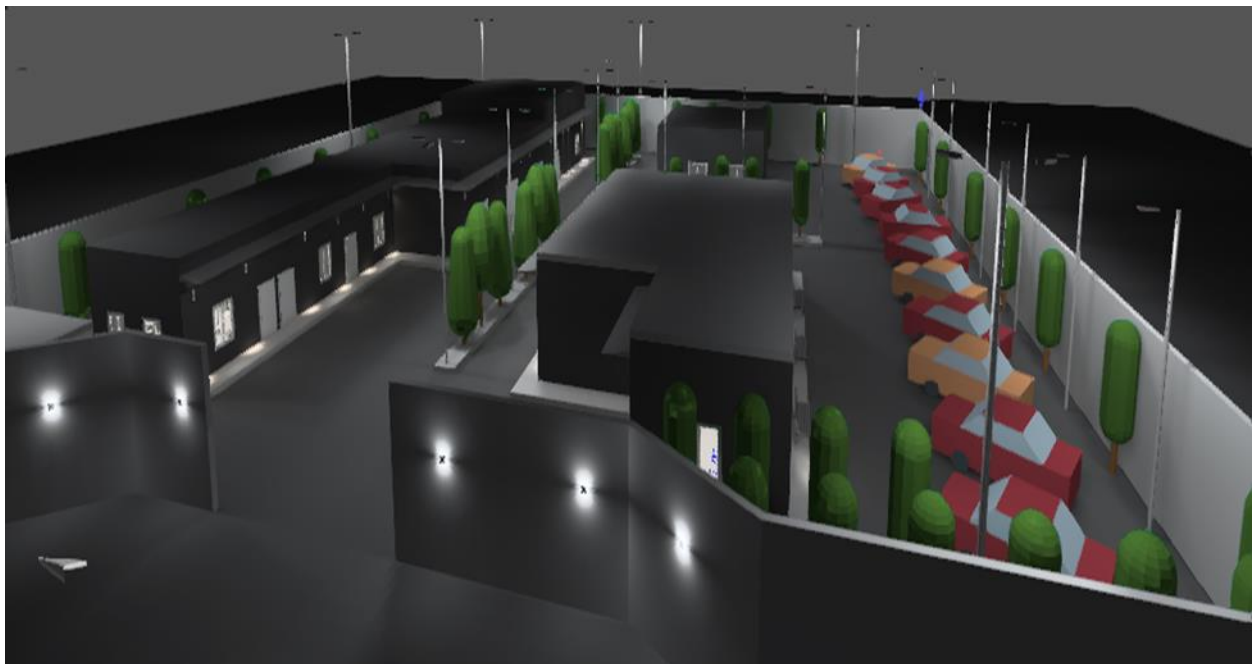


Figura 7 Plano 3D de alumbrado

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega



Figura 8 Vista 3D iluminación exterior

MEMORIA DE CALCULO ELECTRICO PARA ALUMBRADO EXTERIOR								
METODO POR CAIDA DE TENSION NODAL								
UNIDAD	TRA MO 0	TRA MO 1	TRA MO 2	TRA MO 6	TRA MO 7	TRA MO 3	TRA MO 4	TRA MO 5
Carga Ramal [A]	I0	I1	I2	I2.1	I2.2	I3	I3.1	I3.2
Longitud de Ramal [L]	L0	L1	L2	L2.1	L2.2	L3	L3.1	L3.2
Tension Inicial [V]	Vfuen t	VR1	VR2	VR2.1	VR2.2	VR3	VR3.1	VR3.2
Caida de Tension [V]	e0	e1	e2	e2.1	e2.2	e3	e3.1	e3.2
Tension Final [V]	VR0	VR1	VR2	VR2.1	VR2.2	VR3	VR3.1	VR3.2
Regulacion de Tension [%]	%R0	%R1	%R2	%R2. 1	%R2. 2	%R3	%R3. 1	%R3. 2

Tabla 14 Memoria de cálculo eléctrico para alumbrado

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

Unidad	L [m]	Cal. conductor	Z [ohm/Km]	Carga Ramal [A]	Tensión Inicial [V]	Caida de Tensión [V]	Tensión Final [V]	Regulación de Tensión [%]
TRAMO 0	30	AWG-10	3.94	11.2820 513	208	2.66707 692	205.332 923	98.72%
TRAMO 1	14	AWG-10	3.94	8.05196 414	205.332 923	0.88829 268	204.444 63	98.29%
TRAMO 2	25	AWG-10	3.94	4.34782 213	204.444 63	0.85652 096	203.588 109	97.88%
TRAMO 6	16	AWG-12	6.56	3.27458 548	203.588 109	0.68740 098	202.900 708	97.55%
TRAMO 7	21	AWG-12	6.56	2.19045 29	202.900 708	0.60351 358	202.297 195	97.26%
TRAMO 3	20	AWG-10	3.94	4.52173 502	204.444 63	0.71262 544	203.732 005	97.95%
TRAMO 4	30	AWG-12	6.56	1.09075 755	203.732 005	0.42932 217	203.302 683	97.74%
TRAMO 5	20	AWG-12	6.56	1.09306 094	203.302 683	0.28681 919	203.015 864	97.60%

Tabla 15 Memoria de cálculo eléctrico Iluminación exterior

POTENCIA DE LUMINARIA	TENSION DE OPERACIÓN	CANTIDAD	Pp	Fp
48	208	19	912	0.9
100		12	1200	
TOTAL			2112	

Tabla 16 Potencia consumida

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega



Figura 9 Vista elevación vista iluminación

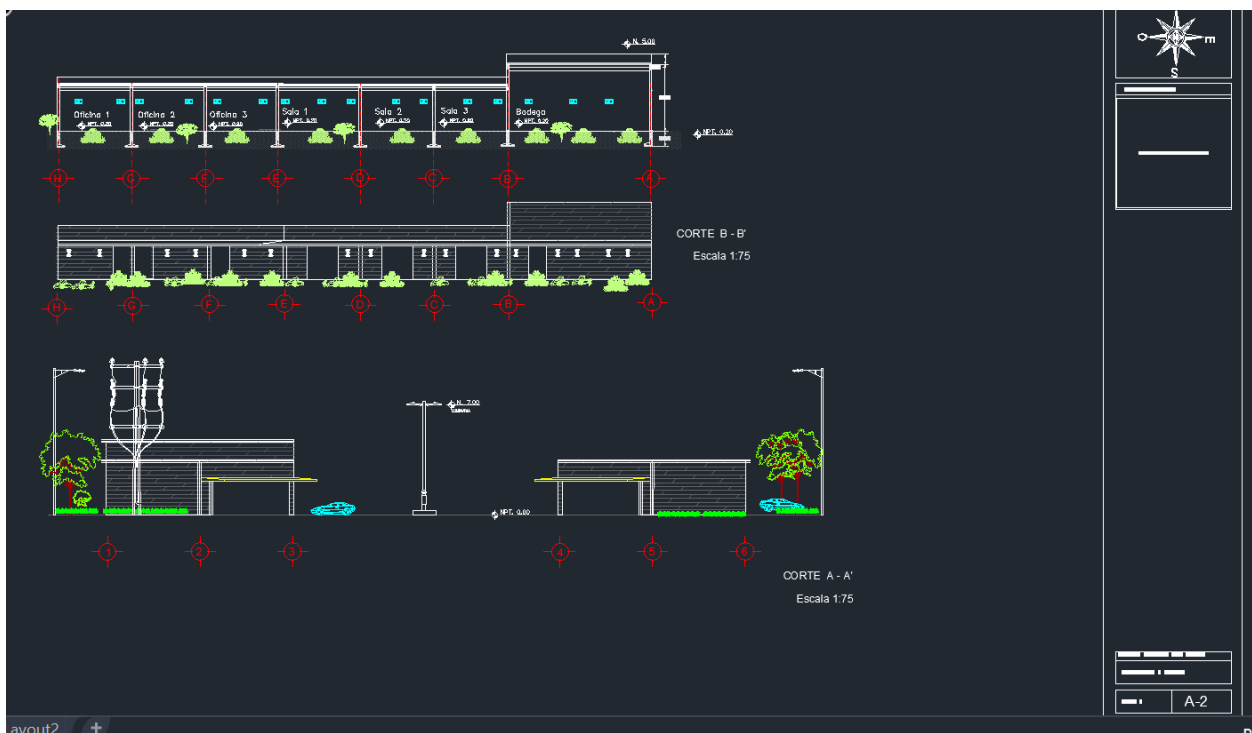


Figura 10 Vista frontal Iluminación

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

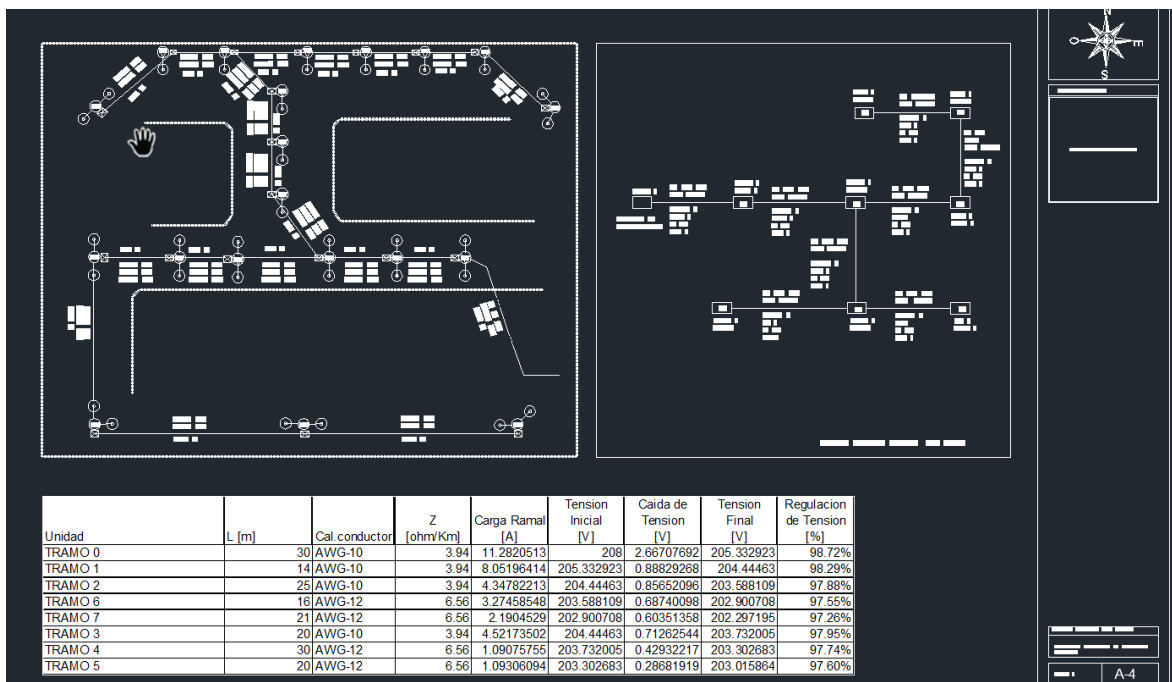


Figura 11 Distribución componente iluminación

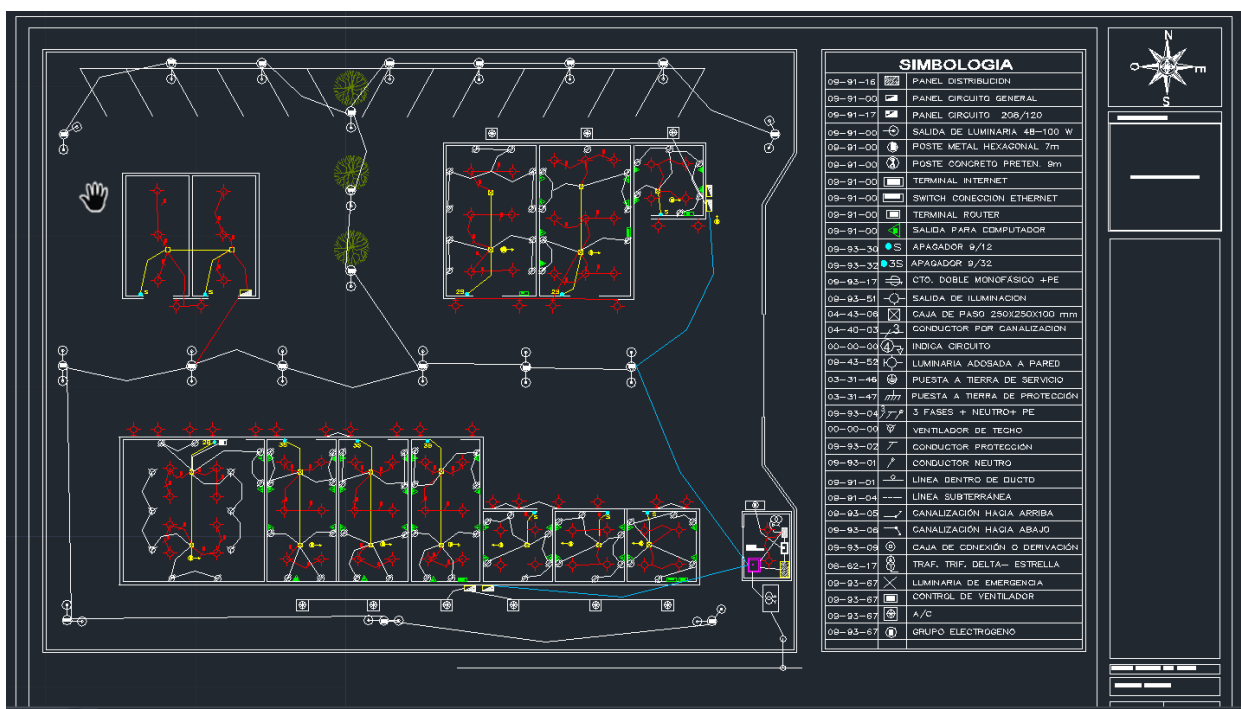


Figura 12 Distribución circuitos alambrados

8.10 Desarrollo de los cálculos sistema climatización

8.10.1 Sala para visitantes.

8.10.2 Pared del lado norte.

En bloque de concreto hueco de 200mm más una capa de repello en cemento con arena de 25mm, y con un área de 18m^2 , no expuesta al ambiente.

8.10.3 Pared del lado sur.

Expuesta al ambiente; en ladrillo compacto de 200mm con acabado en cemento con arena de 50mm, tiene el área de $26,5\text{m}^2$.

Tiene dos ventanas, la mitad superior de las ventanas está diseñada en vidrio sencillo de 3,2mm con marcos en madera y la otra mitad es en madera de 16mm.

La puerta principal es en vidrio sencillo de 3,2 mm fijo con marcos en metal, sin puente térmico. Con un área de $5,6\text{m}^2$.

Sobre la puerta principal tiene un tramo de pared en vidrio de 3,2mm con metal y su área es de 2m^2 .

8.10.4 Pared del lado este.

Pegada a la pared de la bodega no acondicionada, en ladrillo compacto de 300mm, y piedra coralina unida con cemento y arena al ladrillo. Con un área de $23,7\text{m}^2$ en contacto con aire exterior en reposo y $6,4\text{m}^2$ expuestos al aire exterior en movimiento.

8.10.5 Pared del lado oeste.

En ladrillo compacto de 300mm, y piedra coralina unida con cemento y arena al ladrillo. Tiene el área de 31,6m², y da con el edificio no acondicionado.

8.10.6 Carga por conducción

8.10.7 Estructuras exteriores.

8.10.8 Conducción a través de la pared del lado sur.

Pared en ladrillo compacto de 200mm. Con repello de cemento y arena de 25mm.

$$K_{\text{ladrillo}} = 0,727 \text{ W / m } ^\circ\text{K}$$

$$K_{\text{repello}} = 0,415 \text{ W / m } ^\circ\text{K}$$

8.10.9 Emitancia de superficies de construcción

$$= 0,9 \quad h_i = 8,29 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$h_o = 22,7 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$U = 1 / (1 / 8,29 + 0,025 / 0,415 + 0,20 / 0,727 + 1 / 22,7) = 2,6 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\text{Tipo de pared} = 4$$

$$\text{CLTD} = 16 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$A = 26,5\text{m}^2 \quad q = U \times A \times (\text{CLTD}) \quad q = 2,6 \text{ W / m}^2$$

$$K \times 26,5\text{m}^2 \times 16 \text{ } ^\circ\text{K} = 1102,4 \text{ W}$$

8.10.10 Conducción a través de ventanas.

Ventana de vidrio sencillo de 3,2mm, fijo con marco en madera.

$$U = 5,55 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\text{CLTD} = 7 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$A = 1,96\text{m}^2 \quad q = U \times A \times (\text{CLTD}) \quad q = 5.55 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{K} \times 1,96\text{m}^2 \times 7 \text{ }^\circ\text{K} = 76,2$$

W Ventana en madera de 16mm.

$$K_{\text{madera}} = 0,166 \text{ W / m }^\circ\text{K}$$

$$U = 1 / (1 / 8,29 + 0,016 / 0,166 + 1 / 22,7) = 3,83 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

Tipo de pared = 6

$$\text{CLTD} = 13 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$A = 1,96\text{m}^2 \quad q = 3,83 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{K} \times 1,96\text{m}^2 \times 13$$

$$\text{ }^\circ\text{K} = 97,6 \text{ W}$$

Tiene dos ventanas.

$$q = 2 \times (76,2 \text{ W} + 97,6 \text{ W}) = 347,5 \text{ W}$$

8.11 Conducción a través de la puerta principal.

$$U = 7,24\text{W / m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$A = 5,6\text{m}^2$$

$$\text{CLTD} = 7 \text{ }^\circ\text{K} \quad q = 7,24 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{K} \times 5,6\text{m}^2 \times 7 \text{ }^\circ\text{K} = 283,3 \text{ W}$$

8,11,1 Conducción pared del lado este.

Cargas de particiones. $q = U \times A \times (t_b - t_{rc})$ t_b = Temperatura en el espacio adyacente. t_{rc} = Temperatura interior de diseño en el espacio, se considera constante. La pared es en ladrillo común de 200mm, más una capa de piedra coralina de 200mm, unida al ladrillo con cemento y arena.

$$K_{\text{piedra}} = 1,436 \text{ W / m } ^\circ\text{K}$$

$$U = 1 / (1 / 8,29 + 0,20 / 1,436 + 0,20 / 0,727 + 1 / 22,7) = 1,7 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$
$$t_b = 35^\circ\text{K} \quad t_{rc} = 24^\circ\text{K} \quad A = 23,7\text{m}^2 \quad q = 1,7 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \times 23,7\text{m}^2 \times (35^\circ\text{K} - 24^\circ\text{K}) = 443,2 \text{ W}$$

Conducción a través de la pared que tiene contacto con el aire en movimiento por el lado este. $A = 6,4\text{m}^2$ $q = U \times A \times (\text{CLTD})$

$$U = 2,6 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\text{Tipo de pared} = 4 \quad \text{CLTD} = 26^\circ\text{K} \quad q = 2,6 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \times 6,4\text{m}^2 \times 26^\circ\text{K} = 432,6 \text{ W}$$

8.11.2 Conducción a través de la pared del lado oeste.

Carga de particiones. $q = U \times A \times (t_b - t_{rc})$ $A = 31,6\text{m}^2$ $q = 1,7 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \times 31,6\text{m}^2 \times (35^\circ\text{K} - 24^\circ\text{K}) = 590.9 \text{ W}$ Conducción a través de la pared del lado norte.

$$\text{Carga de particiones. } q = U \times A \times (t_b - t_{rc}) \quad U = 2,6 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \quad t_b = 35^\circ\text{K} \quad t_{rc} = 24^\circ\text{K} \quad A = 6,2\text{m}^2 \quad q = 2,6 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K} \times 6,2\text{m}^2 \times (35^\circ\text{K} - 24^\circ\text{K}) = 177,3 \text{ W}$$

8.11.3 Conducción a través del techo

Teja de arcilla de 10mm, placa de concreto de 55mm, base en madera de 19mm y una capa aislante de 4mm.

$$K_{\text{madera}} = 0,166 \text{ W / m } ^\circ\text{K}$$

$$K_{\text{arcilla}} = 1,28 \text{ W / m } ^\circ\text{K}$$

$$K_{\text{aislante}} = 0,043 \text{ W / m } ^\circ\text{K}$$

$$K_{\text{concreto}} = 1,8 \text{ W / m } ^\circ\text{K}$$

8.11.4 Emitancia de superficies de construcción

$$= 0,9 \quad h_i = 9,09 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$h_o = 22,7 \text{ W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$A = 69,5\text{m}^2$$

$$U = 1/ (1/7,5 + 0,01/1,28 + 0,055/1,8 + 0,004/0,043 + 0,019/0,166 + 1/22,7)$$

$$U = 2,4\text{W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\text{Tipo de pared} = 3$$

$$\text{CLTD} = 37 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Corrección del CLTD de acuerdo con los datos del diseño.

$$\text{CLTD}_{\text{Corregido}} = \text{CLTD} + (25.5 - t_r) + (t_m - 29.4) \quad \text{CLTD} = \text{CLTD de la tabla } t_r =$$

Temperatura interior de diseño t_m = Temperatura exterior máxima – (variación diaria de temperatura) / 2 $t_r = 24^\circ\text{C}$ $t_m = 35 - (35 - 24) / 2 =$

$$29,5^\circ\text{C} \quad t_m = 29,5^\circ\text{C}$$

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

$$CLTD_{\text{Corregido}} = 37^{\circ}\text{K} + (25.5 - 24) + (29.5 - 29.4)$$

$$CLTD_{\text{Corregido}} = 38,6^{\circ}\text{K} \quad q =$$

$$U \times A \times (CLTD)_{\text{Corregido}}$$

$$q = 2,4 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K} \times 69,5 \text{ m}^2 \times 38,6 \text{ }^{\circ}\text{K} = 6.348,5 \text{ W}$$

Carga por radiación solar a través de vidrios.

$$q = A \times (SC) \times (SCL)$$

SC = Coeficiente de sombra.

SCL = Factor de carga solar con sombra interior o sin sombra

$$SC = 0,3$$

Zona tipo B.

$$SCL = 249 \text{ W / m}^2$$

$$A = 11,2 \text{ m}^2 \quad q = 11,2 \text{ m} \times 0,3 \times 249 \text{ W / m} = 839,6 \text{ W Carga térmica por infiltración. } q_{\text{infiltración}} = V \times Dt \times Cp \times R$$

V = Volumen de aire infiltrado.

D_t = Diferencia de temperaturas entre la temperatura interior de confort.

C_p = Calor específico del aire.

R = Número de renovaciones de aire / horas.

$$V = (26,5 \text{ m}^2 \times 2,4 \text{ m}) + (52,9 \text{ m}^2 \times 4,4 \text{ m}) = 296,4 \text{ m}^3$$

$$D_t = (35 - 24)^{\circ}\text{K} = 11^{\circ}\text{K}$$

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

$$C_p = 0,33 \text{ W / m}^3 \text{ }^\circ\text{K} \quad R = 3 \times 2 \text{ puertas} = 6 \text{ ren / hr} \quad q_{\text{infiltración}} = 296,4 \text{ m}^3 \times 11^\circ\text{K} \times 0,33 \text{ W / m}^3 \text{ }^\circ\text{K} \times 6 \text{ ren / hr} = 6.455,6 \text{ W Cargas internas.}$$

Cargas internas por personas. Carga interna sensible por persona. q_{sensible}

$$= N \times (\text{SHG}_P) \times \text{CLF}$$

$$N = 20 \text{ personas en el espacio}$$

$$\text{SHG}_P = \text{Ganancia de calor sensible por persona.}$$

$$\text{CLF} = \text{Factor de carga, basado en las horas de ocupación.}$$

Este se selecciona por el tipo de zona, el periodo de ocupación y el número de horas después de entrar en el espacio.

$$\text{SHG}_P = 75 \text{ W}$$

Oficina con trabajo moderadamente.

8.11.5 Zona tipo B.

$$\text{CLF} = 1. \text{ Equipo trabaja 18 horas continuas } q_{\text{sensible}} = 20 \times 75 \text{ W} \times 1 = 1.500 \text{ W}$$

Carga interna latente por persona.

$$q_{\text{latente}} = N \times (\text{LHG}_P)$$

$$N = 20 \text{ personas en el espacio.}$$

$$\text{LHG}_P = \text{Ganancia de calor latente por persona. } \text{LHG}_P = 55 \text{ W}$$

$$q_{\text{latente}} = 20 \times 55 \text{ W} = 1100 \text{ W}$$

8.11.6 Carga por luces.

$$q_{el} = W \times F_{ul} \times F_{sa} \times (CLF)$$

W = Capacidad total de iluminación, Watt (se toma de planos eléctricos o datos de placa de las luces).

F_{ul} = Factor de uso de luces.
especial de iluminación.

F_{sa} = Factor

CLF = Factor de carga, por hora de ocupación.

$F_{ul} = 1$. Luces permanecen encendidas $F_{sa} = 1,2$.

Luces fluorescentes. CLF = 0,98

$$W = 24 \text{ lámparas} \times 24 \text{ W} = 432 \text{ W} \quad q_{el} = 432 \text{ W} \times 1 \times 1,2 \times 1 = 518,4 \text{ W}$$

8.11.7 Carga por equipos.

2 ventiladores de techo: 372 W 5 computadores de:

$$85 \text{ W c / u} \quad q_{Equipos} = 85 \text{ W}$$

$$+ 372 \text{ W} + (5 \times 85) \text{ W} = 882 \text{ W}$$

Conducción a través del piso.

Ladrillo comercial normal de 100mm y placa de concreto de alta densidad de 200mm.

$$K_{ladrillo} = 0,727 \text{ W / m } ^\circ\text{K}$$

$$K_{concreto} = 1,038 \text{ W / m } ^\circ\text{K}$$

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

$$U = 1 / (1 / 8,29 + 0,10 / 1,038 + 0,20 / 0,727 + 1 / 22,7) = 1,9 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

Temperatura del suelo a 0,5m de la superficie 27.5°C, a las 14 horas.

$$q = U \times A \times (t_b - t_{rc}) \quad A = 52,9\text{m}^2 \quad q = 1,9 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K} \times 52,9\text{m}^2 \times (35^{\circ}\text{K} - 24^{\circ}\text{K}) \\ = 1105.6 \text{ W}$$

El cálculo de la carga térmica para el resto de los recintos del hotel está resumido en la tabla

8.11.8 Análisis de los resultados de la carga térmica para la selección del sistema de aire acondicionado

Los recintos del hotel en los que se genera la mayor cantidad de carga térmica son:

La sala para visitantes con el 28,2%, le sigue la sala de espera y comedor con un 12,6%, el tercer lugar es la recepción con el 6,5% y el 52,7% restante es generada en las 13 habitaciones que posee el hotel.

La carga térmica generada en la planta 1 es de 49.718,8 W. representa el 63,6% del total de la carga térmica.

La habitación donde se produce la mayor generación de carga térmica es el número

05, ubicada en la planta 1; con 4076,5 W y representa el 5,2% de la carga térmica total.

La habitación en la que menos se genera carga térmica es el número 08 en la planta 2, con 2927 W que representan el 3,7% del total de la carga térmica.

Rediseño del sistema eléctrico del restaurante las delicias ubicado en el municipio de Jinotega

Las habitaciones de la planta 1 generan en promedio un 9,5% más de carga térmica que las habitaciones de la planta 2.

Uno de los argumentos que influye al momento de tomar una decisión sobre el sistema de aire acondicionado que debe instalarse en un determinado lugar, es conocer con certeza la carga térmica que ahí se genera.

El sistema de aire acondicionado que se escoja para ser instalado en el hotel casa villa colonial debe tener la capacidad para producir una carga de refrigeración que logre remover del interior los 78.225,1 W de carga térmica que ahí se generan. La capacidad de refrigeración de los sistemas de aire acondicionado viene dada en BTU / horas o por Toneladas de refrigeración.

La conversión de unidades de la carga térmica es necesaria efectuarla para referenciar el sistema de aire acondicionado a seleccionar. Carga térmica calculada $78.225,1 \text{ W} = 266.911,9 \text{ BTU/horas}$

Capacidad de refrigeración $266.911,9 \text{ BTU/horas} = 22,3 \text{ Toneladas}$ En el comercio de los sistemas de aires acondicionados encontramos una variedad de productos de todos los tipos y de marcas reconocidas, las cuales invierten muchísimo dinero en tecnología de punta para ofrecerle al cliente calidad y confort.

Por las características que presenta el hotel y la carga térmica calculada, el sistema de aire acondicionado que mejor se ajusta son tres equipos de línea comercial / industrial, sistema de refrigeración variable. Nombre equipo: Marca Características: Sistema de aire acondicionado con flujo variable de refrigerante, larga longitud de tubería y control individual de zonas de ahorro de energía.

Compuesto por una unidad condensadora y múltiples unidades evaporadoras.

8.11.9 Capacidad de refrigeración.

En el comercio los hay con las siguientes capacidades de refrigeración: 80.000BTU/hr , 100.000BTU/hr y 120.000BTU/hr.

La capacidad de refrigeración de los tres equipos es de 120.000BTU/hr, 100.000BTU/hr y 80.000BTU/hr. La carga de refrigeración de los equipos se instalara así : Para la planta 1. Se instalaran los equipos de capacidad de 120.000BTU/hr y 80.000BTU/hr, y el equipo de capacidad de 100.000BTU/hr en la planta 2. El hotel tendrá una carga de refrigeración disponible de 300.000BTU/hr, con un 12,4% por encima de lo requerido.

9 Conclusiones

- Se realizó levantamiento de la información referente al sistema de iluminación se encontraron hallazgos tanto en el sistema de iluminación interior como exterior, correspondiente a la información de campo obtenida se procedió a realizar los cálculos correspondientes tomando en cuenta los criterios, se calculó y seleccionó el tipo de iluminación adecuado para cada ambiente de esta manera se logró corregir la deficiencia que presentaba el sistema eléctrico del restaurante las delicias.
- Correspondiente a la información inicial se procedió a realizar la visita al lugar para cumplir con la etapa de diagnóstico para el componente climatización se observó que el sistema de climatización se encontraba desfasado y sobredimensionado, se procedió a realizar la corrección de cálculos tomando en cuenta los criterios para este tipo de sistemas, se presentaron los cálculos y resultados en tablas resumen para de esta manera apreciar la información suministrada.
- Se presentaron planos de las diferentes vistas para ambos componentes en los cuales se puede apreciar la propuesta de diseño en la etapa de ejecución, se recomienda utilizar la distribución recomendada en esta propuesta ya que es la que se generó de los cálculos y simulación realizada.

11 Bibliografía

- Borjas, V. (2017). Diseño de sistemas electricos para la estacion ayacucho de la linea 1 del metro de los teques. Caracas.
- Campero, N. B. (1995). Libro de instalaciones eléctricas: Conceptos basicos y diseños. Mexico: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V.
- Carrier. (1980). Manual de aire acondicionado. Barcelona: Talleres Gráficos Ibero-americanos, S.A.
- CNNE. (1995). Codigo de instalaciones electricas de Nicaragua. Managua.
- Grupo CONDUMEX. (2008). Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión. Mexico.
- Maldonado., G. R. (2001). Instalaciones Electricas II. Bolivia.
- NFPA. (2017). National electrical code. EEUU.
- Núñez, O. N. (2018). Propuesta de diseño de una instalación eléctrica con base a la NOM-001-SEDE-2012 de un condominio de interés medio para la zona sur de la ciudad de mexico. Mexico.