



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL  
EDIFICIO S-9 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Ismael Fermin González Oroxom**

Asesorado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz

Guatemala, mayo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL  
EDIFICIO S-9 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD  
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ISMAEL FERMIN GONZÁLEZ OROXOM**

ASESORADO POR EL INGENIERO KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, MAYO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
EXAMINADOR	Ing. Otto Fernando Andrino Gonzalez
EXAMINADOR	Ing. Armando Gálvez Castillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO S-9 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, el 12 de agosto de 2005.

Ismael Fermin González Oroxom

## DEDICATORIA A:

<b>Dios</b>	Por permitirme alcanzar esta meta
<b>Mis padres</b>	Pascual González y Felipa Oroxom Por su apoyo y ayuda en todo momento
<b>Mis hermanas</b>	Aury, Rosita
<b>Mis hermanos</b>	Luis, Victor, Carlos
<b>Mi familia en general</b>	Tios, tias, primos, sobrinos
<b>Mis abuelos</b>	En su memoria
<b>Mi pequeña hija</b>	Mishelle
<b>Alguien muy especial</b>	Mariela
<b>Mis amigos y compañeros</b>	Con mucho aprecio.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> -----	VII
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> -----	IX
<b>GLOSARIO</b> -----	XI
<b>RESUMEN</b> -----	XIII
<b>OBJETIVOS</b> -----	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b> -----	XVII

## **1. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES**

<b>ELÉCTRICAS ACTUALES</b> -----	1
1.1. Instalaciones-----	1
1.1.1. Caracterización de cargas-----	2
1.1.2. Estado actual y dimensionamiento de conductores-----	10
1.1.2.1. Resistencia de aislamiento-----	12
1.1.2.2. Capacidad, calibre y secciones de conductores Eléctricos-----	14
Cálculo del conductor por regulación-----	16
1.1.3. Tuberías-----	22
1.1.4. Protecciones-----	25
1.1.4.1. Prueba de disparo-----	27
1.1.4.3. Corriente nominal-----	28
1.1.5. Tableros-----	28
1.2. Análisis de redes-----	30
1.2.3. Factor de potencia-----	37
1.2.4. Potencia-----	40
1.2.4.1. Potencia activa-----	43



1.2.4.2.	Potencia reactiva-----	44
1.2.4.3.	Potencia aparente-----	48
1.2.5.	Factor K-----	51
1.2.4.	Análisis de armónicos-----	52
1.2.6.1.	Distorsión armónica THDV-----	53
1.2.7.	Desvalance-----	53
1.3.	Red de tierras-----	54
1.3.1.	Condición actual-----	54
1.3.2.	Medición y comprobación si es útil o no-----	54
1.4.	Pararrayos-----	55
1.4.1.	Condición actual -----	56
1.5.	Iluminación-----	56
1.5.1.	Revisión visual-----	56
1.5.2.	Características de las luminarias-----	57
1.5.3.	Iluminación en áreas de parqueo-----	57
1.5.4.	Medición de luxes-----	58
1.6.	Instalaciones especiales-----	59
1.6.1.	Equipo electrónico sensible y crítico-----	59
<b>2.</b>	<b>DIAGRAMAS UNIFILARES-----</b>	<b>61</b>
2.1.	Diagrama unifilar de la red eléctrica general USAC-----	61
2.2.	Diagrama unifilar de la sub. red eléctrica-----	62





<b>3. ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	
<b>ACTUALES</b> -----	67
3.1. Cálculo de conductores-----	68
3.2. Cálculo de tuberías-----	73
3.3. Cálculo de lúmenes -----	77
3.4. Diseño de red de tierras-----	89
3.5. Cálculo de pararrayos-----	93
<b>4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LAS</b>	
<b>INTALACIONES ELÉCTICAS</b> -----	97
4.1. Comparación del edificio S-9 con conductores, protecciones y los niveles de iluminación-----	97
<b>5. ¿ CUÁNTO CUESTA LA SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS ?-----</b>	<b>103</b>
<b>6. IMPACTO TÉCNICO RECÍPROCO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO S-9 Y LA DE LA RED DE DISTRIBUCION -----</b>	<b>109</b>
6.1 Distorsion armonica -----	109
6.2 Desbalance de tensión-----	112
<b>7. EVALUACION DE LA INCORPORACION DEL EDIFICIO A LA ASOCIACION DEL MERCADO MAYORISTA-----</b>	<b>113</b>
Gran usuario-----	114
<b>CONCLUSIONES</b> -----	<b>115</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> -----	<b>117</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> -----	<b>119</b>
<b>ANEXOS</b> -----	<b>121</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Curva de carga-----	2
2. Curva de reactiva-----	3
3. Corriente en línea 1 versos tiempo-----	30
4. Corriente en línea 2 versos tiempo-----	31
5. Corriente en línea 3 versos tiempo-----	32
6. Corriente en línea neutral versos tiempo-----	33
7. Voltaje en línea 1 versos tiempo-----	35
8. Voltaje en línea 2 versos tiempo-----	36
9. Voltaje en línea 3 versos tiempo-----	36
10. Factor de potencia en línea 1 versos tiempo-----	38
11. Factor de potencia en línea 2 versos tiempo-----	38
12. Factor de potencia en línea 3 versos tiempo-----	39
13. Potencia real en línea 1 versos tiempo-----	41
14. Potencia real en línea 2 versos tiempo-----	41
15. Potencia real en línea 3 versos tiempo-----	42
16. Sumatoria de potencias reales-----	42
17. Potencia reactiva en línea 1-----	44
18. Potencia reactiva en línea 2-----	45
19. Potencia reactiva en línea 3-----	46
20. Potencia reactiva total-----	47
21. Potencia aparente en línea 1 versos tiempo-----	48
22. Potencia aparente en línea 2 versos tiempo-----	49
23. Potencia aparente en línea 3 versos tiempo-----	50
24. Potencia aparente total -----	51
25. Red eléctrica general USAC-----	61
26. Edificio S-9 entrada acometida -----	62
27. Edificio S-9 primer nivel-----	63

28.	Edificio S-9 segundo nivel-----	64
29.	Edificio S-9 tercer nivel-----	65
30.	THDV línea 1 versos tiempo-----	110
31.	THDV línea 2 versos tiempo-----	111
32.	THDV línea 3 versos tiempo-----	111
33.	Des balance de tensión -----	112

## TABLAS

I.	Primer nivel-----	7
II.	Segundo nivel -----	8
III.	Tercer nivel -----	9
IV.	Capacidad forro y calibre -----	11
V.	Valores de resistencia de aislamiento recomendados-----	13
VI.	Capacidad por tipo de aislamiento y temperatura-----	14
VII.	De sección transversal de conductores -----	15
VIII.	Calibres y secciones primer nivel -----	18
IX.	Calibres y secciones segundo nivel -----	19
X.	Calibres y secciones tercer nivel -----	20
XI.	Factor de corrección por cantidad de conductores -----	21
XII.	Dimensiones de tubo conduit de diámetro interior y area interior--	24
XIII.	Factores de corrección de capacidad de corriente por temperatu-	68
XIV.	Calibres por caída de tensión y por corriente primer nivel----	69
XV.	Conductores por caída de tensión y por corriente segundo nivel--	70
XVI.	Conductores por caída de tensión y por corriente tercer nivel-----	71
XVII.	Alimentadores por el método de caída de tensión-----	72
XVIII.	Alimentadores por el método por corriente-----	72
XIX.	De resumen -----	81
XX.	Techo extrapolado -----	81
XXI.	Costo y cantidad de materiales primer nivel edificio S-9 -----	104
XXII.	Costo y cantidad de materiales segundo nivel edificio S-9 -----	105
XXIII.	Costo y cantidad de materiales tercer nivel edificio S-9 -----	106
XXIV.	Integración de costos -----	107

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>A</b>	=	Amperios
<b>CI</b>	=	Circuito de iluminación
<b>CF</b>	=	Circuito de fuerza
<b>FP</b>	=	Factor de potencia
<b>F<sub>p</sub></b>	=	Factor de pérdida
<b>e</b>	=	Caída de tensión
<b>e%</b>	=	Caída de tensión en por ciento
<b>Hp</b>	=	Caballos de fuerza
<b>H<sub>z</sub></b>	=	Ciclos por segundo
<b>I</b>	=	Corriente eléctrica
<b>kV</b>	=	Kilovoltio
<b>kVA</b>	=	Kilo-Volti-Amperio
<b>kW</b>	=	Kilovatio
<b>NI</b>	=	Nivel de iluminación
<b>r</b>	=	Resistencia eléctrica
<b>V</b>	=	Voltios
<b>W</b>	=	Vatios





## GLOSARIO

<b>Acometida</b>	Conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar la energía eléctrica desde las líneas de Distribución de la Empresa Electrica a la instalación del inmueble servido.
<b>Alimentadores</b>	Es la parte de los conductores de la canalización comprendida entre los medios principales de desconexión y protección contra sobre corrientes y los medios de protección de sobre corrientes de los circuitos derivados.
<b>Accesibilidad</b>	Proyección en tal forma que se pueda ingresar en sus instalaciones sin restricción alguna.
<b>AMM</b>	Administrador mercado mayorista.
<b>Consumo</b>	La cantidad de energía utilizada durante un tiempo determinado.
<b>Carga instalada</b>	Es la suma de la capacidad nominal de todo el equipo eléctrico que se conecta a la acometida de la Empresa Eléctrica.
<b>Capacidad</b>	Pronostico de una cantidad que se tiene y/o debe Soportar.
<b>Confiabilidad</b>	Indica la disposición de un componente o sistema para Continuar desarrollando la funcion asignada.

<b>Calibre</b>	Area de seccion transversal de un conductor dado en mm <sup>2</sup> .
<b>Circuito</b>	Combinación de varios elementos unidos en puntos terminales que ofrecen cuando menos una trayectoria cerrada atravez de la cual puede fluir corriente
<b>Dimensión</b>	Especificación de una medida cualquiera
<b>Energía eléctrica</b>	Lo que es capas de realizar trabajo se mide en kwh
<b>Flexibilidad</b>	Instalación flexible es aquella que puede adaptarse a pequeños cambios.
<b>Falla</b>	La finalización de la capacidad que tiene un elemento del sistema para desempeñar su función.
<b>NEC</b>	Código nacional electrico de estados unidos de Norteamérica
<b>NTSD</b>	Normas técnicas del servicio de distribución
<b>Red</b>	Característica de interconexión entre diferentes y Múltiples centros de carga
<b>Sistema</b>	Un grupo de componentes conectados o asociados en Una configuración determinada para desempeñar una función especifica.

## RESUMEN

El estudio eléctrico de las instalaciones del edificio S-9 de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos. Actualmente cuenta con información técnica documentada en la que se manifiesta el estado actual y las condiciones tomando en cuenta la característica de las cargas con que cuenta, ya que son representadas las cargas con graficas, valores, y diagramas para tener una visión mas clara de lo que se pretende dar a conocer en este informe.

La información más relevante que contiene dicho informe es la que a continuación mencionaremos, cuenta con una carga instalada de 59.39 kW, que opera a un factor de potencia promedio de 0.89, la energía consumida durante un día normal es de 296.6 kWh, la demanda máxima es de 52.1 kW.

Dentro del análisis de armónicas se considera que actualmente su efecto nocivo es mínimo ya que no existe una reducción pronunciada del factor de potencia, ya que se mantiene en un valor aceptable dentro de las normas.

Condiciones de balance la carga en el sistema presenta una condición de des balanceo debido a cargas desiguales en una fase en particular, estos datos obtenidos que se detallan en el informe se obtuvieron con un aparato de medición de calidad de energía que se utilizo en la medición del edificio en un periodo de 24 hrs.

El banco de transformación que brinda servicio de energía eléctrica para alimentar la carga del edificio se encuentra con un buen margen de potencia disponible, es decir que se encuentra en condiciones para soportar posibles ampliaciones nuevas de ciertas cargas.



## **OBJETIVOS**

- **General**

Efectuar un estudio minucioso del estado en que se encuentra actualmente las instalaciones electricas del edificio S-9 para luego dictaminar si ofrece seguridad y continuidad dichas instalaciones

- **Específicos**

1. Determinar de manera concreta la condición actual que presentan los dispositivos, materiales y elementos que conforman la red eléctrica interna del edificio
2. Determina mediante mediciones con equipo especial la calidad de energía que se esta recibiendo en las instalaciones eléctricas
3. Determinar con base a los estudios y análisis teóricos la condición y dimensión de los elementos actuales
4. Evaluar de acuerdo al consumo la incorporación al Mercado Mayorista.



## INTRODUCCION

La finalidad de este trabajo de EPS. Realizado en el edificio S-9 de la facultad ciencias económicas de la universidad de San Carlos, es elaborar un diagnostico y evaluación de las instalaciones electricas actuales que cubran todos los aspectos importantes sobre. Caracterización de cargas, dimensionamiento de conductores asi como capacidades calibres y secciones de conductores calculados con conocimientos y practicas correctas de la aplicación de los métodos por regulación y por corriente.

Este informe tambien cubre los aspectos relacionados con protecciones, tableros, análisis de redes, factor de potencia, potencia activa y reactiva, potencia aparente, análisis de armónicos y distorsión armónica, desbalances de voltajes, red de tierras e iluminación.

Tambien se a incluido en este informe diagramas unifiláres de la red general de la universidad y diagramas unifilares de la distribución de los circuitos actuales del edificio S-9.

En la parte tres de este informe se a efectuado un análisis teórico de las instalaciones electricas actuales relacionados con conductores, tuberías, iluminación de interiores, iluminación de parqueo y diseño de red de tierras.

En la parte cuatro se efectuó la comparación de resultados teóricos y prácticos de las instalaciones electricas, seguidamente en el apartado cinco se presento el costo de la solución de los problemas, en la penúltima parte se efectuó un análisis del impacto técnico reciproco de las instalaciones del edificio y de la red de distribución, y finalmente se evaluó la posibilidad de incorporar al edificio a la asociación del mercado mayorista.

# **1. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES**

## **1.1. Instalaciones**

En el suministro de energía eléctrica de las llamadas fuentes de alimentación a las cargas o centros de consumo, se requiere de la intervención de un conjunto de elementos para cumplir con tal fin, que deben ser calculados de acuerdo a los requisitos que tiene que satisfacer.

La determinación de las características de este conjunto de elementos, el arreglo o disposición que llevan dentro de una instalación y los aspectos funcionales y de estética, es lo que se conoce como el Diseño de la Instalación Eléctrica, que dependiendo del tipo si es residencial, comercial o industrial podrá tener distintos criterios que deben ser considerados, y que luego estarán de acuerdo con las normas y técnicas para instalaciones eléctricas.

En el proyecto de cualquier instalación eléctrica de alumbrado o fuerza es conveniente tomar en consideración que debe de cumplir con los siguientes requisitos.

En general cada sistema eléctrico debe de estar diseñado para satisfacer la demanda de servicio que se presente y considerar también el pronóstico de cargas para instalaciones futuras, esta medida es conveniente y necesaria en algunos casos debido a que el uso de la electricidad tiende a incrementarse independientemente del tipo que sea .

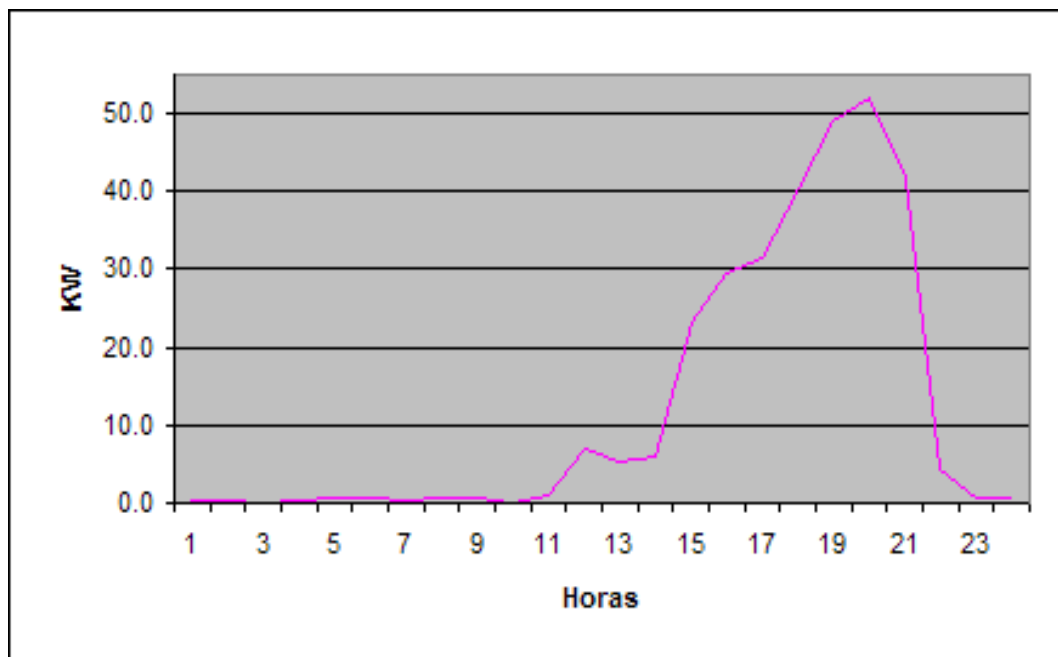
Se debe de tener instalaciones calculadas para la demanda de emergencia.



### 1. 1.1 Caracterización de cargas

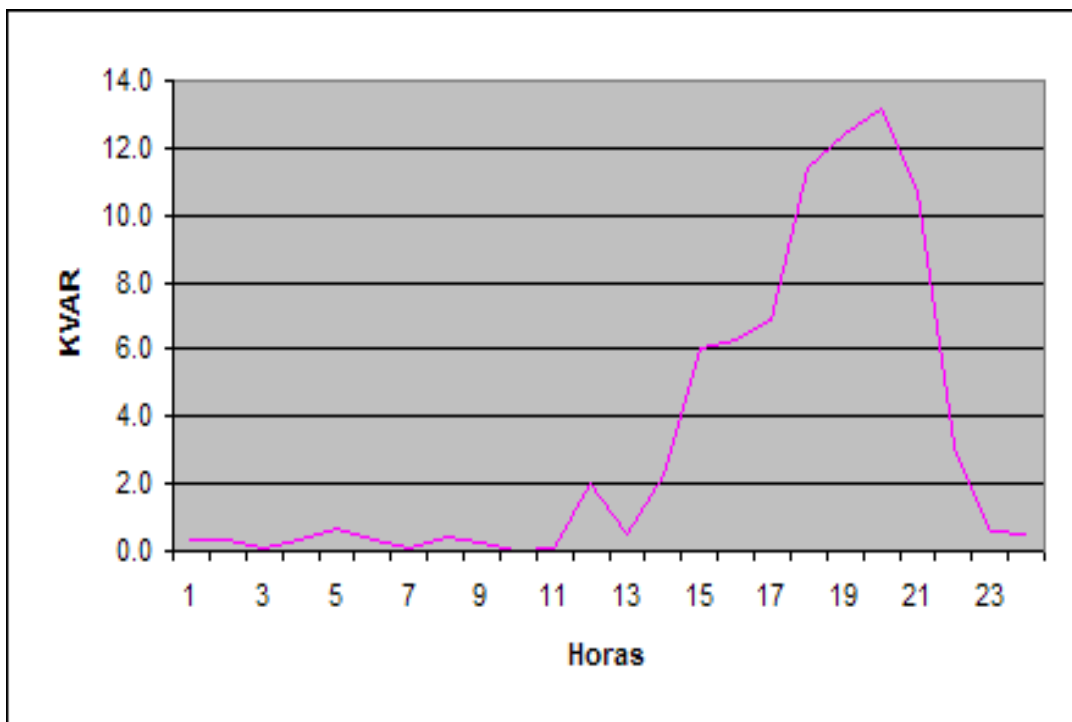
En la siguiente gráfica se muestra la curva de carga diaria, es importante hacer notar que se denomina con este nombre a la forma en que varia la demanda a lo largo de un día del edificio S-9, el día tiene un periodo de 24 hrs. de medición entonces esta demanda es la potencia media correspondiente a este intervalo de tiempo que es de 24 hrs. luego la potencia media mayor se registra en el horario de las 19 hrs. Que todas las potencias medias registradas en cada hora, la demanda maxima es la que se registra a las 19 hrs. y es la demanda maxima del día, ya que es la mayor de todas las demandas máximas.

Figura 1. Curva de carga



En la siguiente grafica se aprecia la curva de potencia reactiva esta curva a su vez nos permite observar las demandas máximas, mínimas y determinar los valles de las mismas su comportamiento es semejante al de la curva de demanda media, pero con valores distintos. Esto es evidente ya que cuanto mas reactiva sea la carga que tiene el edificio S-9 tanto menor la potencia promedio alimentada. El horario de mayor consumo de potencia reactiva es exactamente igual al de la curva de demanda maxima mayor que es a las 19 hrs.

**Figura 2. Curva de reactiva**



Las características de la carga del edificio son las siguientes:

Factor de potencia de 0.89

Una carga instalada de 59.39 Kilowatts.

La energía consumida durante el día es de 296.6 KWh.

La demanda máxima (Dmax) es de 52.1 KW.

La demanda promedio se encuentra mediante la siguiente ecuación:

$$DP = \frac{\text{Energía consumida en el periodo}}{\text{No. horas del periodo}} \quad \text{Ec. 1 (viene de 4)}$$

Donde:

DP: demanda promedio

Aplicando la ecuación anterior se tiene que la demanda promedio es:

$$DP = \frac{296.6 \text{ KWh}}{24 \text{ h}} = 12.36 \text{ KW}$$

Para encontrar el factor de carga se emplea la siguiente ecuación:

$$Fc = \frac{DP}{D_{\max}} \quad \text{Ec. 2 (viene de 4)}$$

Donde:

DP: demanda promedio

Dmax: demanda máxima

Empleando los valores obtenidos anteriormente se tiene que el factor de carga es.

$$F_c = \frac{12.36\_KW}{52.1\_KW} = 0.24$$

Un factor de carga de 0.24 indica una alta concentración de consumo de energía en un período relativamente corto en comparación con el período total de medición, esto sucede porque el edificio no funciona durante la mañana sino solamente durante la tarde y parte de la noche como puede observarse en las curvas de demanda.

Final mente se puede hablar de un factor de perdidas  $-F_p-$  como la relación entre el valor de las perdidas medias de potencia o demandas horarias con respecto al valor de perdidas máximas de potencia.

El factor de pérdidas de la instalación, se encuentra utilizando la siguiente ecuación:

$$Fp = \frac{\sum_0^{24} Phr^2}{24 * Dmax^2} * 100(\%) \quad \text{Ec. 3 (viene de 4)}$$

Donde:

Phr: demandas horarias

Dmax: demanda máxima

Empleando la ecuación anterior se obtiene que el factor de pérdidas es de:

$$Fp = \frac{11022.1}{24 * 52.1^2} * 100(\%) = 16.9\%$$

Un factor de perdidas de 16.9% indica un buen aprovechamiento de la energía eléctrica.

La utilidad del factor de perdidas esta en que partiendo de las perdidas máximas de potencia y conociendo el factor de perdidas, se puede determinar la magnitud de las perdidas energía ocurridas en el periodo de medida adoptado.

Los siguientes tres cuadros que se presentan describen de forma detallada cada circuito y la carga que cada uno de esto tiene para tener claro de lo que se esta tratando.

**Tabla I. Primer nivel**

DESCRIPCION	CARGA	POTENCIA Watts	CALIBRE AWG	PROTEC. AMP.
C.I. administración	Monofasico 110 v.	1440	12	20
C.F. administración	Monofasico 110 v.	1000	12	20
C.I. salón 101	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.I. gradas este	Monofasico 110 v.	800	12	20
C.I. baños	Monofasico 110 v.	480	10	30
C.I. corredor	Monofasico 110 v.	1480	10	30
C.I. entrada parqueo	Monofasico 110 v.	320	10	30
C.F. corredor norte	Monofasico 110 v.	100 VA	12	20
C.F. salón 101, 102, 103, 104	Monofasico 110 v.	1200 VA	12	20
Cl. y C.F. Cafetería	Monofasico 220 v.	1960 VA	6	70
C.F. computadoras corredor	Monofasico 110 v.	500 VA	12	40
C.F. corredor sur	Monofasico 110 v.	100 VA	12	20
C.I. salón de actos	Monofasico 110 v.	2500	8	20
C.I. salón 103	Monofasico 110 v.	720	8	20
C.I. salón 104	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.I. salón 102	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.I. gradas oeste	Monofasico 110 v.	480	12	20
C.I. bajo gradas junto a bomba	Monofasico 110 v.	180	12	20
C.I. Oficina atención al estudiante y tesorería	Monofasico 110 v.	320	12	20
C.F. la otra parte de administración	Monofasico 110 v.	800 VA	12	20
C.I. entrada este	Monofasico 110 v.	640	10	30
C.F. salón de catedráticos	Monofasico 110 v.	720 VA	12	20
Salón audiovisuales	Monofasico 220 v.	720	10	20
Bomba de agua	Trifásico	3730	10	30

**Tabla II. Segundo nivel**

DESCRIPCION	CARGA	POTENCIA Watts	CALIBRE AWG	PROTEC. AMP.
C.I. y C.F. salón 205	Monofasico 110 v.	720 VA	12	20
C.I. salón 204	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.I. y C.F. salón 206	Monofasico 110 v.	960 VA	12	20
C.I. salón 203	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.I. salón 209	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.F. salón 202	Monofasico 110 v.	400	12	20
C.I. baños	Monofasico 110 v.	800	12	20
C.I. gradas oeste	Monofasico 110 v.	320	12	20
C.I. salón 202	Monofasico 110 v.	1280	10	30
C.I. pasillo	Monofasico 110 v.	1440	10	30
C.I. salón 207	Monofasico 110 v.	1280	10	30
C.I. salón 208	Monofasico 110 v.	720	10	30
C.F. pasillo	Monofasico 110 v.	100 VA	12	20
C.I. salón 201	Monofasico 110 v.	960	12	20
C.I. salón 211	Monofasico 110 v.	1280	12	20
C.I. salón 210	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.I. gradas este	Monofasico 110 v.	320	12	20
C.I. biblioteca	Monofasico 110 v.	1200	12	20
C.I. Cubículo 22	Monofasico 110 v.	480	12	20
C.I. Cubículo 21	Monofasico 110 v.	240	12	20
C.F. salón 204	Monofasico 110 v.	200 VA	12	20
C.I. Cubículo 24	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.F. salón 207, 208	Monofasico 110 v.	500 VA	12	20
C.F. cubículo 22	Monofasico 110 v.	200 VA	12	20
C.F. salones 207, 208	Monofasico 110 v.	600 VA	10	30
C.F. cubículos 24, 21	Monofasico 110 v.	400 VA	10	30
C.F. salones 210, 211	Monofasico 110 v.	500 VA	10	30

**Tabla III. Tercer nivel**

DESCRIPCION	CARGA	POTENCIA Watts	CALIBRE AWG	PROTEC. AMP.
C.I. salón 302	Monofasico 110 v.	1280	10	30
C.I. oficina junto a gradas oeste	Monofasico 110 v.	240	10	30
C.I. salón 308	Monofasico 110 v.	720	10	30
C.F. salón 310	Monofasico 110 v.	720 VA	10	30
C.F. salones 308, 309	Monofasico 110 v.	900 VA	10	30
C.F. salón 301	Monofasico 110 v.	200 VA	10	30
C.I. pasillo	Monofasico 110 v.	720	10	30
C.I. pasillo	Monofasico 110 v.	720	10	30
C.I. gradas este	Monofasico 110 v.	320	10	30
C.I. gradas oeste	Monofasico 110 v.	320	10	30
C.I. cuarto vigilantes	Monofasico 220 v.	240	10	20
C.I. salones pequeños en pasillo	Monofasico 220 v.	480	10	20
C.I. salón 307	Monofasico 110 v.	1280	8	20
C.F. salón 307	Monofasico 110 v.	300 VA	12	20
C.I. salón 311	Monofasico 110 v.	1280	12	20
C.F. salón 305	Monofasico 110 v.	300 VA	12	20
C.I. salones 303, 301	Monofasico 110 v.	1680	12	20
C.I. salones 309	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.I. salón 306	Monofasico 110 v.	960	12	20
C.I. salón 304	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.I. salón 305	Monofasico 110 v.	720	12	20
C.I. AECE sede	Monofasico 110 v.	880	12	20
C.I. AECE sub-sede	Monofasico 110 v.	960	12	20
C.I. lámparas sobre terraza	Monofasico 220 v.	1000	10	20
C.I. lámparas sobre terraza	Monofasico 220 v.	1000	10	20
C.I. baños	Monofasico 110 v.	640	12	20



### 1.1.2 Estado actual y dimensionamiento de conductores

Después de efectuado una inspección visual y mediciones en puntos estratégicos, se llega a dictaminar que los conductores se encuentren en buen estado actualmente ya que estos no presentan indicios con las mediciones efectuadas ni presentan agentes que lo hayan afectado durante este tiempo que a operado, es decir que ni por agentes mecánicos, agentes eléctricos y menos por agentes químicos, tampoco se puede apreciar presión mecánica, abrasión, alargación esto es debido a que las canalizaciones cuentan con un área transversal bastante holgada y por consiguiente el manejo del mismo hizo a que estos conductores no perdieran sus propiedades originales

**Dimensionamiento.** En cualquier instalación eléctrica se requiere que los elementos de conducción tengan una buena conductividad y cumplan con otros requisitos en cuanto a sus propiedades y luego el aspecto económico. Para este caso específico del edificio en cuestión se ha utilizado desde el alimentador principal hasta la distribución de los circuitos derivados los siguientes tipos y calibres de conductores. Alimentador principal 500MCM, alimentador para el primer nivel 3/0 AWG, alimentador para el segundo nivel 3/0 AWG, y el alimentador para el tercer nivel también lo es 3/0 AWG. Los alimentadores para los circuitos derivados que comprenden iluminación, fuerza y circuitos especiales están alimentados por conductores de calibre No. 12 hasta el calibre No. 6 para los circuitos de iluminación todos están alimentados por conductores sólidos de calibre No. 12

La capacidad de los conductores de acuerdo al tipo de forro y calibre del conductor está dada en la siguiente tabla.

**Tabla IV. Capacidad por tipo de forro y calibre**

CALIBRE	RANGO DE TEMPERATURA DEL AISLANTE	
	60 °C	75 °C
AWG o MCM	TW	THW
14	20	20
12	25	25
10	30	35
8	40	50
6	55	65
4	70	85
2	95	115
1/0	125	150
2/0	145	175
3/0	165	200
4/0	195	230
250	215	255
300	240	285
350	260	310
400	280	335
500	320	380
600	355	420
700	385	460
750	400	475
800	410	490
900	435	520
1000	455	545

Fuente Guía para el diseño de instalaciones electricas Luis Alfonzo Mendez Celis

También los circuitos denominados de fuerza están alimentados por conductores sólidos de calibre No. 12, y los circuitos de fuerza especiales están alimentados por conductores sólidos de calibres específicos como por ejemplo el motor eléctrico de la bomba de agua potable que es accionado por energía eléctrica se alimenta con conductor sólido No. 10, y el otro circuito especial que se alimenta a través de conductores de calibre No. 6 es el circuito de la cafetería. Todos los conductores utilizados en la instalación de la red interna del edificio es de material de cobre con los calibres antes descritos.

#### **1.1.2.1 Resistencia de aislamiento**

Desde el punto de vista eléctrico, la habilidad de los conductores de baja tensión se mide por la rigidez dieléctrica del aislamiento, que es la que determina las condiciones de operación, manteniendo la diferencia de potencial requerida dentro de los límites de seguridad y permite soportar sobrecargas transitorias a impulsos provocados por corto circuito. Normalmente se expresa la rigidez dieléctrica en KV/mm, y dependiendo si la prueba se emplea elevación rápida de tensión o impulso varía su valor, por lo general la habilidad eléctrica de los aislamientos para conductores de baja tensión es mucho mayor que la necesaria para trabajar a niveles de tensión del orden de los 600volt, que es la tensión máxima a que están especificados. Por esta razón los conductores empleados en instalaciones eléctricas, en la mayoría de los casos fallan por fenómenos térmicos ya que si se supera la temperatura de inflamación podría producirse un incendio. Otra de las razones por la que podría modificarse el valor de la resistencia es debida a.

- Envejecimiento de los materiales aislantes ( que se vuelven quebradizos )
- Deterioro mecánico
- Efecto de polvo y la humedad ( corriente de fuga )

- Sobretensiones ( efecto de los rayos en las redes aereas )
- Fallo por montaje

Por todas estas razones la reduccion de la resistencia de aislamiento es muy peligrosa al ser esa la causa decisiva del posible circuito de fallo por tal razon se a determinado el valor de la resistencia de aislamiento en forma directa mediante un instrumento de medida de puente de medida que indica directamente el valor de la resistencia que es aun casi infinita, por lo que se considera que el aislamiento de los conductores que están operando actualmente mantienen una buena rigidez dielectrica ya que se mantienen dentro de los valores que especifican los limites del rango minimo especificado en la siguiente tabla.

**Tabla V. Valores de resistencia de aislamiento recomendados para Instalaciones eléctricas**

Instalacion	Resistencia de Aislamiento ( ohms )
Para circuitos con conductores # 14 o 12 AWG Para circuitos con conductores # 10 o mayores, y con capacidad de conducción de corriente de  25 a 50 A 51 a 100 A 101 a 200 A 201 a 400 A 401 a 800 A Mas de 800 A	1,000,000   250,000 100,000 50,000 25,000 12,000 5,000

( reproducción de la tabla 1.5 apendice 1, NTIE, 1981)

### 1.1.2.2. Capacidad calibres y secciones de conductores electricos

El parámetro mas importante de un conductor electrico es la capacidad que tiene para conducir la corriente. Esta definida por el tipo de material y limitada directamente por la capacidad de aislamiento o forro. Los conductores electricos están forrados por diferentes materiales aislantes por lo general contienen materiales organicos, estos forros están clasificados deacuerdo con la temperatura de operación permisible de tal forma que una misma seccion de cobre puede tener diferente capacidad de corriente dependiendo del tipo de aislamiento que se seleccione y de la temperatura ambiente del local de operación, como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla VI . Capacidad por tipo de aislamiento y temperatura**

MATERIAL AISLANTE	TIPO	TEMP. MAX °C	CUBIERTA	UTILIZACION
Hule resistente al calor	RH	75	Resistente a La humedad Retardadora de la flama	Locales secos
Hule resistente al calor	RHH	90		Locales secos y Humedos
Hule resistente al calor y a la humedad	THW	75		Locales secos
Termoplástico	T	60	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente A la humedad	TW	60		Locales humedos y secos
Calor y humedad	THW	75		

Guía para el diseño de instalaciones electrica Luis Alfonzo Mendez Celis

La siguiente tabla nos muestra la seccion que tienen los diferentes calibres de conductores desnudos.

**Tabla VII. De seccion transversal de conductores**

Tamaño Conductor AWG O MCM	AREA TRANSVERSAL	
	CM	mm <sup>2</sup>
14	4110	2.1
12	6530	3.3
10	1380	5.3
8	16510	8.4
6	26240	13.3
4	41740	21.2
2	66360	33.6
1/0	105600	53.5
2/0	133100	67.4
3/0	167800	85.0
4/0	211600	107.2
250		127.0
300		152.0
350		177.0
400		203.0
450		228.0
500		253.0
550		279.0
600		304.0
650		329.0
700		355.0
750		380.0
800		405.0
900		456.0

Guía para instalaciones electricas Luis Alfonzo Mendez celis

Ahora se procedera a realizar los calculos respectivos para encontrar el calibre del conductor. Usaremos el metodo

### **Cálculo de conductor por regulación**

Realizaremos un problema de un circuito efectuando todo el procedimiento paso a paso, de esta manera demostrar el procedimiento que llevaran los demas circuitos.

Tomaremos el ejemplo del circuito de iluminación para el salon donde se ubica el area administrativa del edificio.

El alimentador es monofasico tipo THW de 40 m, de longitud y debe de transmitir a una carga de 1.44 KW a 120 volt. Y un factor de potencia de 0.95 en atraso determinar la seccion en  $\text{mm}^2$ , y el calibre del conductor si se Sugiere que sea de cobre.

- a) como es un ramal se sabe que tenemos el 3% de caida de voltaje

$$e = 0.03 \times V_{\text{nom}} \quad \text{Ec. 4 (viene de 3)}$$

$$e = 0.03 \times 120 = 3.6 \text{ volt.}$$

- b) como es un circuito monofasico  $L = 2d$  Ec. 5 (viene de 3)

$$L = 2 \times 40 = 80 \text{ m.}$$

- c) seleccionamos la conductividad del material del conductor como es cobre

$$K_{\text{cu}} = 57 \frac{\text{mm}^2}{\Omega - \text{m}}$$

d) se debe calcular la corriente en función de la potencia de la carga. La carga debe expresarse en VA debido a que la corriente es mayor que en W.

Convertimos la potencia que tenemos en Watt, a VA, de la siguiente manera

$$VA = \frac{W}{\cos \theta} \quad \text{Ec. 6 (viene de 3)}$$

Sustituyendo

$$VA = \frac{1440}{0.95} = 1515.8$$

c) encontrando la corriente

$$I = \frac{S}{V} \quad \text{Ec. 7 (viene de 3)}$$

Sustituyendo

$$I = \frac{1515.8}{120} = 12.63 \text{ A}$$

d) encontrando el area

$$a = \frac{I \times L}{e \times k} \quad \text{Ec. 8 (viene de 3)}$$

sustituyendo

$$a = \frac{12.63 \times 80}{3.6 \times 57} = 4.92 \text{ mm}^2$$

de tabla No. 3, sabemos que es un conductor de calibre # 10



**Tabla VIII. Calibres y secciones primer nivel**

DESCRIPCION	CORRIENTE	DISTANCIA	CAIDA DE TENSION	CONDUCTIVIDAD	ÁREA	CALIBRE DEL CONDUCTOR
	I	d	e	K	A	
	Amperios	metros	volt	(mm <sup>2</sup> )/(Ω-m)	Mm <sup>2</sup>	AWG
C.I. administración	12.63	40	3.6	57	3.08	10
C.F. administración	12.50	40	3.6	57	4.87	10
C.I. salón 101	6.32	31	3.6	57	1.91	14
C.I. gradas este	7.02	8	3.6	57	0.55	14
C.I. baños	4.21	56	3.6	57	2.30	12
C.I. corredor	6.49	38	3.6	57	2.40	12
C.I. entrada parqueo	2.81	46	3.6	57	1.26	14
C.F. corredor norte	1.25	24	3.6	57	0.29	14
C.F. salón 101, 102, 103, 104	15.00	57	3.6	57	8.33	8
Cl. y C.F. Cafetería	17.17	18	3.6	57	3.01	12
C.F. computadoras corredor	4.39	35	3.6	57	1.50	14
C.F. corredor sur	1.25	36	3.6	57	0.44	14
C.I. salón de actos	21.93	20	3.6	57	4.27	10
C.I. salón 103	6.32	31	3.6	57	1.91	14
C.I. salón 104	6.32	40	3.6	57	2.46	12
C.I. salón 102	6.32	30	3.6	57	1.85	14
C.I. gradas oeste	4.21	50	3.6	57	2.05	14
C.I. bajo gradas junto a bomba	1.50	57	3.6	57	0.83	14
C.I. Oficina de atención al estudiante	2.81	52	3.6	57	1.42	14
C.F. la otra parte de administración	10.00	48	3.6	57	4.68	8
C.I. entrada este	5.61	14	3.6	57	0.77	14
C.F. salón de catedráticos	6.32	30	3.6	57	1.85	14
Salón audiovisuales	6.32	16	3.6	57	0.98	14
Bomba de agua	12.94	70	3.6	57	7.65	8

**Tabla IX. Calibres y secciones segundo nivel**

DESCRIPCION	CORRIENTE	DISTANCIA	CAIDA DE TENSIÓN	CONDUCTIVIDAD	ÁREA	CALIBRE DEL CONDUCTOR
	I	d	e	K	A	
	Amperios	metros	bolas	(mm <sup>2</sup> )/(Ω-m)	mm <sup>2</sup>	AWG
C.I. y C.F. salón 205	9.58	28	3.6	57	2.62	12
C.I. salón 204	6.32	36	3.6	57	2.22	12
C.I. y C.F. salón 206	12.17	26	3.6	57	3.08	10
C.I. salón 203	6.32	45	3.6	57	2.77	12
C.I. salón 209	6.32	37	3.6	57	2.28	12
C.F. salón 202	5.00	50	3.6	57	2.44	12
C.I. baños	7.02	66	3.6	57	4.51	10
C.I. gradas oeste	2.81	68	3.6	57	1.86	14
C.I. salón 202	11.23	51	3.6	57	5.58	8
C.I. pasillo	12.63	26	3.6	57	3.20	12
C.I. salón 207	11.23	27	3.6	57	2.95	12
C.I. salón 208	6.32	29	3.6	57	1.79	14
C.F. pasillo	1.25	43	3.6	57	0.52	14
C.I. salón 201	8.42	64	3.6	57	5.25	10
C.I. salón 211	11.23	53	3.6	57	5.80	8
C.I. salón 210	6.32	47	3.6	57	2.89	12
C.I. gradas este	2.81	20	3.6	57	0.55	14
C.I. biblioteca	10.53	25	3.6	57	2.56	12
C.I. Cubículo 22	4.21	35	3.6	57	1.44	14
C.I. Cubículo 21	2.11	50	3.6	57	1.03	14
C.F. salón 204	2.50	35	3.6	57	0.85	14
C.I. Cubículo 24	6.32	39	3.6	57	2.40	12
C.F. salón 207, 208	6.25	29	3.6	57	1.77	14
C.F. cubículo 22	2.50	43	3.6	57	1.05	14
C.F. salones 207, 208	3.75	23	3.6	57	0.84	14
C.F. cubículos 24, 21	5.00	54	3.6	57	2.63	12
C.F. salones 210, 211	6.25	60	3.6	57	3.65	10

**Tabla X. Calibres y secciones tercer nivel**

DESCRIPCION	CORRIENTE	DISTANCIA	CAIDA DE TENSIÓN	CONDUCTIVIDAD	ÁREA	CALIBRE DEL CONDUCTOR
	I	d	e	K	A	
	amperios	metros	voltios	(mm <sup>2</sup> )/(Ω-m)	mm <sup>2</sup>	AWG
C.I. salón 302	<b>11.23</b>	57	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>6.24</b>	8
C.I. oficina junto a gradas oeste	<b>2.11</b>	61	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.25</b>	14
C.I. salón 308	<b>6.32</b>	28	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.72</b>	14
C.F. salón 310	<b>6.32</b>	45	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>2.77</b>	12
C.F. salones 308, 309, 312	<b>3.75</b>	48	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.75</b>	14
C.F. salón 301	<b>11.25</b>	40	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>4.39</b>	10
C.I. pasillo	<b>2.50</b>	62	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.51</b>	14
C.I. pasillo	<b>6.32</b>	53	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>3.26</b>	12
C.I. gradas este	<b>6.32</b>	53	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>3.26</b>	12
C.I. gradas oeste	<b>2.81</b>	15	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>0.41</b>	14
C.I. cuarto vigilantes	<b>5.61</b>	60	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>3.28</b>	12
C.I. salones pequeños en pasillo	<b>2.11</b>	40	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>0.82</b>	14
C.I. salón 307	<b>4.21</b>	40	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.64</b>	14
C.F. salón 307	<b>11.23</b>	12	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.31</b>	14
C.I. salón 311	<b>3.75</b>	26	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>0.95</b>	14
C.F. salón 305	<b>11.23</b>	42	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>4.60</b>	10
C.I. salones 303, 301	<b>3.75</b>	26	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>0.95</b>	14
C.I. salones 309	<b>14.74</b>	51	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>7.33</b>	8
C.I. salón 306	<b>6.32</b>	31	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.91</b>	14
C.I. salón 304	<b>8.42</b>	28	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>2.30</b>	12
C.I. salón 305	<b>6.32</b>	26	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.60</b>	14
C.I. AECE sede	<b>6.32</b>	22	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.35</b>	14
C.I. AECE sub.-sede	<b>7.72</b>	24	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.81</b>	14
C.I. lámparas sobre terraza	<b>8.42</b>	10	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>0.82</b>	14
C.I. lámparas sobre terraza	<b>8.77</b>	25	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>2.14</b>	12
C.I. baños	<b>4.21</b>	30	<b>3.6</b>	<b>57</b>	<b>1.23</b>	14

Ahora se ara el análisis del calculo de calibre de conductores por el método **Por Corriente.**

Se ara el mismo ejemplo del efectuado en la demostración del método Por Regulación y analizar la diferencia entre un método y el otro.

Calcular el calibre del conductor tipo TW para una línea monobásica de dos conductores con una corriente de 12.63 a.m. En un ambiente de 30 °C,

De la tabla IV se puede ver que un conductor de calibre # 14 puede conducir 20Amp. A 30°C, como se debe aplicar el factor de seguridad del NEC se tiene

$$I = 20 \times 0.8 = 16\text{Amp.} \quad \text{Ec. 9} \quad (\text{viene de 3})$$

De donde se debe utilizar conductor # 14. Se puede observar que el mismo ejemplo anterior efectuado en el método por regulación, varia demasiado es decir la gran reduccion de la capacidad de transporte de corriente en los conductores a causa de los diferentes factores externos.

Tambien existe reduccion de la capacidad de transporte de corriente de los conductores por la cantidad de conductores que van dentro de una tubería, según lo indica la tabla siguiente.

**Tabla XI. factores de corrección por cantidad de conductores**

No. CONDUCTORES	FACTOR DE REDUCCION DE CAPACIDAD DE CONDUCTORES
4 a 6	80%
7 a 24	70%
25 a 42	60%
Arriba de 43	50%

### **1.1.3. Tuberías**

Los medios de canalización mas comúnmente usados en las instalaciones electricas para el edificio S-9 son los siguientes.

- Tubo conduit de pared gruesa
- Tubo conduit de pared delgada
- Doctos
- Tubo flexible
- Tubo de plástico flexible

Tubo de acero galvanizado de pared gruesa. Este tubo esta protegido interior y exteriormente por medio del acabado galvanizado, puede ser puede ser empleado en cualquier clase de trabajo dada su resistencia. En especial en instalaciones industriales del tipo visible o en instalaciones a la intemperie para el edificio S-9 se utilizo para canalizar y alojar los alimentadores que van del gabinete del interruptor general para cada nivel este tubo conduit de pared gruesa empleado aquí es de tres pulgadas de diámetro y unido atravez de uniones con rosca de la misma medida.

Tubo de acero de pared delgada. Sus aplicaciones son del mismo tipo que cualquier tubo conduit de pared gruesa, por sus propiedades de resistencia a la humedad, solo que no se le puede hacer rosca en los extremos y se unen por medio de coples u otro tipo de conectores atornillado Este tipo de tubería encontró una especial aplicación en edificio S-9, para conducir y guiar los conductores en la parte del techo de cada nivel quedando fundido dentro de la losa de concreto y distribuido de tal manera que las unidades electricas quedasen ubicadas donde se encuentran actualmente, este tubo conduit de pared delgada empleado aquí tiene la medida de media pulgada tanto en la losa como en las bajadas de las paredes para los interruptores y las armaduras,

Ductos consisten en canaletas de lamina de acero de seccion cuadrada o rectangular con tapa, se usan solo en instalaciones visibles, ya que no se pueden montar embutidos o empotrados en pared o dentro de losas de concreto razon por lo que su aplicación se encuentran en industrias y laboratorios. Los conductores se llevan dentro de los doctos como si se tratara de tubo conduit y se puede catalogar, deacuerdo a su aplicación, como doctos alimentadores. La configuración de los doctos empleados en los pasillos del primer nivel, segundo y tercer nivel es cuadrada de 3.94 X 3.94 pulg. Que salen desde el tablero de distribución de cada nivel instalados de sobreponer la cual se pueden apreciar en los pasillos del edificio

Tubo flexible. Se emplean en aquellas instalaciones en que esa necesario hacer muchas curvas, ya que se adaptan perfectamente a esto en el S-9 se emplearon para hacer instalaciones recientes de sobre poner en contadores que posiblemente se instalen que están a la vista en la parte de la entrada este, es decir en la parte donde no hay parqueo.

Tubo plástico flexible. este tubo se fabrica con distintas denominaciones comerciales, como lo son: Poliducto, Duraducho, etc., tiene las propiedades de ser ligero y resistente a la acción del agua, su empleo se a incrementado mucho en instalaciones de edificios. Tiene la limitante de que no es recomendable usarlo en lugares con temperaturas que excedan a los 60 °C. Para su conexión se requieren de accesorios especiales de plástico. En el edificio es usado el tubo flex plástico con forro de plástico ( CT ), como conductos de sobreponer en la entrada para unas cajas de contadores que están pendiente de conectarse para la cafeteria. Es importante hacer notar que el uso de estas tuberías cuando no son fijadas con alguna técnica que permita alinear correctamente cuando en algunas partes son sobrepuesta y que no contenga muchas vueltas, se percibe visualmente como antiestético

la cual de antemano nos indica que no existió una planificación del sistema eléctrico. Es importantísimo tomar en cuenta que el código eléctrico

Acepta que los conductores eléctricos que se van a instalar en ductos no metálicos tienen que tener aislamiento para 90°C pero, la capacidad de conducción de los mismos sea utilizado de acuerdo a los conductores para 60°C o en su defecto aplicar los factores de corrección por temperatura en función de la capacidad. La siguiente tabla muestra las dimensiones de tubos conduit, para diámetro interior y área interior.

**Tabla XII. Muestra las dimensiones de tubos conduit de diámetro Interior y área interior**

TAMAÑO EN PULGADAS	DIAMETRO INTERIOR EN PULGADAS	AREA INTERIOR EN PULGS. <sup>2</sup>
½	0.622	0.30
¾	0.824	0.53
1	1.049	0.86
1 ¼	1.380	1.50
1 ½	1.610	2.04
2	2.067	3.36
2 ½	2.469	4.79
3	3.168	7.28
3 ½	3.548	9.90
4	4.026	12.72
5	5.047	20.06
6	6.065	28.89

#### **1.1.4. Protección**

Una instalación apropiadamente protegida es aquella en la cual se encuentra con un sistema coordinado de elementos que desempeñen las siguientes funciones: evitar situaciones peligrosas para las personas, minimizar daños por situaciones anormales de operación y aislar la zona específica donde aparece la falla de tal forma que el resto de la instalación que no se encuentre implicada siga funcionando en las mejores condiciones posibles.

Para nuestro caso los dispositivos de protección que fueron determinados y que se encuentran instalados actualmente en el edificio son interruptores termomagnéticos de la serie FEDERAL PASIFIC dispuestos en gabinetes hasta de 30 polos. Se ha utilizado debido a que son dispositivos de construcción compacta que puede realizar funciones de conexión o desconexión, protección contra cortocircuito y contra sobrecarga y también se pueden utilizar en instalaciones de baja tensión hasta de 600 volt. Está constituido por una pequeña caja moldeada como especie de dado con terminales y una palanca para su accionamiento. En el interior están los contactos uno fijo y el otro móvil que tiene una cámara para la extinción del arco. El sistema de disparo trabaja a base de energía almacenada, la energía al operar, los dispositivos de protección se libera la energía, y la fuerza de un resorte separa los contactos.

La protección contra sobrecarga está constituida por una barra bimetálica que dependiendo del valor que tenga la corriente así como del tiempo que se mantenga, provoca el disparo que abre los contactos. Esta misma barra está colocada a cierta distancia de una pieza ferromagnética. Cuando la corriente se eleva a valores muy altos ( cortocircuito ), se crean fuerzas electromagnéticas de atracción capaces de provocar que los contactos se abran en un tiempo muy corto. De esta manera se logra la protección contra



cortocircuitos. Estos interruptores tienen una calibración que en algunos casos solo el fabricante puede modificar.

Pero en general todos los tipos series y marcas de protecciones tienen como misión principal al momento de presentarse una falla abrir el circuito eléctrico con seguridad y confiabilidad. Pero para desarrollar esta función debe primero detectar la falla y luego poder ejecutar la interrupción.

Las características que debe poseer una protección eléctrica son las siguientes.

- confiabilidad
- rapidez y sensibilidad
- selectividad
- economía

Confiabilidad. La confiabilidad es en verdad la característica relevante, ya que una protección debe de ofrecer certidumbre de que operará siempre que se presente las condiciones anormales para las que se diseñó. Esta característica cumple más fácilmente entre más simple sean los equipos. Si en caso la falla no opera la protección primaria, siempre debe de existir una protección de respaldo que limpie la misma. Cuando la falla es limpiada por la protección de respaldo es aconsejable chequear o recalcular la protección primaria.

Rapidez y sensibilidad. Lo ideal es que una protección actúe inmediatamente después de ocurrida la falla, sin embargo esto no es posible debido a que las señales eléctricas requieren de cierto tiempo para accionar los sistemas mecánicos, que a su vez efectúan la operación de apertura y limpieza de la falla. De acuerdo con esto se puede establecer el siguiente enunciado \* operación instantánea es aquella que caracteriza a una

proteccion que no tiene retraso voluntario \*, y operación de tiempo definido es la que integra cierta variable en el tiempo.

Selectividad. Se dice que un circuito es selectivo cuando, al ocurrir la falla la menor cantidad de equipo es removido del sistema con el fin de aislar la falla, con lo que se mantiene la continuidad servicio en la mayor parte de sistema.

Al conjunto de protecciones calibradas que trabajan selectivamente se le conoce como sistema coordinado de protecciones.

Economía. Un estudio técnico- economico de protecciones debe de considerar la inversión necesaria para la instalacion y operación del sistema contra el costo de reparación de los posibles daños asociados mas el costo de interrupción del servicio. Un sistema será mas caro o sofisticado según el valor de los equipos que protege o el grado de proteccion ( confiabilidad ), para un circuito o carga.

#### **1.1.4.1. Prueba de disparo**

La prueba de disparo que se efectuó para el edificio S-9 únicamente fue manual es decir que solamente se probó cuan era el efecto de la energía potencial elástica almacenada en el resorte, y se determinó sin tomar en cuenta los efectos de la temperatura que su energía potencial es aun máximo porque al comprimir el resorte cambia de posición inmediatamente esto confirma el enunciado echo anteriormente que. La prueba de disparo de los interruptores termomagneticos, funcionan mediante almacenamiento de energía mecánica por la compresión de un resorte. Dicho de otra manera cuando se cierran los contactos se comprime el resorte en donde se almacena la energía, al operar el interruptor ya sea por sobre carga o corto circuito la energía almacenada se libera separando los platinos o contactos y

de esa manera energiza o decenergiza el sistema, quedando en alguna posición para luego restáuralo,

#### **1..1.4.3. Corriente nominal**

A este tipo de corriente denominada nominal es la corriente de funcionamiento o la corriente estandarizada para la cual un sistema o aparato debe de recibir en condiciones normales de operación sin que este sea mayor o menor a las especificaciones dadas en el sistema. Por ejemplo: si decimos que la corriente nominal de un motor electrico es de un determinado valor dado, pues ese valor es con la que en motor debe de operar, esta es la corriente nominal. Que la diferenciamos de la corriente de arranque, o corriente de cortocircuito estas otras corrientes toman como referencia a la corriente nominal. En el caso especifico de la corriente nominal del edificio es la corriente obtenida como la razon entre la potencia total y el voltaje que se tiene en terminales.

#### **1.1.5. Taleros**

Como tablero se conoce a un gabinete metálico donde se alojan instrumentos, interruptores, arrancadores, y/o dispositivos de proteccion y control, los tableros se clasifican en diferentes tipos según sus aplicaciones y capacidad para prestar servicio.

- Tablero general
- Tablero de distribución o derivados
- Tablero de alumbrado

Tablero general. Es el que se coloca inmediatamente después del transformador y que contiene un interruptor general. El transformador se

conecta a la entrada del interruptor y a la salida de este se conectan barras que distribuyen la energía eléctrica a diferentes circuitos a través de interruptores derivados. En el caso más generalizado estos van colocados exclusivos en cuartos destinados a centros de carga y medición su alimentación se realiza directamente del secundario como ya se menciona.

Tablero de distribución o derivados. Cada área de una instalación está normalmente alimentada por uno o varios tableros derivados: Estos tableros pueden tener un interruptor general, dependiendo de la distancia del tablero de donde se alimenta y el número de circuitos que alimente. Contiene una barra de cobre para el neutro y 1, 2 ó 3, barras conectadas a las fases respectivamente (directamente o a través del interruptor general),

Normalmente a las barras de las fases se conectan interruptores termomagnéticos de 1, 2 ó 3 polos, dependiendo del número de fases que se requieran para alimentar los circuitos derivados. Estos últimos a su vez alimentan: unidades de alumbrado, salidas para contactos o equipos especiales.

Tablero de alumbrado. Las unidades de alumbrado, al igual que los motores, están al final de la instalación y son consumidores que transforman la energía eléctrica en energía luminosa y generalmente también en calor.

Para el edificio S-9 contamos con seis gabinetes uno de medición, un gabinete para protección general, tres gabinetes (tableros de distribución o derivados), y un tablero pequeño para el servicio de fotocopiadora.

El gabinete o tablero de medición es el que tiene alojado en su interior los CT's. Que sirven para bajar el nivel de corriente y enviarlo al contador de mandómetro y así efectuar la medición

Los otros tres tableros de distribución o derivados, son trifásicos 4 hilos con neutro solidó 120/208 volt. Serie Federal Pacific, para cuarenta circuitos

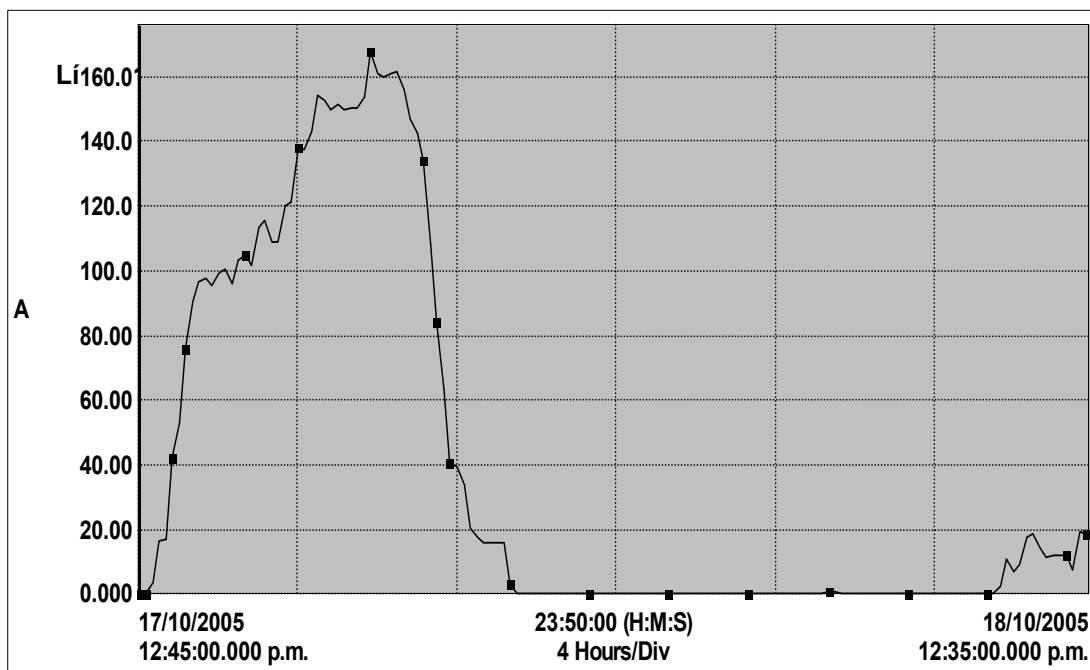
## 1.2. Análisis de redes

Una de las características importantes en el análisis de redes es la combinación continua de una gran variedad de hechos que se ajustan a tantas observaciones como sea posible. Se explican los fenómenos electricos que ocurren durante el periodo de medición de la CALIDAD DE ENERGÍA en un periodo corto de 24 hrs. que nos describe el comportamiento y demanda de las magnitudes que intervienen en este análisis.

### 1.2.1 Corrientes

La carga demanda la mayor corriente entre 13 hrs. y 21 hrs.

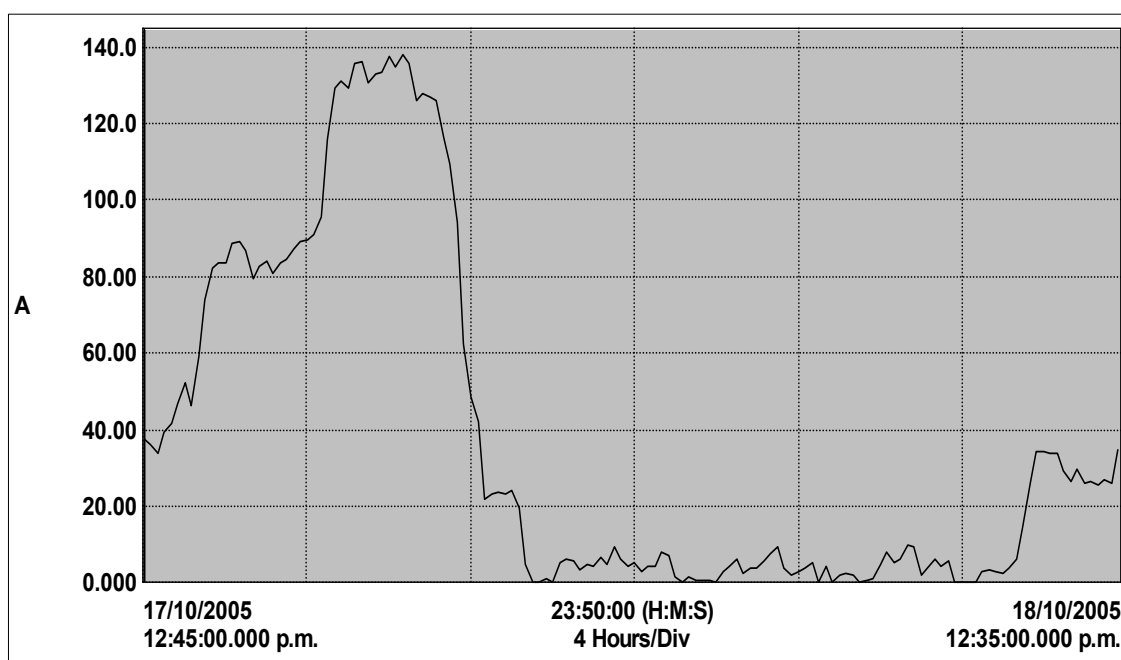
**Figura 3. De corriente versos tiempo para la línea 1**



La grafica 3. mostrada en la pagina anterior es la correspondiente a la corriente en funcion del tiempo para una fase a la que llamaremos línea 1, como se aprecia la.

Maxima corriente de la línea 1, es de 167 A. Y es en el horario de 6:35 p.m. y pero el valor de esta corriente es en un instante de tiempo es decir que es una corriente que no se mantiene durante un largo periodo. La corriente promedio es de 38.4 A esta corriente promedio es la que se mantiene durante el periodo de consumo.

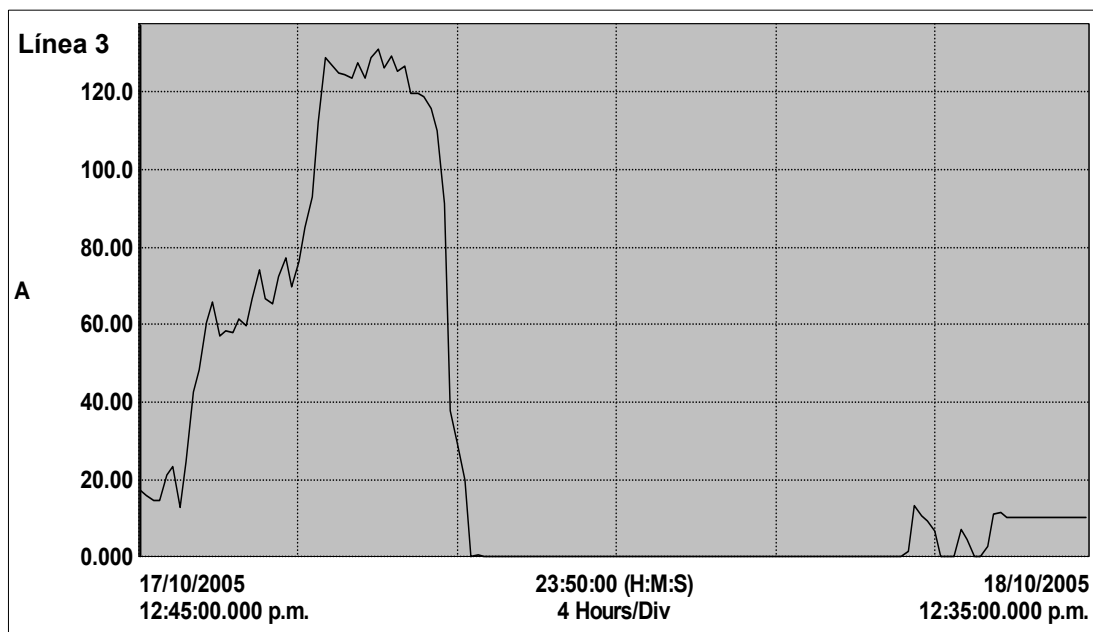
**Figura 4. De corriente versos tiempo para la línea 2**



La gráfica de arriba que se identifica como figura 4, es la que corresponde a la línea 2, también es una grafica de la corriente en funcion del tiempo que nos muestra la corriente maxima que es de 137.8 A. En

horario de 7:05 p.m. y la corriente promedio que se registra en esta hora es de 37.74 a. Si esta línea 2, se analiza con la línea 1, se puede ver que la corriente maxima en la línea 1 es mayor que la línea 2, mientras que la corriente promedio de la línea 1 es menor que la línea 2

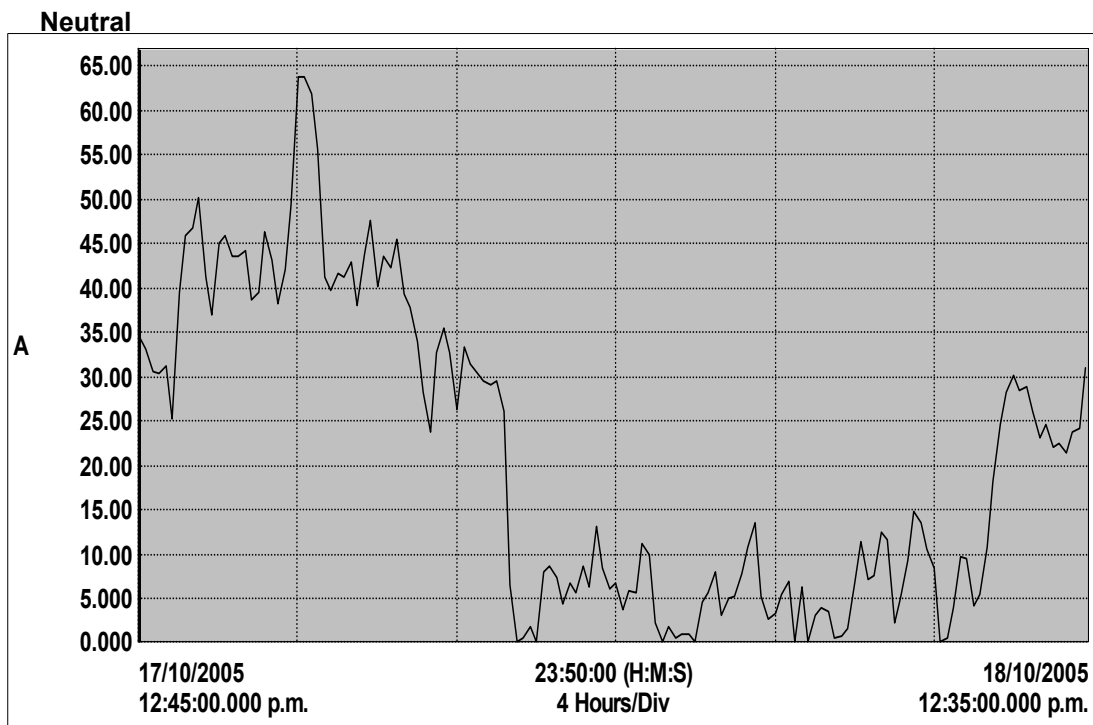
**Figura 5. De corriente versos tiempo para la línea 3**



Esta gráfica tres que corresponde a línea 3, es una gráfica que describe el comportamiento de la corriente que circula en la correspondiente fase y que tiene su maxima corriente en un instante de tiempo dado que alcanza un valor de 130.9 A. En el horario de 6:45 p.m. Y la corriente promedio alcanza un valor de 28.62 A. Esta es la corriente de consumo de la carga conectada a esta fase. Es importante hacer notar que en las tres graficas anteriores y en cada una de ellas se pude determinar el valor de la corriente en cualquier instante de tiempo para cada fase asi como apreciar la hora de mayor demanda.

Se puede ver que la corriente máxima que existe en cada fase predomina el mayor valor que corresponde a la fase o línea 1, casi a la misma hora, lo que nos indica que es la línea 1, la que mayor carga tiene y en su orden le sigue la línea 2, posteriormente la línea 3, lo que indica un desbalance de cargas entre fases principalmente en la fase 1.

**Figura 6. De corriente versus tiempo para la línea neutral**



Esta es la figura 6 que describe el comportamiento de la corriente que circula por la línea neutral y el valor máximo de la corriente en un instante determinado es de 63.7 Amp, y el valor de la corriente promedio por esta línea es de 20.7 Amp.

Como se puede ver a través de las gráficas que la corriente neutral es relativamente menor que la corriente promedio de cada una de las tres fases



lo que nos indica que existen carga conectadas a 220 Volt. Trifásico, que incrementan el valor de la corriente con respecto a la línea neutral, esto tambien nos indica que existen cargas conectadas a 220 voltios con.

Servicio monofasico, esa es la razon por las que fluyen corrientes mayores que en la línea neutra.

En las graficas de corrientes se puede ver este comportamiento ya que existe una grafica para cada línea y una grafica para la línea neutral.

Las curvas identificadas en la figura 3, figura 4, figura 5 y figura 6 son graficas de corrientes versos tiempo.

Los valores con los que se trazaron las curvas de cada figura mencionadas anteriormente se pueden ver en la seccion de anexos en la tabla A-1 y tabla A-2.

Las curvas identificadas como figura 7, figura 8 y figura 9 son graficas de voltaje versos tiempo. La figura 7 corresponde a la línea 1, la figura 8 corresponde a la línea 2 y la figura 9 corresponde a la línea 3. Estas curvas se trazaron con los datos de la tabla D-1 y tabla D-2 seccion de anexos

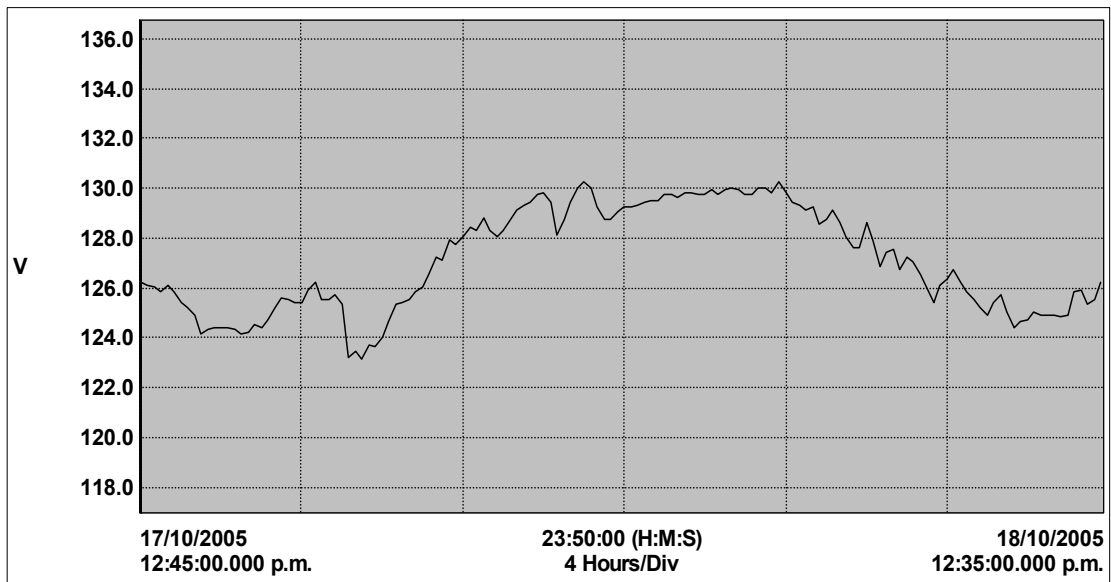
De igual manera las curvas identificadas como figura 10, figura 11 y figura 12 son graficas de factor de potencia para cada línea y los valores con que se trazaron pueden verse en la tabla B-1 y tabla B-2 seccion de anexos.

Tambien las curvas identificadas en la figura 13, figura 14, figura 15 y figura 16 son graficas de potencia real plóteadas en funcion del tiempo para las líneas 1, 2, 3 y una grafica como sumatoria de potencias reales que sus valores pueden verse en la tabla C-1 y tabla C-2 seccion de anexos.

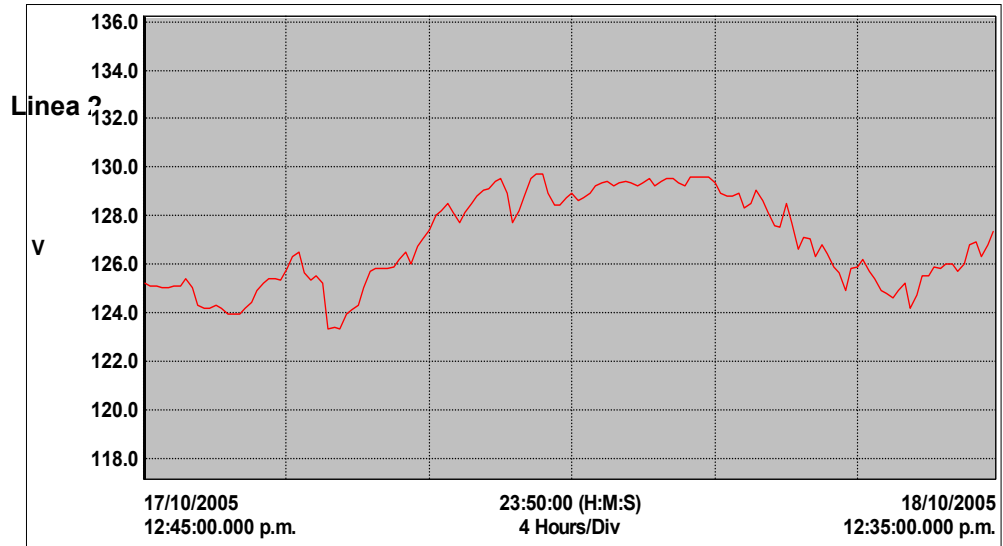
## 1.2.2 Voltajes

Las mediciones de tensión efectuadas en el edificio S-9 tienen el siguiente comportamiento. Para cada línea según los registros que muestran las grafica de la tensión en funcion del tiempo. Pero según las normas técnicas del servicio de distribución N T S D. Para un periodo de medición corto o de transición se acepta un porcentaje de hasta el 12% para servicios Urbanos y de baja tensión tomando en cuenta que, se considera que la energía es de mala calidad. Cuando en lapso de tiempo mayor al cinco por ciento 5%, del correspondiente al total del periodo de. medición, las mediciones muestran que la regulación de tensión ha excedido el rango de tolerancias.

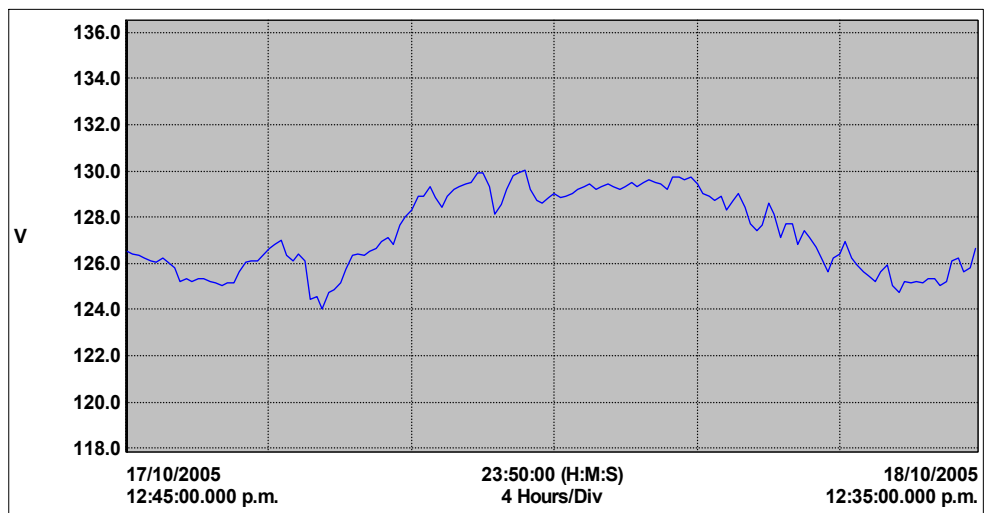
**Figura 7. De voltaje versos tiempo para la línea 1**



**Figura 8. De voltaje versos tiempo para la línea 2**



**Figura 9. De voltaje versos tiempo para la línea 3**



### 1.2.3. Factor de potencia

El factor de potencia es la relación de la potencia realmente usada en el edificio S-9 con la potencia aparente entregada por la EEGSA. El factor de potencia se rige bajo normas estrictas de operación las cuales establecen que no debe de ser menor al 85%, las siguientes tres graficas que se muestran cada una registra un valor de factor de potencia aceptable ya que se encuentra dentro del rango permitido.

$$F_p = \frac{\text{potencia real} = kW}{\text{potencia aparente} kVA} \quad \text{Ec. 10 (viene de 4)}$$

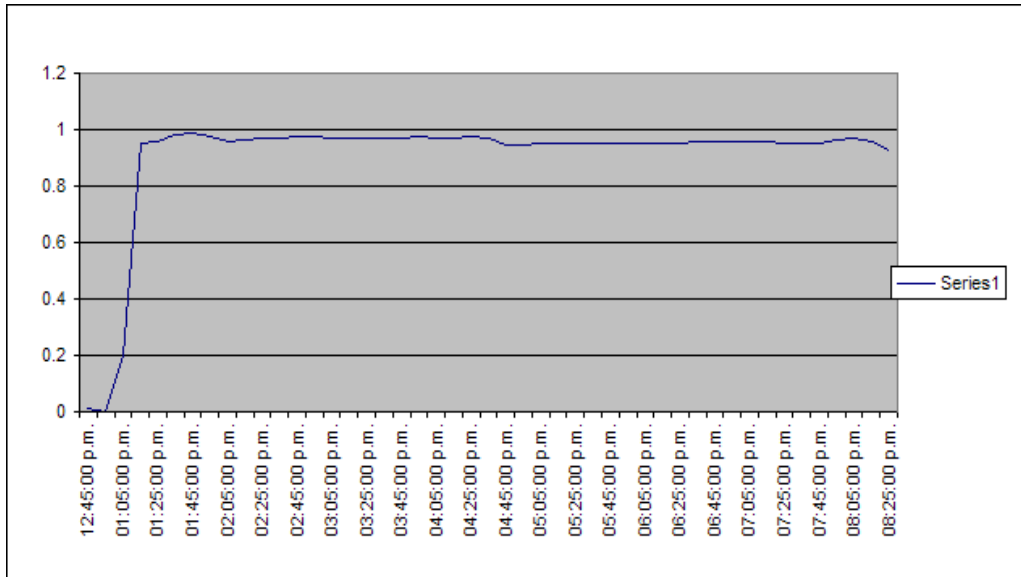
Las cargas como las lámparas que contienen una reactancia, el motor de bomba de agua y las computadoras crean un cambio o retraso en la fase entre la onda de la corriente y la del voltaje. Estas carga de tipo inductivo ocasiona que la corriente retrase al voltaje en cierto Angulo, conocido como el Angulo de fase.

Para las cargas puramente resistivas no hay diferencia de fases entre ambas ondas; por lo tanto en términos matemáticos se calcula de la forma siguiente

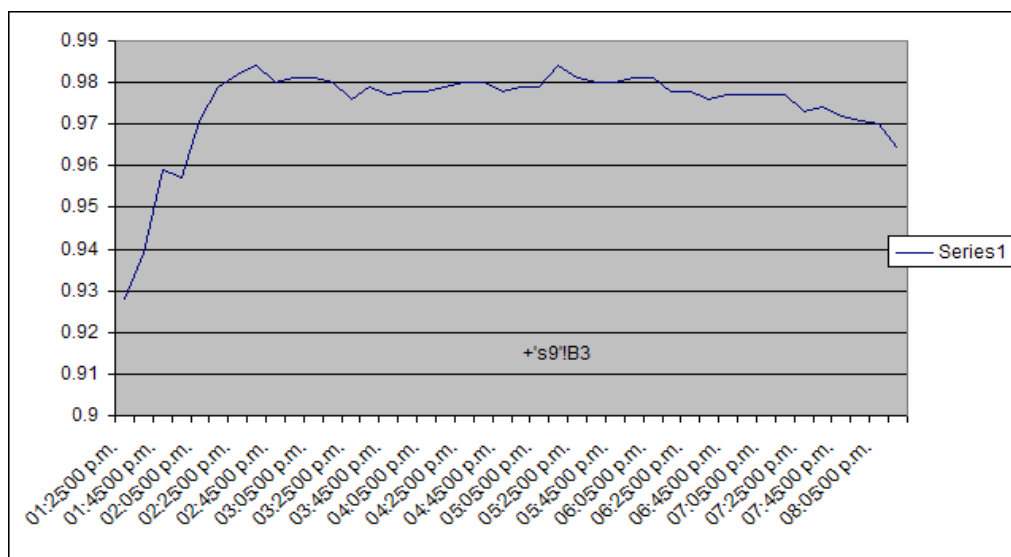
$$F_p = \cos \theta \quad \text{Ec. 11 (viene de 4)}$$

$$F_p = \frac{p \text{ promedio}}{S \text{ aparente}} \quad \text{Ec. 12 (viene de 4)}$$

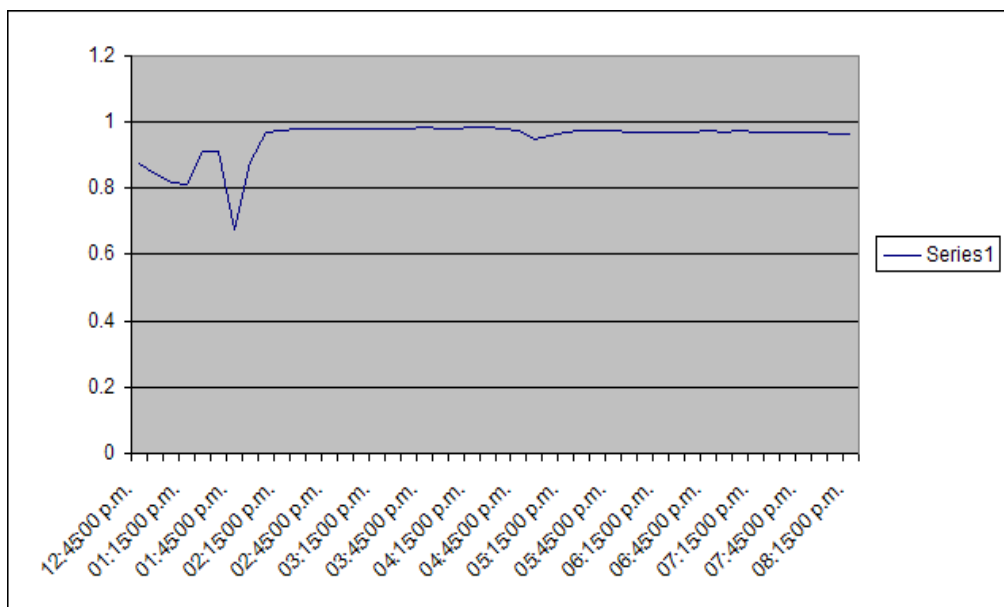
**Figura 10. De factor de potencia versos tiempo para la línea 1**



**Figura 11. De factor de potencia versos tiempo para la línea 2**



**Figura 12. De factor de potencia versos tiempo para la línea 3**



En las figuras identificadas con los números 10, 11 y 12 son curvas de factor de potencia correspondientes para cada fase es decir, que la grafica 10 corresponde a la línea 1, se puede ver la forma que la curva adopta es una línea horizontal casi recta el comportamiento es casi uniforme excepto al inicio de la medición que comienza en cero pero en un corto tiempo alcanza un valor promedio de 0.95 este factor nos indica que la carga no es muy reactiva ya que cuanto mas reactiva sea la carga menor será el factor de potencia, además este valor esta dentro del rango exigido por el proveedor, este comportamiento de la curva se da en el periodo de demanda maxima es decir que la ultima hora que registra la grafica se nota que la curva decae porque no existe consumo en ese momento pero la curva tiende a aparecer cuando existe el mas minimo consumo es decir que con una sola unidad encendida pueden apreciarse picos de grafica.

De la misma manera la grafica 11 es del factor de potencia para la línea 2, la curva es un poca mas irregular comparada con la curva de la grafica anterior aunque en valor promedio no es muy marcada la diferencia pero si lo hay ya que tiene un valor 0.93 esto es porque a esta línea tiene cargas un poco mayor que la anterior es decir que un numero mayor de lámpara conectadas a esta fase es por esta razon que la curva se comporta de esa manera en el mismo periodo de demanda.

Y la grafica identificada con el numero 12, tambien es una grafica del factor de potencia para la línea 3, como se pude ver el comportamiento de la curva es uniforme comparada con la anterior con excepción del inicio de la medición que tiende a bajar cuando se conecta pero esto podría ser por manipuleo del aparato ya que posteriormente la tendencia de la curva es casi uniforme pero y pareciera que después del inicio de la medición cuando se estabiliza es el valor mas cercano a la unidad tal como se puede ver el la grafica

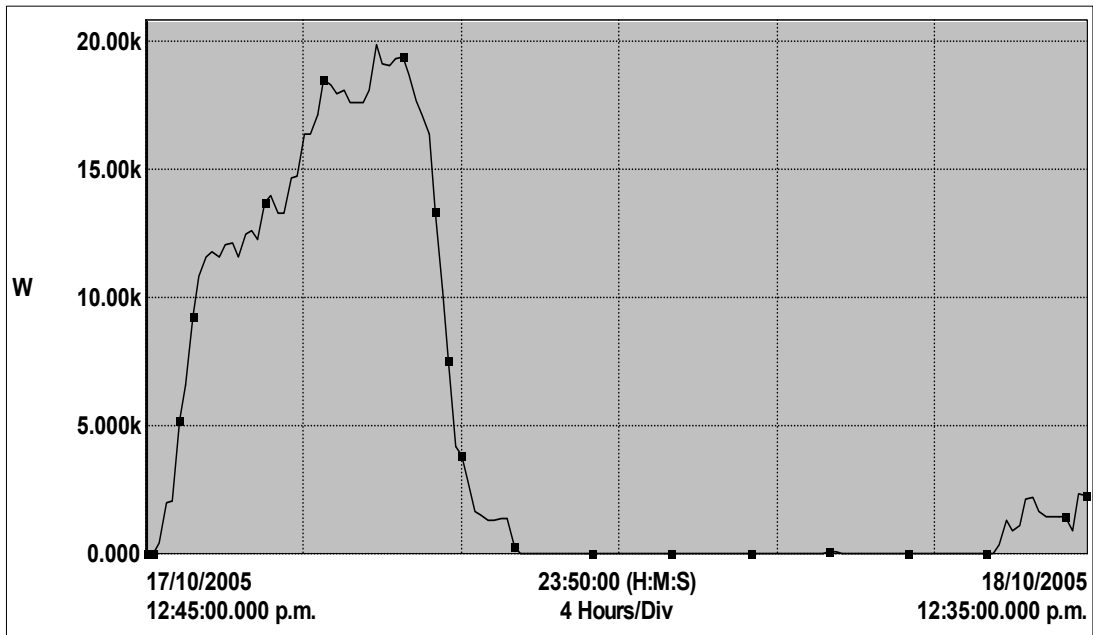
#### **1.2.4. Potencia**

La potencia es una indicación de la cantidad de trabajo que se realiza en un tiempo determinado, es por eso que se efectuaron medidas para determinar los valores de potencia real, reactiva y aparente en cada línea para determinar el comportamiento de la carga en las horas de máximo consumo.

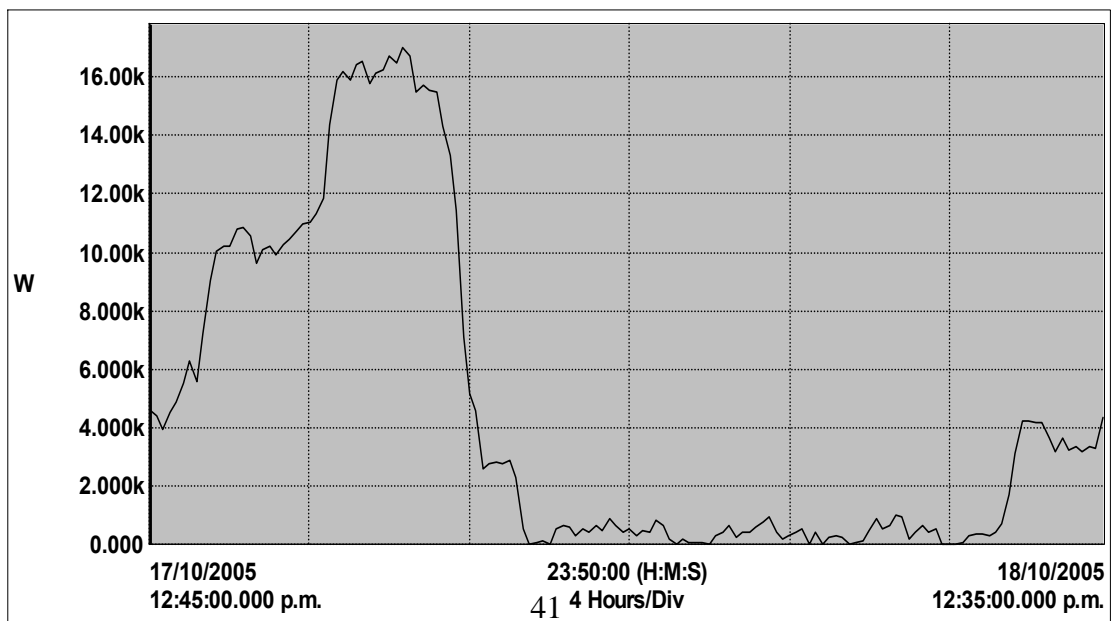
La potencia entregada o absorbida por sistema electrico se puede determinar en términos de la corriente y la atención, pero las graficas que veremos nos explican con detalle el comportamiento de las mismas.

Las siguientes son gráficas de potencia real para las tres fases del S-9.

**Figura 13. De potencia real versus tiempo para la línea 1**

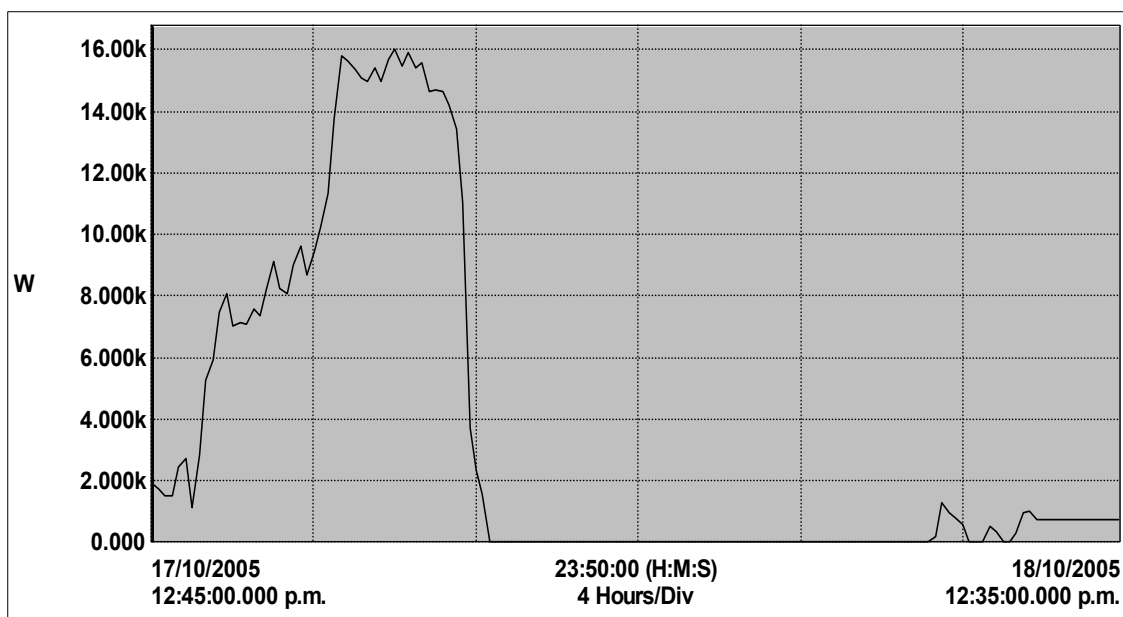


**Figura 14. De potencia real versus tiempo para la línea 2**

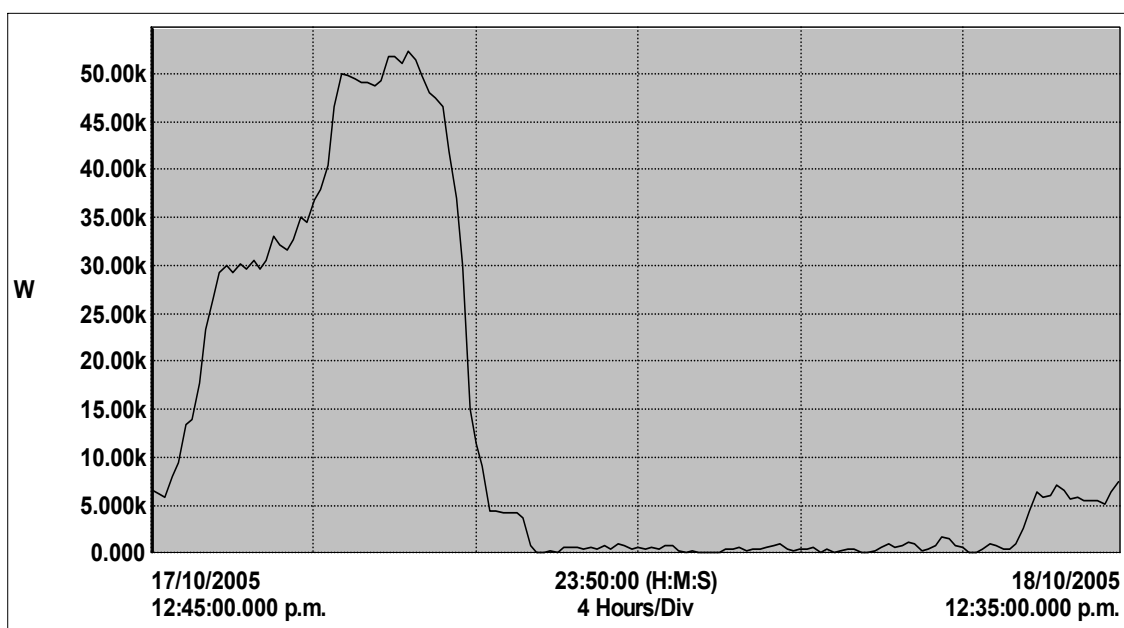




**Figura 15. De potencia real versus tiempo para la línea 3**



**Figura 16. Sumatoria de potencias reales**



#### **1.2.4.1. Potencia activa**

Potencia activa o potencia real en la grafica 13 para la línea 1 se puede ver que dicha potencia comienza a realizar trabajo partir de las 10 hrs. que va incrementándose gradualmente hasta alcanzar un valor máximo de 20 kW. Luego desciende y deja de realizar trabajo hasta las 23 hrs.

De igual manera lo realiza la línea 2 con la diferencia que esta línea si realiza trabajo continuo, en el horario de 23 hrs. a 9 hrs. realiza un trabajo minimo pero lo hace, mas sin embargo de las 10 hrs. a 23 hrs. que es cuando realiza el mayor trabajo y en su punto máximo llega 17 kW. Como lo muestra la grafica 14.

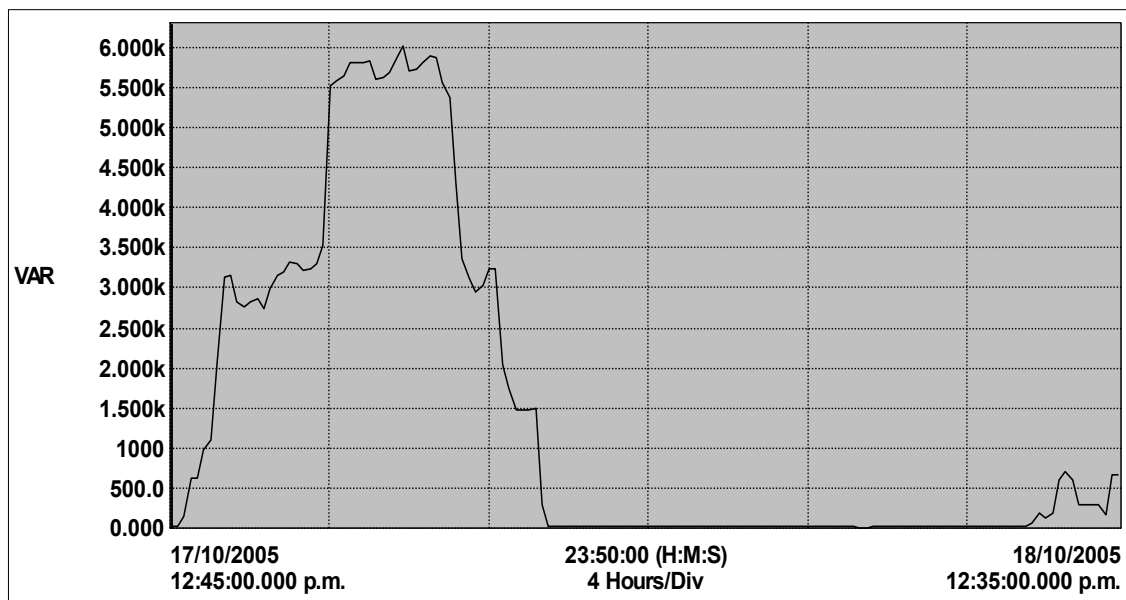
La línea 3 sigue el mismo patrón de comportamiento en su curva con los mismo intervalos de horarios de la línea 1 alcanzando una maxima demanda de potencia real con valor de 16 kW. Como lo muestra la grafica 15.

Potencia activa total la gráfica 16 describe la demanda requerida por la carga total para realizar el trabajo que se necesita, la demanda maxima de potencia activa es de 52 kw según lo muestra la grafica, y el comportamiento de la curva del total de la potencia es bastante similar a las tres anteriores.

### 1.2.4.2. Potencia reactiva

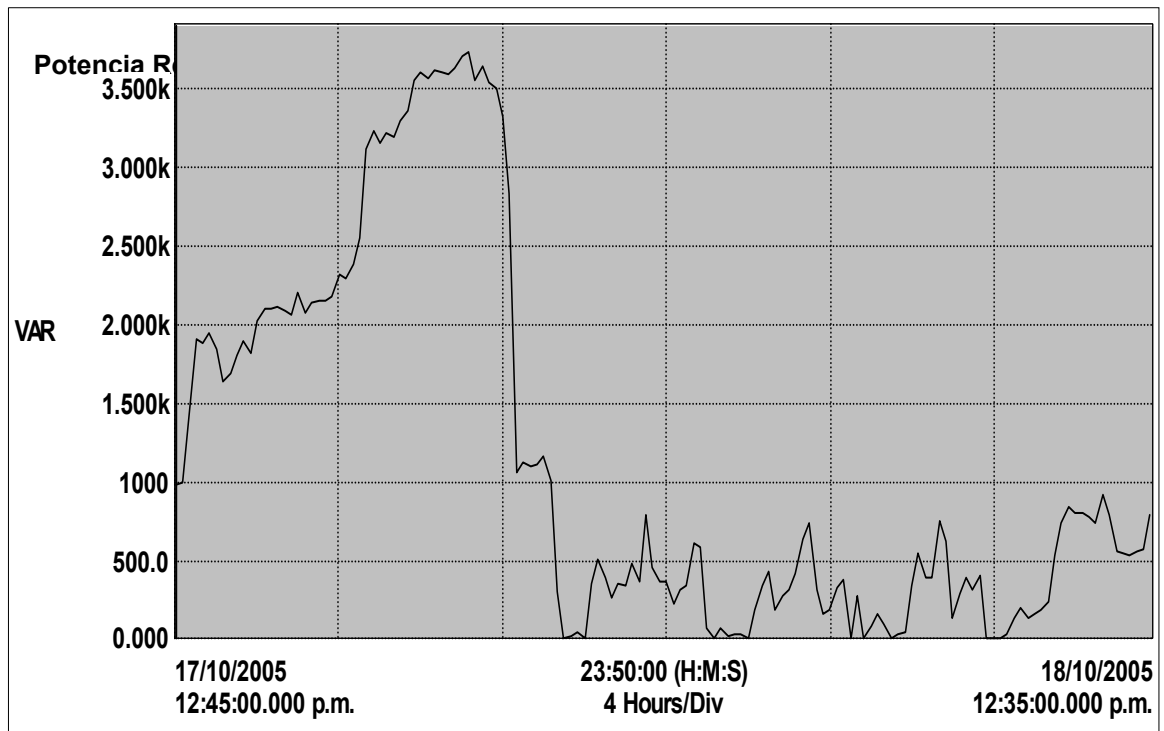
La potencia reactiva varia un poco con respecto a la potencia real esto es porque la potencia reactiva es la potencia asociada con el establecimiento de campos magnéticos y electricos respectivamente, por ende el consumo de potencia reactiva es diferente en cada línea esto es porque a cada linea tiene conectado cargas distintas tanto en cantidad como en tipos

**Figura 17. De potencia reactiva para la línea 1**



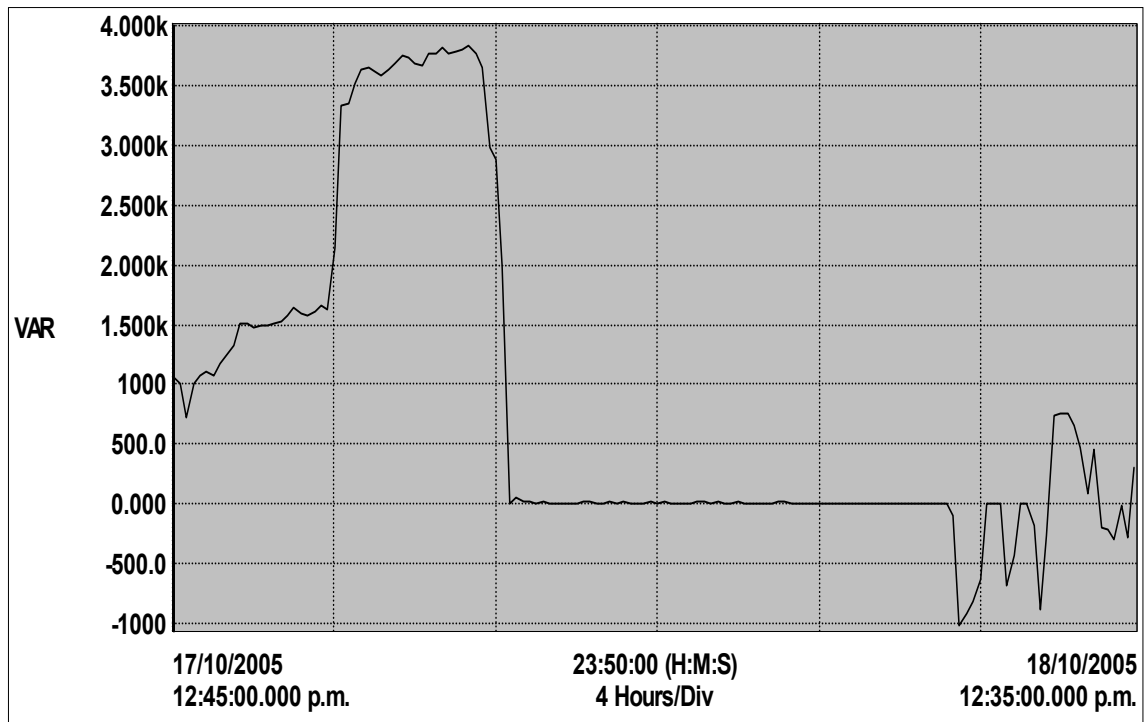
Esta figura 17 muestra que la demanda de reactiva en el horario de 11.45 hrs. y 19 hrs. en este intervalo de tiempo existe un punto máximo de 6 kVAR

**Figura 18. De potencia reactiva para la línea 2**



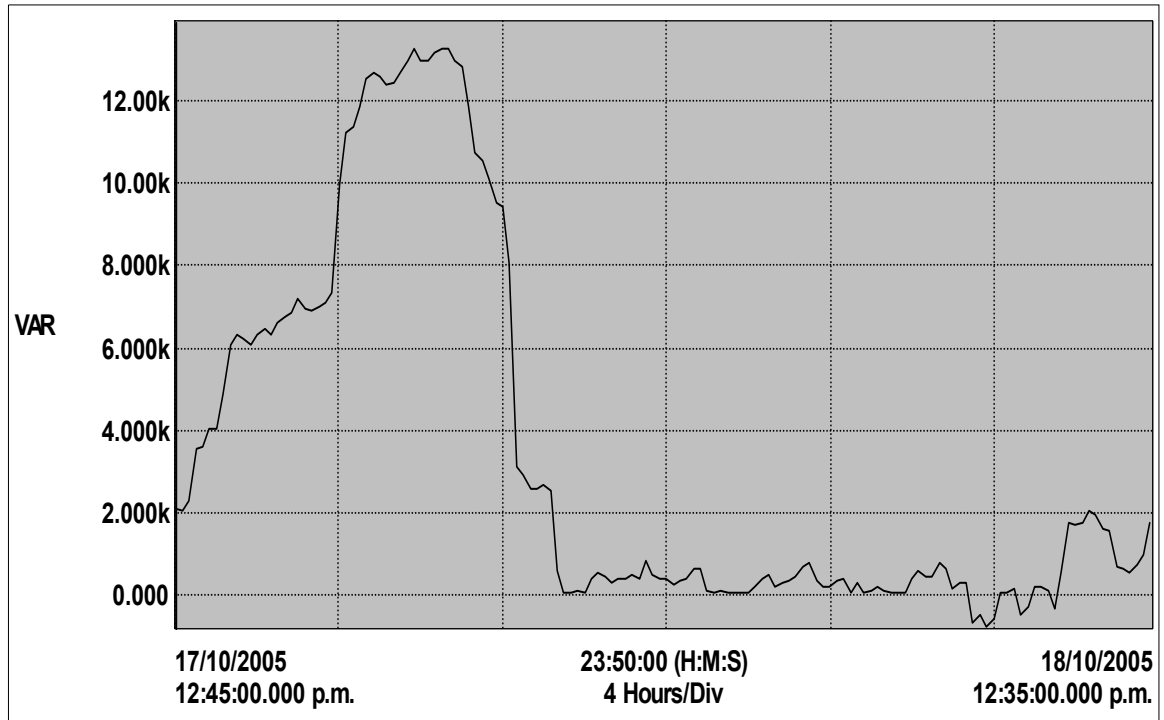
La gráfica de arriba describe el comportamiento de la curva de consumo que crece de 11:45 hrs. a 20 hrs. y alcanza esta línea dos una demanda de 3.75 kVAR en su máximo punto, esta línea demanda menor cantidad de potencia reactiva que la línea 1, pero demanda en horas que la línea 1, no demanda nada.

**Figura 19. de potencia reactiva para la línea 3**



La figura 19 de arriba describe y muestra el comportamiento de la demanda de reactiva de una forma muy peculiar para la línea 3, porque a diferencia de las otras dos tiene una hora en que decrece casi instantáneamente luego permanece sin demanda de reactiva. Pero aproximadamente a las 8 hrs. el edificio le devuelve a la red una parte de reactiva del sistema casi 1 kVAR.

**Figura 20. De potencia reactiva total**



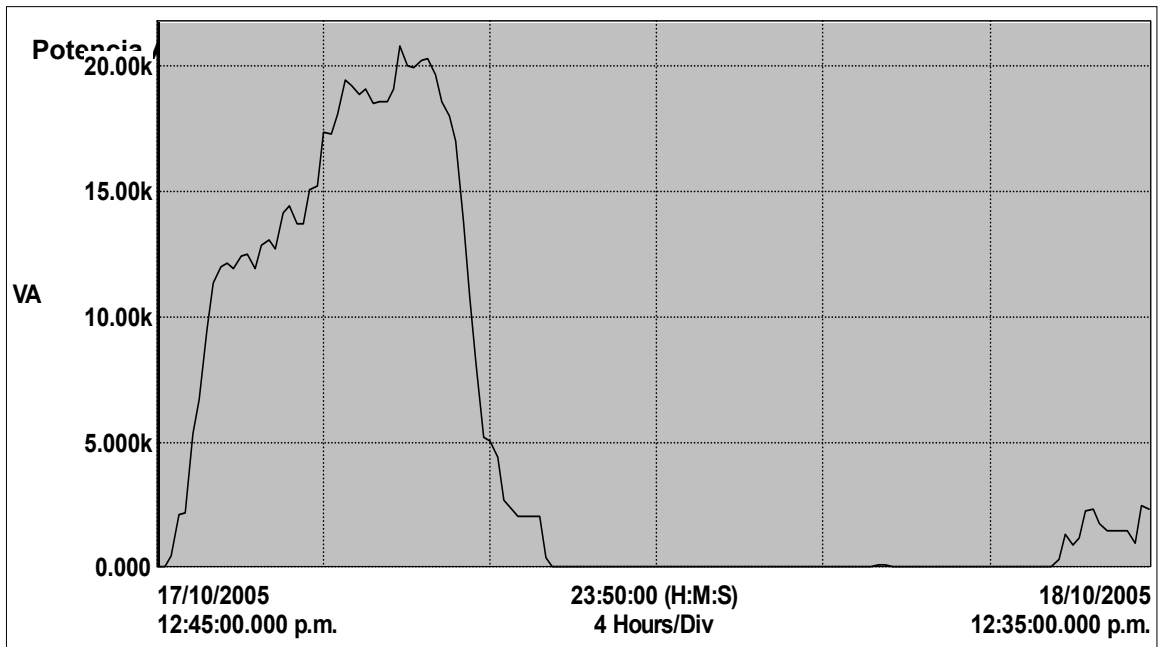
La grafica 20 muestra de manera conjunta toda la potencia demandada por las tres fases para la carga con que cuenta el edificio durante 24 hrs. periodo que duro la medición y se aprecia una demanda con valor de 13.2 KVAR.

Los datos que se obtuvieron y con que se graficaron las curva se encuentran el la seccion de anexos.

### 1.2.4.3. Potencia aparente

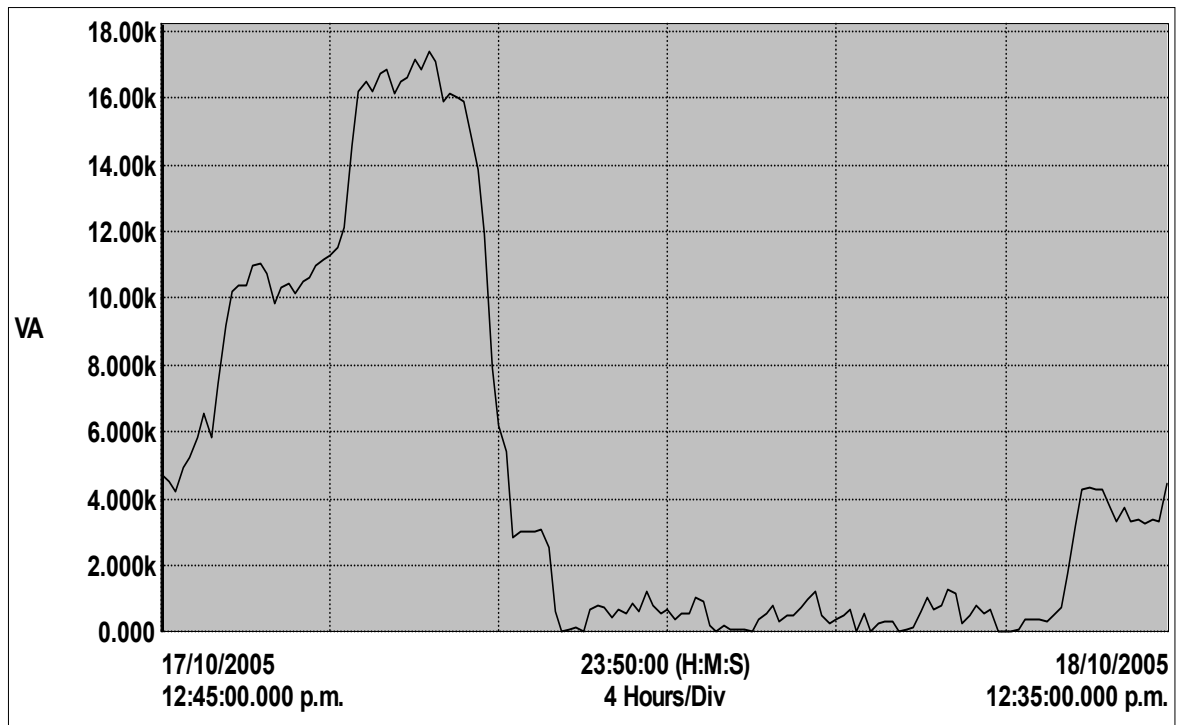
La potencia aparente tiene implícitamente ligada a ella la potencia real y la potencia reactiva. Y es la potencia aparente la que generalmente se usa para especificar la capacidad de un aparato cualquiera para calcular la corriente con bastante precisión.

**Figura 21. de potencia aparente para la línea1**



Esta gráfica de potencia aparente para la línea 1, muestra el comportamiento de esta potencia que crece en el mismo intervalo de tiempo que la potencia real y alcanza un punto máximo de 21 kVA aproximadamente.

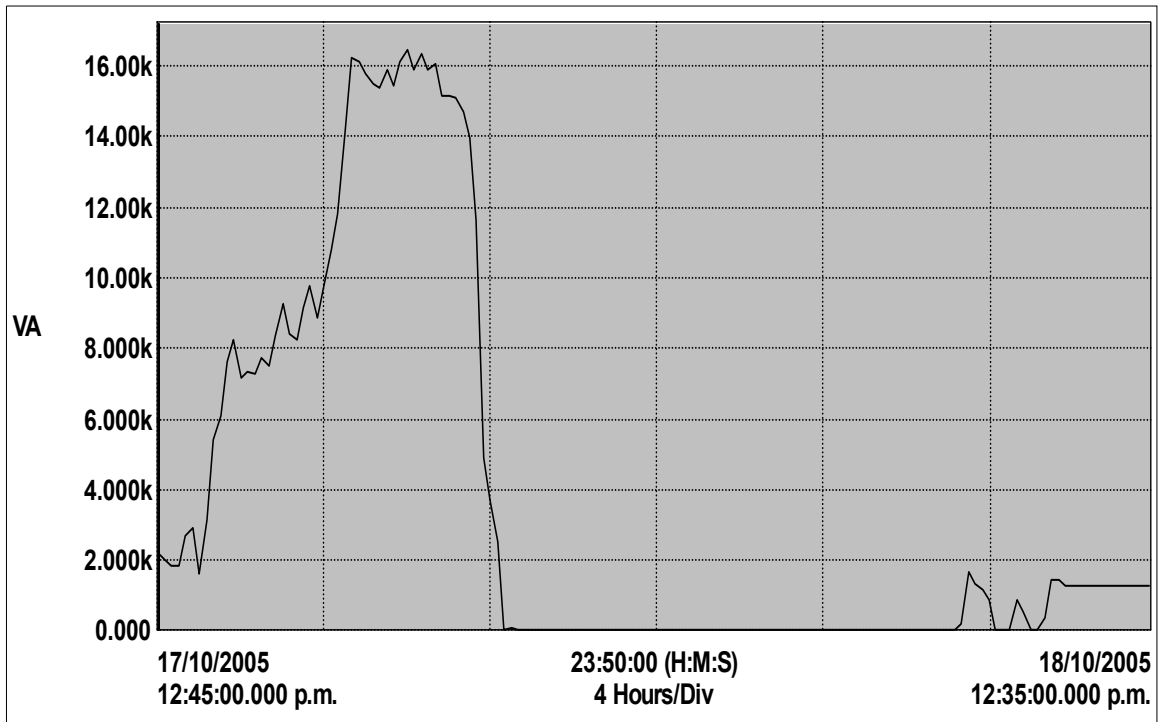
**Figura 22. de potencia aparente para la línea 2**



Esta grafica de potencia aparente para la línea 2, crece apartir de las 10 hrs. aproximadamente y decrece a cero a las 21 hrs. aproximadamente en este intervalo de tiempo alcanza un valor máximo de 17 kva aproximadamente, durante la noche después de las 21 hrs. se mantiene fluctuante con un valor de 1 kVA hasta las 7:30 hrs. aproximadamente.

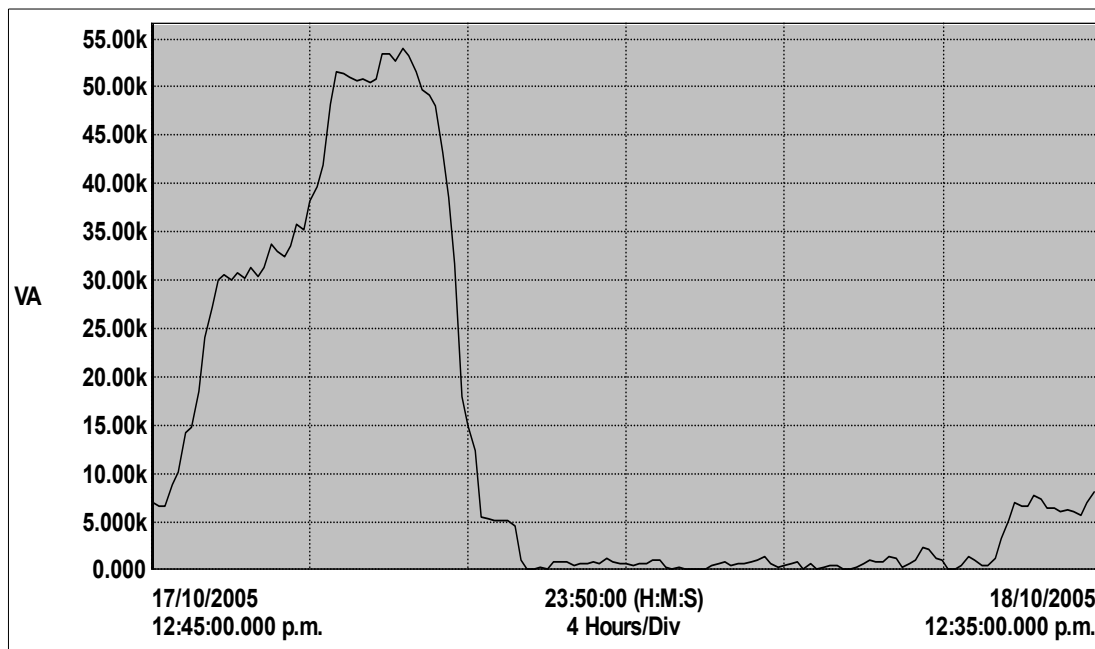


**Figura 23. de potencia aparente para la línea 3**



Esta grafica de potencia aparente para la línea 3, tiene un crecimiento lento apartir de las 8 hrs. y decrece finalmente a las 21 hrs. aproximadamente, en este intervalo de tiempo registra un valor de 16.1 kVA en su punto máximo pero después de las 21 hrs. no registra ninguna potencia ni fluctuante ni continua.

**Figura 24. de potencia aparente total**



Esta es una grafica muy importante ya que es la que describe la potencia aparente total del edificio la curva registra un valor de 54 kVA en su punto máximo y al igual que las tres graficas anteriores a esta se mantiene en el mismo intervalo de tiempo de 8 hrs. a 21 hrs. aproximadamente.

### **1.2.5. Factor K**

El factor K es básicamente un índice de la habilidad total del transformador para manejar las cargas de corrientes no lineales sin calentamiento. Dicho de otra manera el factor K se define como aquel valor numérico que representa los posibles efectos de calentamiento de una carga no lineal sobre el transformador.

#### **1.2.4. Análisis de armónicos**

Los armónicos son producidos al aplicar un voltaje senoidal a una carga no lineal. Entre las cargas no lineales podemos mencionar la siguientes: El Diodo, Transistores y Tiristores.

Los armónicos son producidos debido a las frecuencias diferentes a la frecuencia fundamental de 60 Hz, es decir que existen frecuencias que son sumadas a la frecuencia fundamental obteniendo otro tipo de onda no senoidal.

Como se generan estas armónicas, en general atendiendo a la causa que las produce, tenemos dos tipos de armónicas armónicas Características o Normales y armónicas No características o Anormales no usuales, El primer tipo se origina debido a la no linealidad de elementos electricos o electrónicos conectados en un sistema balanceado y el segundo debido a otras causas, como desbalances en el sistema trifásico o periodos transitorios. Además existen las armónicas no Fluctuantes o casi estacionarias y las armónicas Fluctuantes, estas ultimas se difieren de las primeras en el sentido de que sus valores cambian con el tiempo de acuerdo a la variación de la carga.

Un efecto importante de la presencia de armónicas es la reduccion del factor de potencia total de la instalacion. Asi mismo hay que considerar que las componentes armónicas de frecuencia altas dan lugar a mayores perdidas por histéresis y por corrientes parasitas en los circuitos magnéticos; y un efecto peculiar en los conductores electricos. Además en las maquinas rotativas originan campos giratorios de secuencia inversa por ejemplo: la 5<sup>a</sup> armónica.

### **1.2.6.1. Distorsión armónica THDV**

Distorsión armónica es la distorsión de la onda senoidal de corriente o de tensión eléctrica de frecuencia nominal, ocasionada por la presencia de señales eléctricas senoidales de frecuencias diferentes y múltiplos de dicha frecuencia nominal. La contribución de todas las frecuencias armónicas de corrientes a la corriente fundamental es conocido como Total Harmonic Distortion THD distorsión armónica total y es expresado como un porcentaje de la corriente fundamental.

Para caracterizar la presencia de las armónicas en una onda dada, se define como distorsión armónica total respecto a la fundamental THD-F al cociente entre el valor eficaz de la fundamental, expresándose generalmente en valores porcentuales tal y como se menciono anteriormente

Asi mismo se define como distorsión armónica total respecto a la onda eficaz THD-R al cociente entre el valor eficaz de la onda dada ( fundamental + armónicos ), expresado tambien generalmente en valores porcentuales.

### **1.2.7. Desbalance**

La carga en el sistema representan una condición de desbalanceo debido a carga desigual en una fase particular. Esto ocurre frecuentemente cuando la expansión eléctrica se hace sin tomar en cuenta la igualdad de distribución entre fases de las cargas o por existencia de muchas cargas no lineales en el mismo sistema.

### **1.3. Red de tierras**

Red de tierras es la característica de interconexión entre diferentes nodos de referencia cero para el voltaje.

#### **1.3.1. Condición actual**

Actualmente el edificio S-9 no cuenta con una red efectiva de tierras ya que en la inspección lo que se pudo determinar es que si cuenta con dos electrodos de tierra para todo el edificio en el lado norte de la parte de afuera y que solo se pudo determinar que llegan los cables unidos juntamente con sus conectores de perno partido pero que no se pudo determinar exactamente de donde vienen ya que en el tablero de distribución de primer nivel se observa un cable desnudo de calibre 3/0 pero los electrodos mencionados se encuentran demasiado lejos como para pensar que lleguen a dichos electrodos.

#### **1.3.2. Medición y comprobación si es útil o no**

Según las mediciones de resistencia del terreno tiene 1.75 ohms y la resistividad del terreno que es de 50.25 ohms x metro, la resistividad del terreno determina cual será la resistencia de un electrodo de tierra y a que profundidad debe enterrarse para obtener una conexión aceptable. La resistividad del terreno varía con las estaciones del año e influye la temperatura, el contenido de humedad, la presencia de minerales y varias sales disueltas, así como la composición del suelo.

Debido a que la resistividad del suelo se relaciona directamente con la humedad y la temperatura, la resistencia de cualquier sistema de conexión a tierra varía a lo largo de año. Pero para este caso la resistencia del suelo

es bastante aceptable ya que se encuentra el valor bastante bajo según lo establecido por el código.

Si es útil contar con una red de tierras adecuada para la seguridad del personal y del equipo, teniendo en cuenta que en caso de una falla, el sistema de puesta a tierra será el circuito eléctrico, por lo que debe diseñarse y planificarse considerando que tarde o temprano ocurrirá una falla.

#### **1.4. Pararrayos**

El principio fundamental para la protección de vidas y bienes frente a las descargas atmosféricas, es proporcionar los medios por los cuales una descarga pueda entrar a la tierra o salir de ella, sin causar daños o pérdidas. Se recomienda una trayectoria de baja impedancia pues cuando la descarga sigue una impedancia alta puede producir daños debido al calor y las fuerzas mecánicas generadas.

A la mayoría de los metales como buenos conductores, no los afecta ni el calor o las fuerza mecánicas, siempre y cuando tengan suficiente tamaño para transportar las corrientes impuestas sobre ellos.

En casi todos los ambientes un metal no ferroso, como el cobre o el aluminio es un buen conductor libre de los efectos de corrosión. El método más antiguo y comúnmente usado como protección es el sistema de conducción.

Los pararrayos se instalan en la estructura de los techos el cual acepta descargas de rayos en su área inmediata y se emplazan en los puntos altos para formar un sistema interceptor completo

### **1.4.1. Condición actual**

Actualmente no se cuenta con ninguna protección contra descargas atmosféricas para el edificio S-9. Pero se considera que no es indispensable

Debido a que la región de la ciudad de Guatemala donde se ubica el edificio S-9 no es una región de alto nivel isoceraunico.

## **1.5. Iluminación**

En un sistema de alumbrado requiere de un equipo que promueva la comodidad visual y rendimiento máximos compatibles con las limitaciones impuestas al proyecto que puedan ser económicas o de otro tipo. Para alumbrado de interiores se pueden definir dos niveles de 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. También puede llamarse alumbrado general por zonas, cuando se deciden niveles de iluminación diferentes para cada zona, lo cual resulta más económico.

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. También es necesario un completo análisis de los objetos implicados en la tarea visual relativas a: tamaño, reflectancia, velocidad de exposición y contraste con el fondo.

### **1.5.1. Revisión visual**

La revisión o inspección visual que se realizó en el edificio S-9 se determinó que el número de luminaria varían de acuerdo a las dimensiones de cada salón, así también se pudo verificar que la intensidad lumínica es

bastante tenue y se determino que es debido en primer lugar a la falta de mantenimiento de las luminarias asi como por el factor de degradación de los mismos.

Estos factores de falta de mantenimiento y de degradación lumínica modifican el flujo luminoso producido por una fuente de luz ( lámpara ),

### **1.5.2. Características de las luminarias**

En cada salon para el edificio S-9 se observo que cuenta únicamente con luminarias con reflector de doble lámpara del tipo fluorescente tubulares tipo luz dia, de 120 Volt. 40 Watt cada lámpara 1.22 m. de longitud de 2600 lúmenes iniciales 65 lum/ m. de eficiencia con 0.83 de factor de depreciación. Las características físicas y reflectancias del local por colores, acabados y pintura son las siguientes, techo de color blanco, paredes de color crema, piso de color gris esto es para los tres niveles incluyendo el pasillo. Luminarias para exterior que son cuatro lámparas de cuarzo ubicadas en cada esquina de la terraza del tercer nivel que son activadas por fotoceldas que a su vez accionan dos contactores de la serie cútler Hamér, la intensidad lumínica no fue determinada debido a la ubicación y la altura en que se encuentran ya que no cuentan con ninguna forma de acceso.

### **1.5.3. Iluminación en area de parqueos**

Es una iluminación de exterior ya que es una extensión descubierta de terreno asfaltado con dimensiones de 43.0 m de largo y 30.0 m de ancho el cual se divide en dos secciones es decir doble parqueo a lo largo, y es que se trata de un caso particular de iluminación de exteriores ya que la intensidad de iluminación es de 2 luxes que es proyectado por cuatro lámparas de vapor de sodio tipo cobra, estas lámparas suministran una luz monocromática amarilla que resulta muy favorable en caso de niebla, es asi



pues el tipo de luminaria recomendada para este tipo de iluminación sin que tenga inconveniente alguno.

#### **1.5.4. Medición de luxes**

La medición de la intensidad luminosa para todos los ambientes tales como salones de clases, salones de áreas administrativas, salón para biblioteca, salón de audiovisuales, y salón para recreación y juegos, así como baños, pasillos y entradas principales se obtuvieron mediciones con valores directos y reales a través de un aparato electrónico llamado luxómetro súper sensible,

Salones con dimensiones de 9m de largo x 8m de ancho x 3m de alto con 9 lámparas dobles de 40 W. c/u a una altura de 0.75 m de trabajo proyecta un flujo luminoso de 270 luxes,

Salones con dimensiones de 11m. de largo x 11 m. de ancho x 3 m de alto con 12 lámparas dobles de 40 W. c/u a una altura de 0.75 m de trabajo proyecta un flujo luminoso de 230 luxes.

Salones con dimensiones de 11.50 m de largo x 11.50 m de ancho x 3 m de alto con 16 lámparas dobles de 40 W. c/u a una altura de 0.75 m de trabajo proyecta un flujo luminoso de 220 luxes.

Así mismo las otras áreas como pasillo del primer nivel un flujo luminoso con intensidad de 84 luxes,

Gradas flujo luminoso con intensidad de 113 luxes.

Los baños registran un flujo lumínico con intensidad de 200 luxes

La entrada del lado del parqueo tiene una intensidad luminosa de 227 luxes  
Y la entrada del lado este tiene un intensidad lumínica de 147 luxes.

## **1.6. Instalaciones especiales**

La característica principal de las instalaciones electricas de este edificio para la cual fue diseñada pues actualmente aun cuenta con las instalaciones básicas necesarias.

Es importante hacer notar que en el diseño de la construcción de obra civil, tampoco se encuentran previstas algún tipo de acceso para instalacion que se considere especial es decir alguna bajada en especial para para la trayectoria del conductor conectado a tierra etc.

Existe un tipo especial de instalaciones pero es relacionado a dispositivos y equipo de medición que consiste en un juego de transformadores de corriente colocados en el lado de baja tensión entrada principal (acometida), este juego de transformadores de corriente CT\*s. Sirven para bajar el nivel de corriente y luego enviar la relación de corriente a un contador demandometro para que se efectuó la medición del consumo de la carga.

### **1.6.1. Equipo electrónico sensible y critico**

En las instalaciones del edificio S-9 no se cuenta con una variedad de equipo electrónico sensible y critico ya que únicamente se cuenta con equipo de videoconferencias, computadoras, por lo que en este edificio se prescinde de esta clase de equipo



## 2. DIARAMAS UNIFILARES

### 2.1. Diagrama unifilar de la red eléctrica general USAC

Figura 25. Red eléctrica general USAC

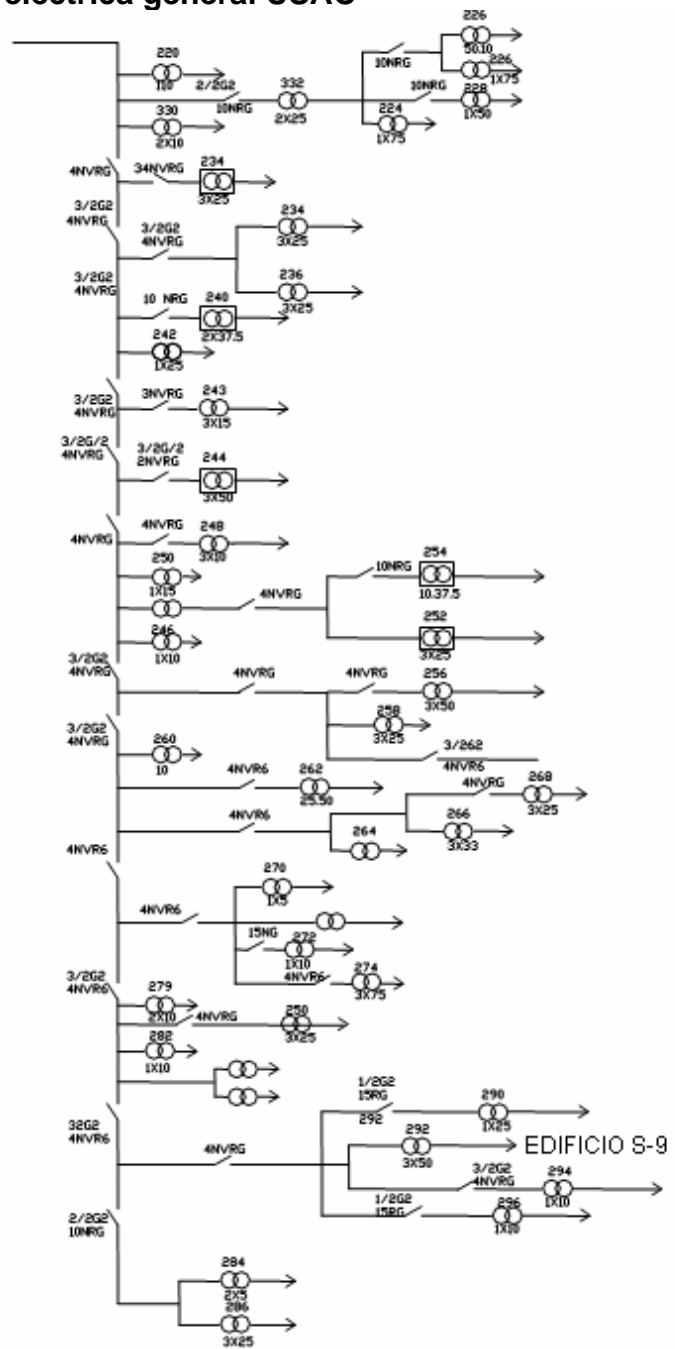


Figura 26. Edificio S-9 entrada de acometida

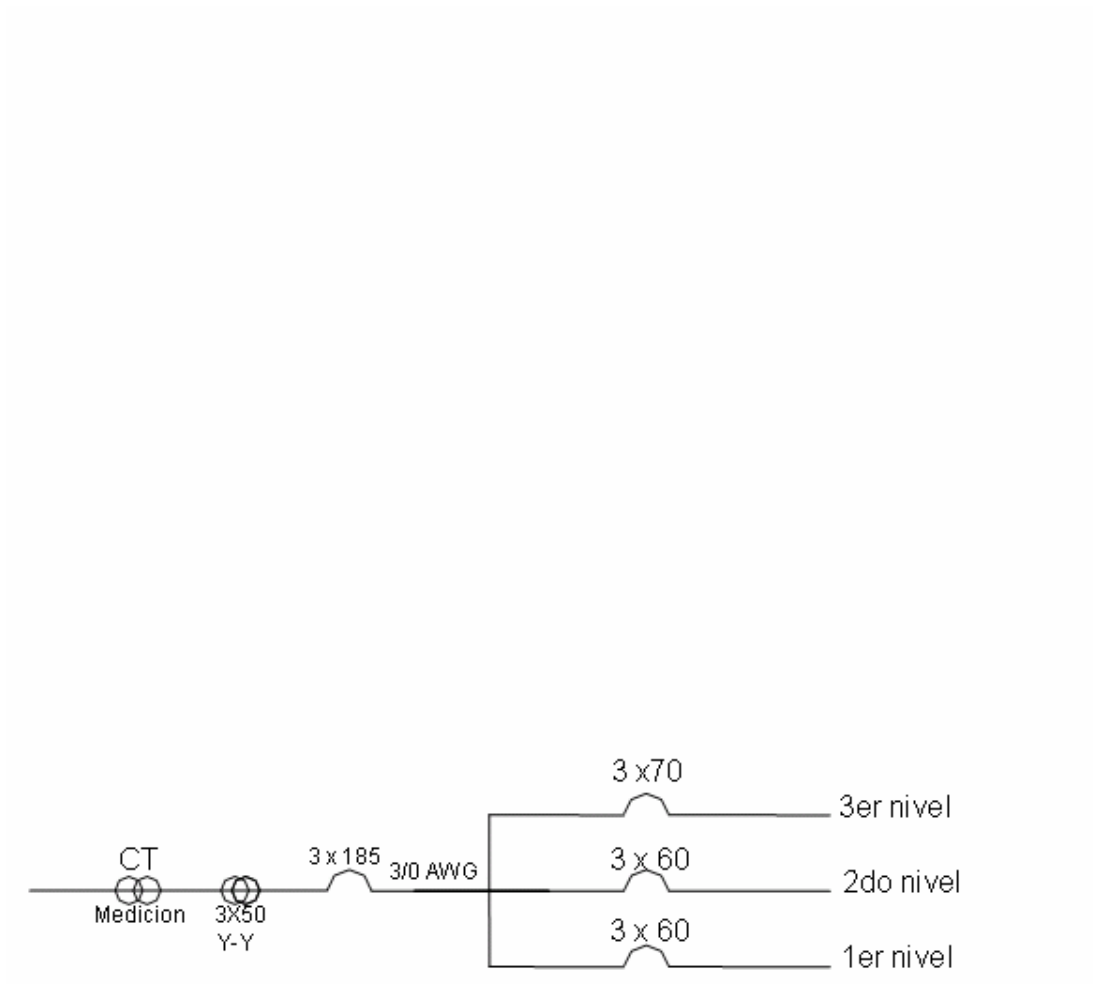


Figura 27. Edificio S-9 primer nivel

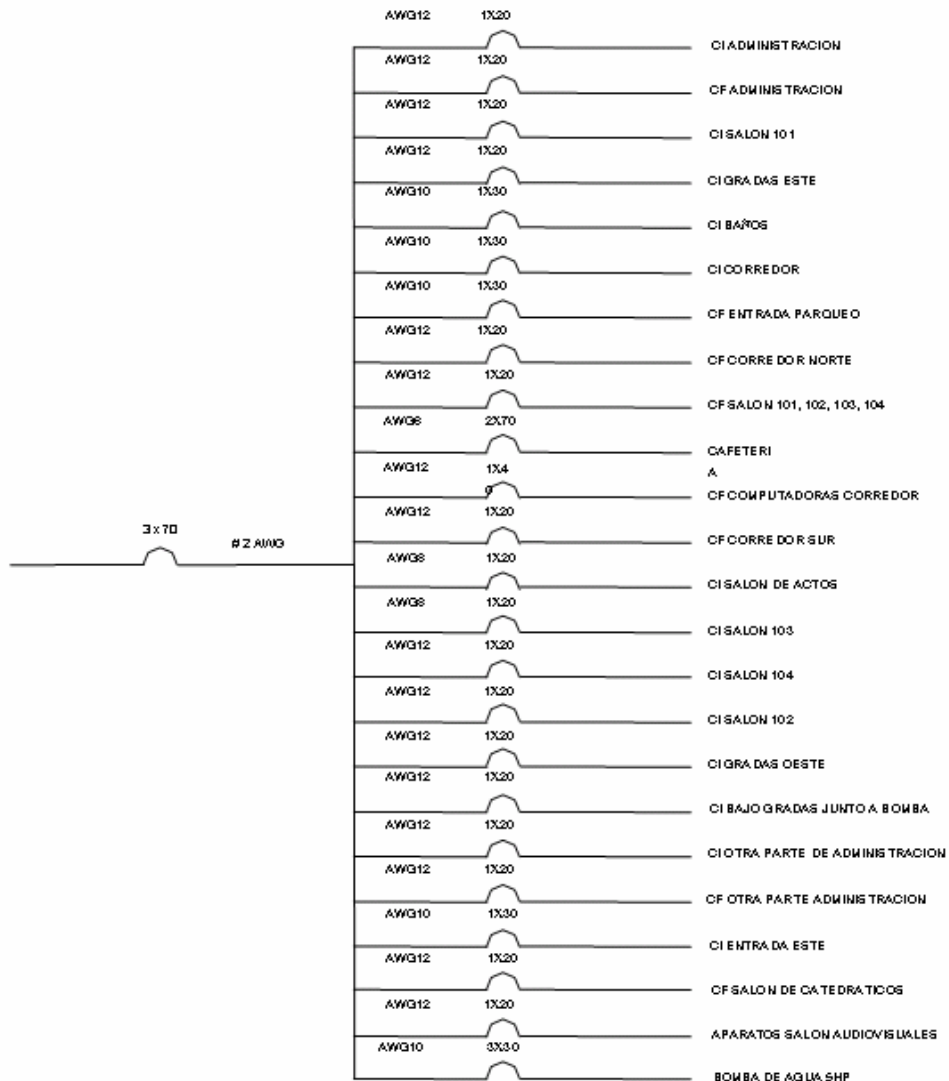
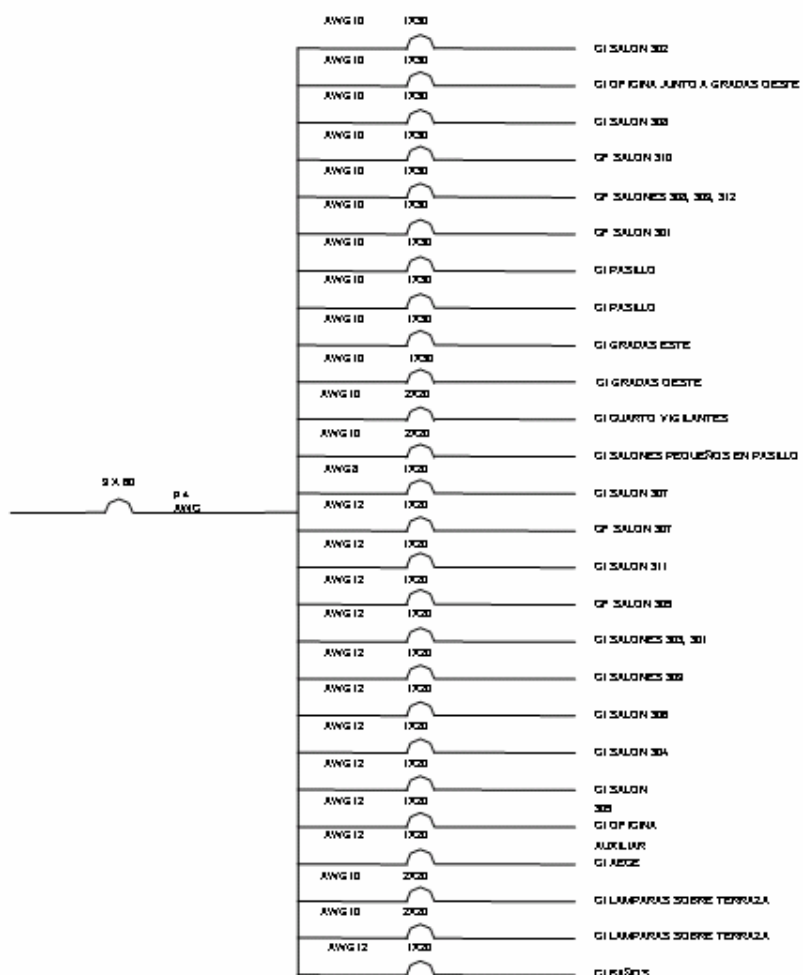




Figura 29. Edificio S-9 tercer nivel







### 3. ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES

El análisis teórico de las instalaciones electricas comprende aquellas Formas y métodos por las cuales se calculo y se selección el conductor adecuado para dichas instalaciones electricas, los métodos empleados fueron.

- a- calculo de conductores por regulación o por caída de tensión
- b- calculo de conductores por su capacidad de transporte o por corriente

En esta parte calcularemos y efectuaremos los pasos y el procedimiento para el método del inciso b, o sea que calcularemos el conductor por el método por corriente, ya que el método por caída de tensión ya lo desarrollamos con anterioridad.

Este método por corriente se desarrolla de la siguiente forma necesitamos saber con precisión la corriente que vamos a conducir por ejemplo necesito conducir 13 Amp. Que es el mismo ejemplo desarrollado en el método por caída de tensión, luego elijo un conductor que me pueda transportar 13 Amp. y en este caso es un conductor de calibre # 14 que tiene una ampacidad de 20 Amp.

Luego a estos 20 Amp. Hallados los multiplico por los factores externos quedando la ecuación como sigue.

$$I = 20 \times 1.08 \times 0.8 \times 0.8 = 14 \text{ Amp.}$$

Los factores que son

1.08, por temperatura hasta 25 °C

0.8, por reduccion por el número de conductores

0.8 por el factor de seguridad del NEC

Como se puede apreciar por el método por corriente ya aplicados los factores externos puedo utilizar un conductor # 14 AWG que me conduce 14 Amp.

Mas sin embargo con el método por caída de tensión el calculo me exige seleccionar un conductor # 10, entonces procedo a seleccionar el calibre # 10, ya que seleccionamos siempre el mayor.

**Tabla XIII. Factores de corrección de capacidad de corriente por Temperatura**

TEMPERATURA AMBIENTE “C	FACTORES DE CORRECCION	
	TW	THW
21-25	1.08	1.05
26-30	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94
36-40	0.82	0.88
41-45	0.71	0.82
46-50	0.58	0.75
51-55	0.41	0.67
56-60	...	0.58
61-70	...	0.33
71-80	...	...

Guía para el diseño de instalaciones eléctricas Luis Alfonso Mendez Celis

### 3.1. Cálculo de conductores

Los siguientes cuadros muestran los calculos y selección del conductor por el método por corriente.

Cuadro de calibres de conductores hallados por caída de tensión y por corriente y el calibre seleccionado entre ambas

**Tabla XIV. Primer nivel**

DESCRIPCION	CORRIENTE	CALIBRE DEL CONDUCTOR POR CORRIENTE	CALIBRE DEL CONDUCTOR POR CAIDA DE TENSION	CALIBRE ELEGIDO
	I			
	Imperios	AWG	AWG	AWG
C.I. administracion	13	14	10	10
C.F. administracion	13	14	10	10
C.I. salon 101	6	14	14	14
C.I. gradas este	7	14	14	14
C.I. baños	4	14	12	12
C.I. corredor	6	14	12	12
C.I. entrada parqueo	3	14	14	14
C.F. corredor norte	1	14	14	14
C.F. salones 101,102,103, 104	15	12	8	8
Cl. y CF. cafeteria	17	12	12	12
C.F. coputadoras corredor	4	14	14	14
C.F. corredor sur	1	14	14	14
C.I. salon de actos	22	8	10	8
C.I. salon 103	6	14	14	14
C.I. salon 104	6	14	12	12
C.I. Salon 102	6	14	14	14
C.I. gradas oeste	4	14	14	14
C.I. bajo gradas junto A bomba	2	14	14	14
C.I. oficina de atención Al estudiante	3	14	14	14
C.F. Otra parte de administracion	10	14	8	8
C.I. entrada este	6	14	14	14
C.F. salon de catedra	6	14	14	14
Salon audiovisuales	6	14	14	14
Bomba de agua	13	14	8	8

**Tabla XV. De conductores por caída y por corriente segundo nivel**

DESCRIPCION	CORRIENTE I	CALIBRE DEL CONDUCTOR POR CORRIENTE	CALIBRE DEL CONDUCTOR POR CAIDA DE TENSION	CALIBRE ELEGIDO
	AMPERIOS	AWG	AWG	AWG
CI y CF. Salon 205	10	14	12	12
C.I. salon 204	6	14	12	12
CI y CF. Salon 206	12	14	10	10
C.I. salon 203	6	14	12	12
C.I. salon 209	5	14	12	12
C.F. salon 202	7	14	10	10
C.I. baños	3	14	14	14
C.I. gradas oeste	11	14	8	8
C.I. salon 202	13	14	12	12
C.I. pasillo	11	14	12	12
C.I. salon 207	6	14	14	14
C.I. salon 208	1	14	14	14
C.F. pasillo	8	14	10	10
C.I. salon 201	11	14	8	8
C.I. salon 211	6	14	12	12
C.I. salon 210	3	14	14	14
C.I. gradas este	11	14	12	12
C.I. biblioteca	4	14	14	14
C.I. cubiculo 22	2	14	14	14
C.I. cubiculo 21	6	14	12	12
C.I. cubiculo 24	6	14	14	14
C.F. salon 207, 208	3	14	14	14
C.F. cubiculo 22	4	14	14	14
C.F. cubiculo 24, 21	5	14	12	12
C.F. salones 210, 211	6	14	10	10

**Tabla XVI. De conductores por caída y por corriente tercer nivel**

DESCRIPCION	CORRIENTE	CALIBRE POR	CALIBRE	CALIBRE
	I	CORRIENTE	POR CAIDA	ELEGIDO
	AMPERIOS	AWG	AWG	AWG
C. I. Salon 302	11	14	8	8
C.I. of. Junto gradas est	2	14	14	14
C.I. salon308	6	14	14	14
C.F. salon 310	6	14	12	12
C.F. salon 308,309,312	4	14	14	14
C.F. salon 301	11	14	10	10
C.I. pasillo	3	14	14	14
C.I. pasillo	6	14	12	12
C.I. gradas este	6	14	12	12
C.I. gradas oeste	3	14	14	14
C.I. cuarto vigilantes	6	14	12	12
C.I. salones pequeños p	2	14	14	14
C.I.salon 307	4	14	14	14
C.F. salon 307	11	14	14	14
C.I. salon 311	4	14	14	14
C.F. salon 305	11	14	10	10
C.I. salones 303, 301	4	14	14	14
C.I. salon 309	14	12	8	8
C.I. salon 306	6	14	14	14
C.I. salon 304	8	14	12	12
C.I. salon 305	6	14	14	14
C.I. AECE sede	6	14	14	14
C.I. AECE sub-sede	8	14	14	14
C.I. lámparas s/ terraza	8	14	14	14
C.I. lámparas s/ terraza	9	14	12	12
C.I. baños	4	14	14	14

calculo Cálculo de acometida y de alimentadores para cada tablero en su respectivo nivel

**Tabla XVII. De alimentadores por el método de caída de tensión**

POTENCIA	CORRIENTE	DISTANCIA	CAIDA DE TENSION	CONDUCTIVIDAD	AREA	CALIBRE
VA	A	metros	volt	$(\text{mm}^2 / \Omega - m)$	$(\text{mm}^2)$	AWG/MCM
66707	185	52	4.4	57	70.33	3/0
24903	70	10	4.4	57	5.05	8
21163	59	20	4.4	57	8.58	6
20642	58	30	4.4	57	12.56	6

Calculo de alimentadores con el método por corriente .

Aquí es importante aser notar que el calculo de la acometida se calculo con un 2% de caída de tensión, situación diferente a los ramales que tienen una caída de un 3%.

**Tabla XVIII. De alimentadores por el método por corriente**

DESCRIPCION	CORRIENTE	CALIBRE POR CORRIENTE	CALIBRE POR CAIDA DE TENSION	CALIBRE ELEGIDO THW
	I	AWG / MCM	AWG THW	AWG/MCM
Acometida	185	300	3/0	300
1er. nivel	70	2	8	2
2do. nivel	59	4	6	4
3er. Nivel	58	4	6	4

### 3.2. Calculo de tuberías

Calculando el diámetro de canalizaciones para el edificio S-9, como se pudo observar en la canaleta inicial del tablero de distribución para el primer nivel que tenía 1.5 m de longitud que se distribuía posteriormente, en este tramo se alojaban 24 alambres forrados calibre # 10, y es importante hacer notar que los conductores mencionados son conductores activos (conductores calientes), ello nos condujo a efectuar el siguiente calculo para hallar el diámetro de la canaleta adecuada.

Primero seleccionamos el factor de relleno que es del 40% ya que es mayor de tres conductores.

$$F = \frac{a}{A} \quad \text{Ec. 13 (viene de 4)}$$

F = es el factor de relleno

a = la seccion transversal del conjunto de conductores

A = la seccion transversal de la canalización

Se localiza el area de cada uno de los conductores en una tabla y se efectua La sumatoria de estos, para el conductor # 10 se tiene un area de 0.0311 Pulg<sup>2</sup>.

$$a = 0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311 \\ +0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311 \\ +0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311 = \mathbf{0.7464}$$

Despejando la ecuación de factor de relleno se tiene

$$F = \frac{0.7464}{0.40} = 1.866 \text{ pulg}^2$$



De esta manera hemos encontrado el area de la canaleta rectangular que necesitamos y podemos observar con el que actualmente se encuentra instalada que es de 15.5 pulg<sup>2</sup>

Como se puede ver que solo se ha aprovechado el 12% de su area de seccion total y cuenta con un espacio del 88% por tal razon considero que tiene buen espacio libre para ventilarse.

Para el segundo nivel la canaleta tiene las mismas dimensiones que la del primero es decir que tiene 15.5 pulg<sup>2</sup>, pero el numero de conductores que contiene es menor que el del primero ya que en uno de los ramales de la canaleta aloja 8 alambres forrados de calibre # 10, luego se procede a hallar la sumatoria como en el calculo anterior.

$$a=0.311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311+0.0311= 0.2488 \text{ pulg}^2$$

Despejando la ecuación de factor de relleno

$$F = \frac{0.2488}{0.40} = 0.622 \text{ pulg}^2$$

De esta manera se ha encontrado el area de la canaleta para el segundo nivel tambien aquí se puede ver que solo se ha aprovechado el 4% del area total y cuenta con un area libre del 96% y tiene muy buen espacio para ventilarse.

Calculo del diámetro de tuberías, el procedimiento es análogo con con los calculos efectuados anteriormente, con la diferencia de que para este caso en especial el numero de conductores es de menor cantidad y de menor calibre y tambien que la tubería tiene una geometría circular.

Seleccionamos el factor de relleno de la tubería, como es un conductor activo el que va para cada circuito entonces seleccionamos el 53% y el conductor es de calibre # 12, de la tabla de area de conductores sabemos que el calibre # 12 es de seccion transversal de 0.0251 pulg<sup>2</sup>, entonces

$$a = 1 \times 0.0251 = 0.0251 \text{ pulg}^2$$

$$F = \frac{0.0251}{0.53} = 0.047 \text{ pulg}^2$$

encontrando el diámetro de la tubería atravez de la siguiente ecuación

$$d = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} \quad \text{Ec. 14 (viene de 4)}$$

sustituyendo valores en la ecuación anterior se tiene

$$d = \sqrt{\frac{0.047 \times 4}{\pi}} = 0.2446 \text{ pulg}^2$$

$$d = \frac{1}{4} \text{ pulg}^2$$

La tubería que debería de usarse es la que tiene las dimensiones siguientes ¼ de pulgada de diámetro, pero comercialmente esta medida no

. esta disponible en el mercado por tal razon se usara el inmediato siguiente que es el de ½ pulgada de diámetro, esta es la medida que actualmente tiene instalado el edificio en toda la terraza especialmente para las lámparas y las bajadas de interruptores y tomacorrientes, por lo que se considera que cuenta con el diseño adecuado.

. Los tubos con que actualmente cuentan las entradas principales de alimentadores para cada nivel es de 3 pulgadas de diámetro y se aloja dentro de su espacio cuatro conductores de calibre o # 3/0, pero solo tomamos tres que son los conductores activos o vivos ahora procedemos a calcular, de la misma forma que ya lo hemos echo. El factor de relleno será del 40% porque son tres conductores entonces.

$$a = 0.3288+0.3288+0.3288 = 0.9864 \text{ pulg}^2$$

$$F = \frac{0.9864}{0.40} = 2.466 \text{ pulg}^2$$

Encontramos el diámetro de la tubería

$$d = \sqrt{\frac{2.466 \times 4}{\pi}} = 1.77 \text{ pulg}^2$$

La tubería que debería usarse es de 2 pulgadas de diámetro y tiene instalado tubo conduit de pared gruesa de 3 pulgadas de diámetro, lo que es correcto.

### 3.3. Cálculo de lúmenes

En el siguiente trabajo de iluminación se definen dos niveles de 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. También puede llamarse alumbrado general por zonas, cuando se deciden niveles de iluminación diferentes para cada zona lo cual resulta más económico

Además de definir el nivel de iluminación general se requiere cuidar la localización de las luminarias de tal forma que se reduzca el deslumbramiento directo o reflejado, o las sombras indeseables

También es necesario un completo análisis de los objetos implicados en la tarea visual relativas a: tamaño, reflectancia, velocidad de exposición y contraste con el fondo

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 no obstante para áreas amplias es preferible utilizar el método de los lúmenes porque proporciona una iluminación media uniforme, además que su aplicación no es complicada

El método de cálculo 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 y el área de la zona considerada en  $m^2$ . puede obtenerse el número lúmenes o luxes.

Diseño lumínico para las áreas internas del edificio S-9 se determinara el numero de luxes y el numero de luminarias para un salon especifico y tomaremos el salon 101 que tiene las características siguientes al igual que todas

Es un salon de clases que tiene las dimensiones siguientes 9 m. de largo por 9 m. de ancho y una altura de 3 m. El plano del trabajo es de 0.75 m. s.n.s por el tipo de utilización del local el grado de contaminación y suciedad del local igual a medio

Los factores de reflexión que intervienen en este local como colores pintura y acabados tenemos los siguientes.

Techo: color blanco

Paredes: color crema

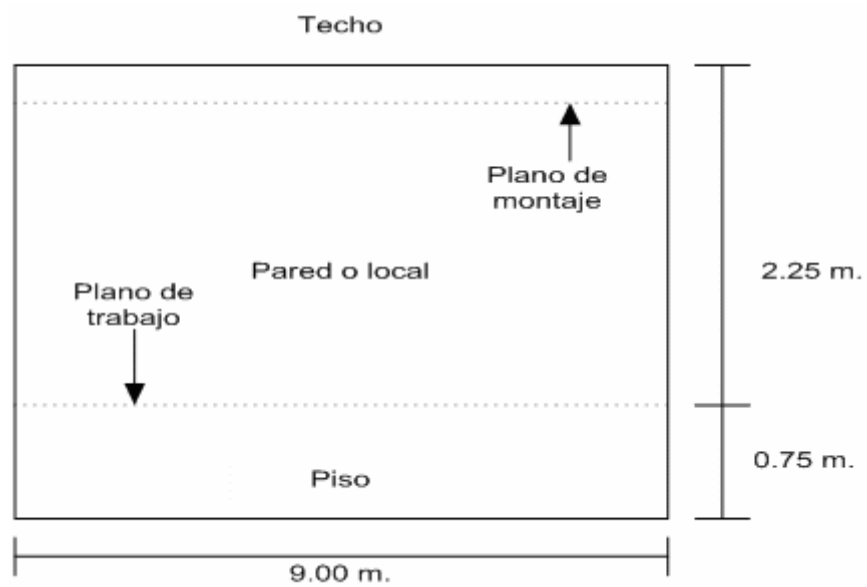
Piso : color gris

El nivel de iluminación adecuado para este local es de 500 luxes esta información es extraída de la tabla de niveles de iluminación en México publicado en el boletín, principios de iluminación y niveles de iluminación en México

Se seleccionan luminarias con reflector de doble lámpara fluorescentes tubulares tipo de dia, por la altura del ambiente que se esta iluminando con las especificaciones siguientes, tomadas de las tablas características del fabricante que son de Silvana.

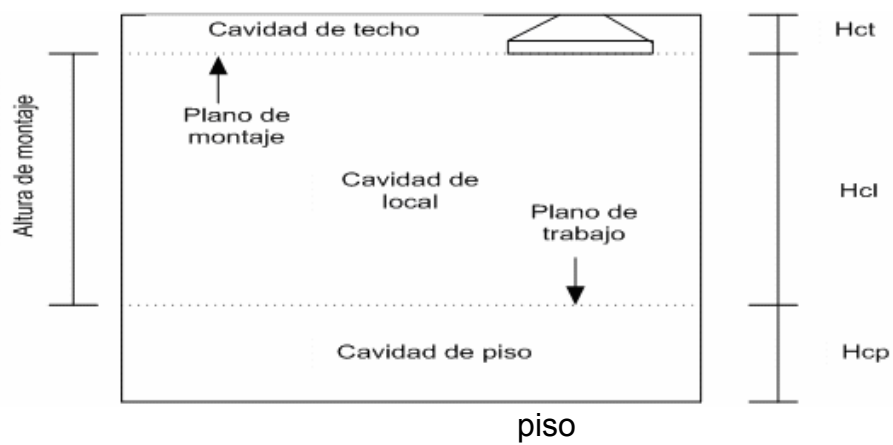
40 W. Por cada lámpara	120 Volt.
1.22 m de longitud	2600 lúmenes iniciales
65 lúm/m de eficiencia	0.83 de factor de depreciación

### Características físicas y de reflectancias del local



De la tabla de reflectancias del boletín de ingeniería comercial 2-80 de Sylvania se toman los siguientes datos

Descripción	% de reflectancia
Techo	88
Pared	81
Piso	40



$$\text{RCR}_{\text{techo}} = \frac{5 \times \text{Altura} \times (\text{largo} + \text{ancho})}{\text{Largo} \times \text{Ancho}} \quad \text{Ec. 15}$$

(viene de 4)

De donde

$\text{RCR}_{\text{local}}$  = relación de cavidad

Altura = altura de cavidad de pared, piso o techo que se esta trabajando

Calculo de la relación de cavidad

$$\text{RCR}_{\text{techo}} = \frac{5 \times 0.0(9.0+9.0)}{9.0 \times 9.0} = 0.0$$

$$\text{RCR}_{\text{pared}} = \frac{5 \times 2.25(9.0 + 9.0)}{9.0 \times 9.0} = 3.0$$

$$\text{RCR}_{\text{piso}} = \frac{5 \times 0.75(9.0 + 9.0)}{9.0 \times 9.0} = 0.8$$

Calculo de reflectancias efectivas de techo, pared y piso

Interpolando y extrapolando en la tabla No. 2 del boletín de Sylvania, se tienen las reflectancias efectivas:

**Tabla XIX. De resumen**

	% individual	% reflectancia aproximado	RCR
Techo	88	90	0.0
Pared	81	80	3.0
Piso	40	40	0.8

**Tabla XX. Techo ( extrapolando )**

% individual Techo	% individual Pared	RCR Techo	% reflectancia Efectiva
90	80	0.0	Y = 90
90	80	0.2	88
90	80	0.4	87

Para efectuar la extrapolación se usa el siguiente esquema y la siguiente formula

A ----- D

$$B \text{ ----- } E \quad \frac{A - B}{A - C} = \frac{D - E}{D - F}$$

C ----- F





Calculo de los factores de depreciación y de mantenimiento según la tabla Del fabricante.

Factor de depreciación de la lámpara ( LLD ) = 0.83 tomando una categoría de luminaria No. III y del grado de contaminación por suciedad y polvo en el local igual medio, para un total de uso de 36 meses.

El % de degradación por suciedad en la luminaria ( LLD ) según una grafica categoría No. III es igual 73%

El factor de mantenimiento ( FM ) = LLD x LLD = 0.83 x 0.73 = 0.61%

Calculo del coeficiente de utilización ( C.U. ) de la luminaria, como se ha elegido un tipo de luminaria con reflector No. 19, de la tabla No. 3 con un máximo de espaciamento ( S/MH ) = 1.3 donde S/MH es la relación de espaciamento máximo de luminaria a la altura de montaje.

Extrapolando dos veces e interpolando entre ellas en la tabla No. 3 del boletín de ingeniería comercial 2-80 Sylvania. Calculos de proyectos de iluminación se obtienen.

1era. Extrapolación

2da. Extrapolación

% reflectancia ef. Techo	70	80	90	70	80	90
% reflectancia ef. Pared	30	30	30	50	50	50
RCR <sub>local</sub>	1	1	1	1	1	1
C.U.	0.82	0.85	Y=0.91	0.85	0.88	Y = 0.94

Interpolación : Se obtiene C.U.<sub>20%</sub> = 0.992

% reflectancia efectiva techo	90
% reflectancia efectiva pared	65
RCR <sub>local</sub>	1
C.U.	Y = 0.992

Dado que la tabla No. 3 del boletín, se calcula para un porcentaje de reflectancia efectiva de piso del 20% y el valor real de reflectancia efectiva de piso es de 40% , hay que hacer una corrección , interpolando y extrapolando en la tabla No. 4 del boletín de ingeniería comercial Sylvania.  
 Calculos de proyectos de iluminación

Factor de corrección ( F.C. ) Interpolando y extrapolando de obtiene

1era. Interpolación

% reflectancia efectiva de techo	70	70	70
% reflectancia efectiva de pared	50	65	70
RCR <sub>local</sub>	1	1	1
F.C	1.070	1.075	1.077
% reflectancia efectiva de piso	30	30	30

2da. Interpolación

% reflectancia efectiva de techo	80	80	80
% reflectancia efectiva de pared	50	65	70
RCR <sub>local</sub>	1	1	1
F.C.	1.085	1.089	1.092
% reflectancia efectiva de piso	30	30	30

Extrapolando

% reflectancia efectiva de techo	90	90	90
% reflectancia efectiva de pared	65	65	65
RCR <sub>local</sub>	1	1	1
F.C	1.117	1	1.351
% reflectancia efectiva de piso	30	20	40

$$C.U. \text{ 40\% piso} = C.U. \text{ 20\% piso} \times F.C. = 0.992 \times 1.351 = 1.342$$

### Calculo del numero de luminarias a instalar en el local

N.I = nivel de iluminación

N.I Ec. 17 (viene de 4)

=

$$\frac{\text{No. de luminarias} \times \text{lampara por luminaria} \times \text{lumenes por lampara} \times C.U \times F.M}{\text{Area}}$$

Ec. 18 (viene de 4)

$$\text{No. De luminaria} = \frac{N.I \times \text{Area}}{\text{Lamp por luminaria} \times \text{lumenes por lamp} \times C.U \times F.M}$$

Datos:

N.I = 500 lux

Lámparas por luminaria = 2

Lúmenes por luminaria = 2600 Lum/m

C.U = 1.342

F.M = 0.61

Area = 9.0 x 9.0 = 81 m.

Evaluando los datos en la ecuación tenemos

$$\text{No. de luminarias} = \frac{500 \times 81}{2 \times 2600 \times 1.342 \times 0.61} = 9.51 = 10$$

M.S = maxima separación

$$M.S = 1.3 \times 2.25 = 2.925 \text{ m}$$

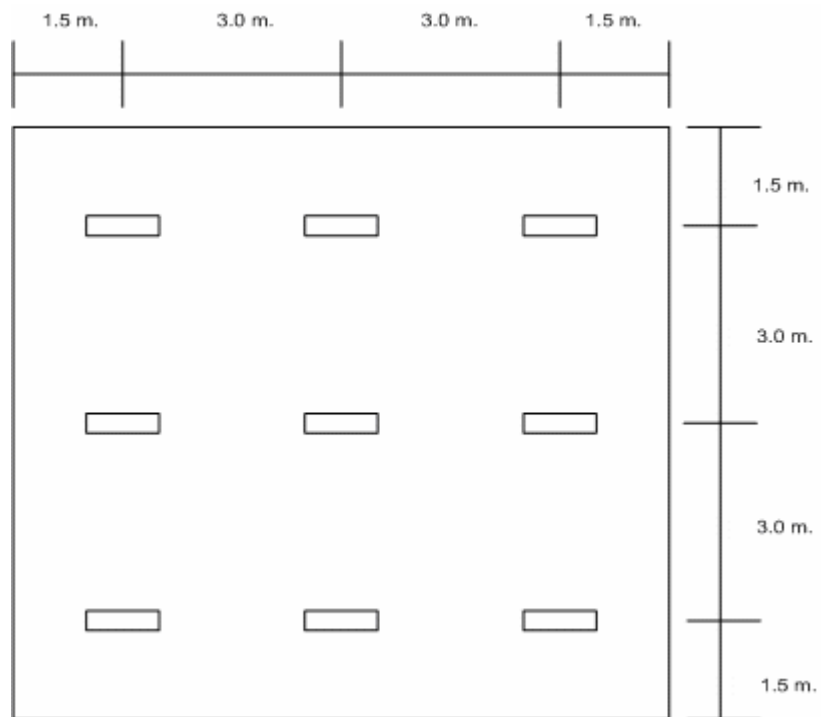
La distribución sera de 3 x 3 por lo que se tendrá a lo largo 3 luminarias y 3 a lo ancho. Para verificar que se tiene una buena distribución y tener una.

Buena homogeneidad de iluminación se tiene  $\frac{9.0}{3} = 3.0$  como puede verse

Este valor es mayor a 2.925 por lo que no cumple con la homogeneidad, pero tiene una diferencia de 0.075 que se puede considerar mínima ya que por razones puramente económicos se puede dejar con esta distribución que no le afecta en nada.

Se deben instalar 9 luminarias de 2 x 40 Watt tipo fluorescentes con las especificaciones indicadas en el plano siguiente.

Distribución de luminarias salon 101 edificio S-9



Diseño lumínico del parqueo del edificio S-9, facultad de Ciencias Económicas.

Para el cálculo de iluminación de exteriores se puede utilizar procedimientos derivados del método punto por punto que proporcionan resultados más exactos que el método mencionado pero que son menos largos y laboriosos que la aplicación rigurosa del método punto por punto.

Aquí se propone un procedimiento que más bien resulta ser un método de revisión, ya que partir de supuestos (ensayos), se calcula la iluminación para varios puntos de un plano. Esto permite asegurar que tiene cierto nivel luminoso medio en los puntos analizados.

El cálculo de la iluminación media se puede hacer basándose en la selección de las luminarias, la altura de montaje y la separación de aquellas para iluminar una anchura determinada área descubierta o carretera.

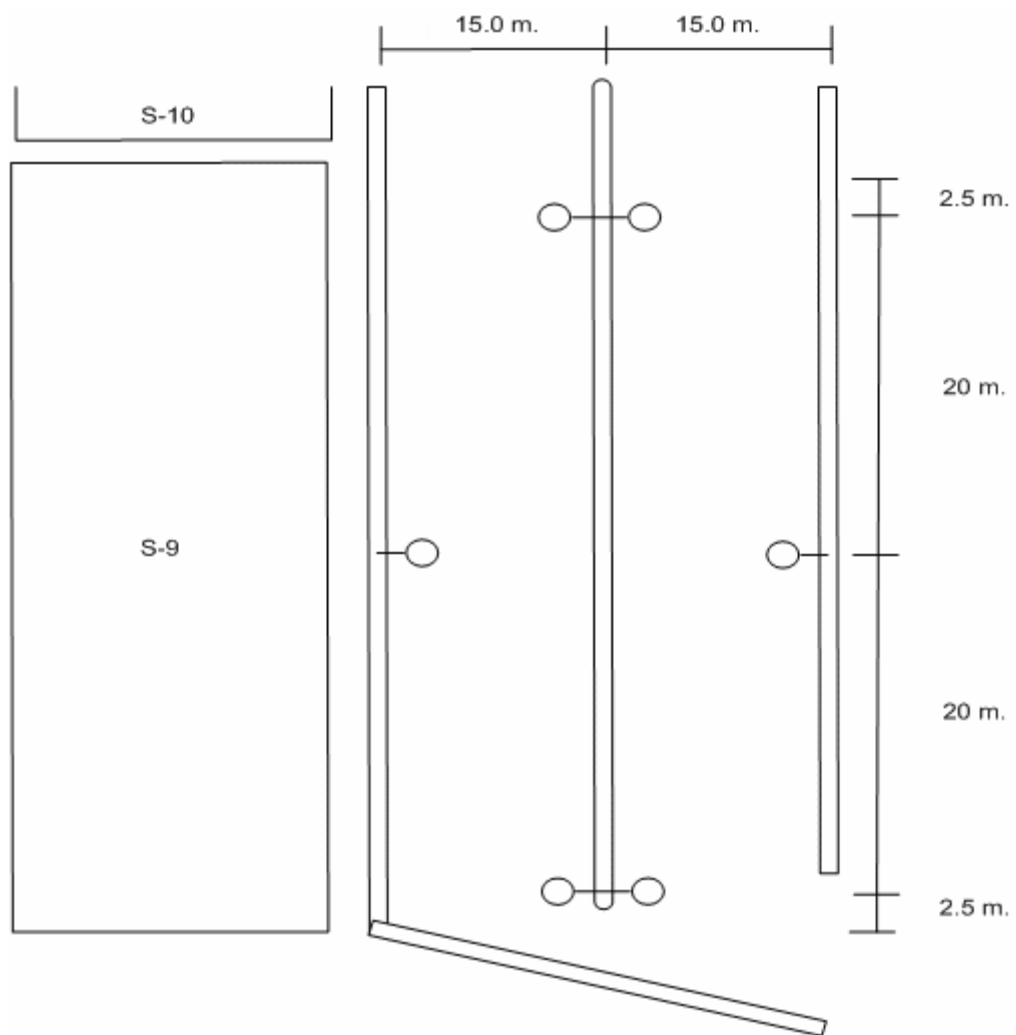
Para ello se usa la fórmula del método de los lúmenes incluyendo la depreciación de los lúmenes de la lámpara y la de la luminaria por la suciedad.

Debe de tomarse en cuenta el nivel luminoso más bajo sobre el pavimento que exigen las normas para calles, carreteras o aparcamientos, el nivel de iluminación para aparcamientos atendidos es de 20 lux,

Para el parqueo del edificio S-9 que tiene dimensiones de 43.0 m de largo y 30.0 m de ancho el cual se divide en dos filas dobles de estacionamiento, se escogerán lámparas H33-1CD 400 Watt clara, separación de 28.0 m e iluminación media de 22 lux como se muestra en el siguiente plano para si logra 20 lux y mínima de 7.1 lux en el parqueo, que es adecuado según las normas.

Configuración esquemática que indica la orientación que más se ajusta para proyectar una disposición para, alumbrado de aparcamiento satisfactorio.

Plano del parqueo para el edificio S-9



### 3.4. Diseño de red de tierras

La denominación puesta a tierra comprende toda ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo con el objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta o de descarga de origen atmosférico.

En electrotecnia se asigna convencionalmente a la tierra un potencial relativo de referencia igual a cero, suponiendo que su masa es tal que su valor permanece constante a pesar de la magnitud de las cargas que se le apliquen. Tendiendo en cuenta este supuesto, cualquier masa y cualquier electrodo puesto en contacto con tierra tendrá un potencial igual a cero.

El hecho de que el electrodo tenga siempre potencial cero, depende única y exclusivamente del contacto electrodo-terreno y es a lo que técnicamente se denomina resistencia de paso a tierra. En cambio si la resistencia de tierra tuviese un valor  $R_T$ , la tensión de la masa considerada con relación a tierra adquiriría un valor  $V = R_T I$ , donde  $I$  es la corriente que recorre la unión masa-tierra.

El sistema de puesta a tierra del sitio de edificio de viviendas o edificios simplemente forman una trayectoria directa de baja impedancia entre la tierra y todos los equipos de alimentación y proporciona una referencia a tierra para el sitio. El sistema de tierra lo componen tres sistemas básicos

- Sistema de electrodo tierra
- Sistema de protección contra fallas
- Sistemas de protección contra descargas atmosféricas.



Varillas de tierra, deben ser de acero recubierto con cobre y tener una longitud mínima de 2.40 m ( 8 pies ) y un diámetro de 16 mm (  $\frac{5}{8}$  de pulgada ), el revestimiento de cobre no debe ser menor de 0.031 m ( 0.0012) pulgadas. El espacio mínimo aceptable entre varillas es de 1.80 m ( 6 pies), pero se recomienda un espacio de dos veces la longitud de la varilla. El espacio mínimo entre las varillas y el edificio es de 60 cm. ( 2 pies ),deben de enterrarse a una profundidad de 75 cm. ( 2.5 pies ).

Radiales. La interconexión de varillas de tierra es la medida correcta en lugares donde es posible enterrarlas así como el tipo de terreno que se presenta igual a la del edificio S-9,

Entre la conexión de elementos de puesta a tierra del edificio según la NTE-IEP/1973, estarán conectados a la puesta a tierra del edificio aquellos elementos metálicos susceptibles de ponerse en tensión estableciendo entre sí una red equipotencial dentro del edificio en contacto con tierra. Estos elementos son los siguientes

- Instalacion de pararrayos
- Instalacion de antena colectiva de TV y FM
- Enchufes electricos y masas metálicas comprendidas en los aseos y baños, centralización de contadores y caja general de proteccion en caso de que sea metálicas
- Estructuras metálicas, armaduras de muros y soportes de hormigón

El numero de picas o electrodos a usar depende del tipo de terreno con que se cuente, para el edificio que tiene terreno arcilloso si se conecta la bajada a un anillo conductor de cobre recocido en contacto con el terreno de 35 mm<sup>2</sup> de seccion como minimo, situado a profundidad no menor a 80 cm y siguiendo el perímetro del edificio que se conectaran las puesta a tierra

Entonces únicamente se necesitaran dos electrodos.

Proteccion contra descargas atmosféricas RAYOS los sobrevoltajes de alto nivel lo causan las descargas atmosféricas, y en áreas de alta incidencia de rayos, provocan una gran cantidad de perturbaciones y causan daño.

Las normas que rigen el diseño y especificaciones de este sistema de proteccion las establece el código de proteccion frente a descarga atmosféricas, preparado por la Asociación Nacional de Proteccion contra Incendios ( NFPA, por sus siglas en ingles ), la misma organización que elaboro el Código Electrico Nacional.

Estas normas vigentes fueron establecidas en 1904. El comité encargado de elaborar este código lo formaron el comité de la NFPA, el comité de Protección contra rayos ( ASA ), la Oficina Nacional de Normas ( National Bureau of Standards ) y el Instituto Americano de Ingenieros Electricistas ( IEEE ), hoy el código contra rayos es el NFPA – 780.

Se estima que en la tierra existen aproximadamente y simultáneamente 2000 tormentas y cerca de 100 rayos de descarga sobre la superficie terrestre cada segundo. En total representa unas 4000 tormentas diarias y unos 9 millones de descargas atmosféricas cada dia.

Los rayos pueden alcanzar intensidades de 200 KA con una energía media disipada por el canal de descarga de  $10^5$  J/m.

No es factible ni rentable proteger un circuito contra la caída de un rayo directo, pero si es factible la proteccion de circuitos contra los efectos del 95% de las descargas y contra sus efectos secundarios, que se estiman en voltajes de más de 5 KV y corrientes de unos 6 KA .

La longitud media de un rayo es de 3 Km y la energía media total por descarga es de  $3 \times 10^9$  J. La duración media de una descarga es de manera aproximada de 30  $\mu$ s. La potencia media por rayo es de unos  $10^3$  W.

Cada rayo consta de cuatro descargas, por termino medio separadas unos 40 ms. Usualmente los rayos empiezan en la base de la nube, en un punto cuyo campo electrico es del orden de los 30000 V/m. Cada componente del rayo solo dura décimas de milisegundos.

Una porción de la energía de una descarga atmosférica se disipa en forma acústica, llamada trueno y otra mucho mayor de aproximadamente un 75% se disipa en forma de calor, alcanzando una temperatura en el canal de descarga de 15000 a 30000 °C y como consecuencia, la presión de los gases generados pueden llegar a unas 100 atmósferas.

El trueno es el sonido de la explosión a lo largo de todo el canal de descarga de estos gases. El efecto mas importante del rayo es el efecto inductivo o  $di/dt$  máximo debido a la ley de Lenz  $V = -L(di/dt)$ . Este efecto de sobrevoltaje transitorio tiene lugar en los primeros 2 o 3  $\mu$ s. La impresión de que el destello del rayo dura más de un segundo se debe a los efectos posteriores en la retina del ojo.

Una nube llega a cargarse eléctricamente hasta tal grado, que la gran diferencia de potencial con relación a tierra, produce el salto de arco o rayo. Las nubes y suelo pueden considerarse como las placas de un gran condensador que se descarga a través del canal del rayo. La impedancia del canal es del orden de los 5 K $\Omega$ .

Se estima que una descarga típica de rayo puede tener aproximadamente 3 billones de kilowatt de energía a un voltaje aproximado de 100 millones de volt y una corriente promedio de 18000 amperes.

Muchas organizaciones mundiales registran diariamente la incidencia de rayos en áreas geográficas específicas y en todo el planeta. Los datos obtenidos indican que.

El salto de arco de un rayo destructivo puede tener un nivel de 30000 amperes a un voltaje de 30 millones de volt. Los sobre voltajes transitorios inducidos por los rayos en el sistema de alimentación puede causar el mal funcionamiento de equipo o introducir datos o mandatos erróneos.

Durante la descarga de un rayo en la proximidad de una instalacion pueden ocurrir daños aunque el equipo se encuentre apagado.

### **3.5. Calculo de pararrayos**

El método más antiguo y comúnmente usado como proteccion es el sistema de conducción. Los pararrayos se instalan en la estructura del techo el cual colecta descargas de rayos en su area inmediata y se emplazan en los puntos altos para formar un sistema interceptor completo.

Los parámetros más importantes para un sistema de proteccion típico como la del edificio S-9 son los siguientes. 15 m de espacio máximo entre varillas pararrayos, Se permiten 45 m como la maxima longitud sin conexión alguna que la medida que tiene exactamente cada lado del edificio.

El espacio máximo permitido entre varillas pararrayos, en los bordes del edificio, es de 6 m. Deacuerdo con la altura que tienen las varillas pararrayos.

La punta superior de las antenas de captación o varillas pararrayos, debe tener una altura mínima de 250 mm ( 10 pulgadas ) por encima del objeto o area que se va a proteger la varilla deben de estar separadas a

distancia de 6 m ( 20 pies entre si ). Una antena de captación debe de ser colocada a una distancia de 60 cm ( 24 pulgadas ) de las esquinas. Para evitar la corrosión deben de estar revestidas de plomo.

Las especificaciones dimensiones y demás datos dados para este diseño se han tomado basándose en el código.

Las investigaciones científicas sobre fenómenos atmosféricos indican que los centelleos destructivos del rayo tiene una distancia igual o superior a 45 m ( 150 pies ) de esta forma el contorno de la zona protegida por una de las varillas de los pararrayos estándar, se ha definido como un área bajo un arco que tiene un radio máximo de 45 m ( 150 pies ) y es tangente a la tierra, mientras que toca la punta de una antena, esta descripción es importante porque nos da la altura de protección.

Para el caso particular del edificio S-9 con techo plano el área por debajo de la circunferencia de arco tangente a la tierra y el pararrayos de una de las esquinas es el área de protección, por lo que todas las estructuras dentro de esta zona estarán protegidas.

De la misma forma el área de protección entre dos varillas es el área ubicada debajo de la circunferencia del arco tangente a las dos varillas.

En el diseño del sistema se utilizó el plano del edificio y a escala se utilizó el concepto de la esfera rodante.

Los electrodos de tierra pueden ser varillas de tierra individuales o de un anillo conductor enterrado alrededor del perímetro del edificio o ambos. Todos los componentes de este sistema son de cobre, aluminio anodizado o acero inoxidable. El sistema de tierra para rayos no debe ser el sistema

electrodo de tierra del edificio, pero debe de estar conectado a este. Y el conductor de bajada debe de ser de cobre multifilar AWG # 2.



## **4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO**

### **4.1 Comparación del edificio S-9**

El análisis comparativo se puede hacer comenzado por los conductores como la de la acometida y luego analizando los alimentadores de cada nivel, luego continuaremos con el análisis de los conductores de las derivaciones.

Para los conductores que son los elementos de conducción eléctrica se requieren que tengan capacidad o ampacidad de transporte de corriente eléctrica adecuada para ser segura contra accidentes e incendios. Por tal razón es que nos esmeramos en efectuar cálculos y comparaciones tanto en el aspecto teórico como práctico.

En el aspecto teórico se han calculado de dos diferentes maneras o dos diferentes métodos para seleccionar el calibre adecuado según las normas. El primer método que se utilizó es el llamado por caída de tensión y se determinó que para la acometida es perfecto un calibre de 3/0 AWG – THW, pero al efectuarse el cálculo con el otro método se determinó que el calibre adecuado según este método es un 300 MCM – THW, pero según nuestro criterio y experiencia debemos de elegir entre estos dos valores el de mayor capacidad de conducción de corriente es por esto que el calibre elegido es el de 300 MCM – THW.

Sin embargo en la práctica se efectuaron inspecciones visuales con la cual se determinó que tiene instalados conductores de mucha mayor capacidad de conducción de corriente es decir que actualmente la acometida tiene conductores de calibre 500 MCM, es decir que tiene un gran margen



de seguridad podríamos decir que fue sobre dimensionado, el único inconveniente es el factor económico cuando se está presupuestando.

Y continuando siempre con el análisis de conductores pero para los alimentadores para cada nivel, también se afectaron cálculos de la misma forma y manera como se realizó con la de la acometida es decir que los procedimientos son análogos al anterior y se resumen con los datos que continuación se detallan.

Para el primer nivel utilizando el método por caída de tensión se determinó que el calibre adecuado o apropiado es el de calibre # 8 THW, sin embargo utilizando el otro método que es el de por corriente se determinó que el calibre apropiado es el # 2 THW, pero como debemos de elegir el de mayor capacidad de conducción entonces elegimos el de calibre # 2 THW.

De la misma manera se procedió para el segundo nivel que utilizando el método por caída de tensión se determinó que el calibre apropiado debería de ser el # 6 THW, y con el otro método calculado por corriente se determinó que debería usarse el calibre # 4 THW, pero como se elige el de mayor sección transversal o que es lo mismo que el conduce mayor corriente entonces elegimos el de calibre # 4 THW.

De igual manera utilizando los dos métodos que se han mencionado calculamos el calibre para el tercer nivel y el método por caída de tensión sugiere un calibre # 6 THW, y el otro método que es por corriente sugiere un calibre # 4 THW, de igual manera como se escoge el de mayor capacidad entonces elegimos el calibre # 4 THW.

Ahora se comparan los calibres elegidos con los calibres que actualmente tienen instalados los tres niveles mencionados. Tanto el primer nivel como el segundo y tercer nivel tienen instalado actualmente como alimentadores el calibre # 3/0 THW. Según lo calculado y lo que se tiene

concluimos que es adecuado el calibre con que cuenta actualmente aun que con un buen margen de seguridad.

Ahora procedemos a realizar un análisis comparativo con respecto a las protecciones que actualmente se tiene instalado en cada circuito y para cada tablero respectivamente asi como para la acometida y los alimentadores para cada nivel. En el cuadro que muestra los calculo de los calibres tanto por caida de tensión como por corriente se tienen los datos de la corriente total para la acometida que es de 185 Amp. Pero la red del sistema electrico interno del edificio S-9 no cuenta con proteccion principal o general.

Pero según el dato de lo que debería tener es un dado de flip-on de 3 x 185 Amp. O en su defecto el inmediato siguiente.

Para las protecciones de los alimentadores para cada nivel tambien se cuenta con información para poder elegir los datos de proteccion o flip-on, tambien se debe de mencionar que los alimentadores para cada nivel si cuentan con proteccion pero que no se pudo verificar el valor de los mismos ya que la tapa del tablero o gabinete donde se alojan los dados de flip-on tiene soldadura es por ello que no se pudo abrir, sin embargo se determino que debería de tener tres dados de flip-on de 3 x 70 Amp. Cada uno o en su defecto el valor inmediato siguiente,

Ahora las protecciones para cada circuito derivado de cada nivel se pueden determinar con el valor de la corriente que a cada uno tiene según y que se pueden ver en el cuadro de calculos de conductores tanto por caida de tensión como por corriente que tienen las diferentes corriente pero, los diagramas unifilares nos proporcionan información de la capacidad que tiene actualmente cada dado de flip-on y se pudo ver que si están dimensionados adecuadamente, ( referirse a tabla de protecciones sección de anexos ).

La razón de la comparación de resultados teóricos y prácticos de lo anterior, plantea la necesidad de evaluar en ambos casos las alternativas de soluciones posibles, considerando la confiabilidad de cada una de ellas y desde luego la influencia que cada solución tiene en el aspecto cónico.

Para el caso de la iluminación del edificio S-9 afín de obtener los niveles de iluminación requeridos para cada salón de acuerdo a sus dimensiones y necesidades tanto interno como externo, se efectuaron lecturas de los flujos luminosos para cada área y se calculó la intensidad luminosa que debería de tener cada área o sitio en particular.

Según los cálculos para el diseño lumínico de uno de los salones que tiene dimensiones de 9.0 m de largo por 9.0 m de ancho por 3.0 m de alto y el nivel de iluminación que demanda la actividad es 500 lux distribuidos de manera uniforme en el área de trabajo, pero en nivel de iluminación con que cuenta actualmente es mucho menor que el calculado.

Las lecturas efectuadas de forma práctica con un instrumento electrónico de alta sensibilidad (luxómetro), dan una lectura de 270 lux para los salones con estas dimensiones esto nos indica que el nivel de iluminación con que se cuenta para la actividad que se realiza no es el adecuado ya que únicamente es del 54% de eficiencia lumínica.

El número de luminarias la potencia de cada una y la clase de lámpara así como la distribución que esta presenta es correcta, pero debemos de tomar en cuenta los factores externos a esta que afectan en rendimiento, si tomamos en cuenta los factores como: la reflectancia efectiva que se obtiene del techo, paredes y piso los colores son tan fundamentales para la reflectancia que debe de tenerse, también los factores como degradación o depreciación de la lámpara así como la suciedad que se impregna en estas debido al polvo y muchos otros factores que influyen en la baja calidad de iluminación con que se cuenta.

De la misma manera se encuentran las otras áreas de trabajo ya que el area de trabajo es proporcional al numero de luminarias que actualmente cuentan es decir que mantienen el mismo nivel de iluminación actualmente.



## **5. CUÁNTO CUESTA LA SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS**

Como todo proyecto gira en torno a un costo económico el cual determina la factibilidad de la ejecución de la misma, el cual debe de incluir los materiales dispositivos y elementos necesarios para la realización del montaje físico de dichas instalaciones.

Existe también un trabajo que no puede apreciarse físicamente pero que está implícito y adherido al trabajo físico al que se le conoce como formulación de diseño o estudio que sin el no podría efectuarse de manera correcta y precisa el proyecto.

La otra parte importante para la ejecución de todo el proyecto en cuestión es la parte administrativa es decir administración y administración técnica.

Y finalmente la realización del trabajo físico que comprende la mano de obra calificada del personal con capacitación y entrenamiento para realizar todo el trabajo en cuestión.

**Tabla XXI. Costo y cantidad de materiales primer nivel edificio S-9**

CANTIDA D	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PRECIO UNITARIO	SUB-OTAL
117	CANALETAS ELECTRICA 4"X4" 2.44 MTS.	124.80	14601.60
132	LÁMPARAS 2 X 40 RS LISTON	101.24	13363.68
37	LÁMPARAS 1 X 40 RS LISTON	76.67	2836.79
3	TABLEROS G.E. TL-30420	818.06	2445.18
21	DADOS DE FLIPON G.E. THQL 1 X 20	21.04	441.84
1	DADO DE FLIPON G.E. THQL 3 X 20	263.37	263.37
11	ROLLOS DE ALAMBRE THHN # 14 DE 100 MTS.	124.00	1364.00
10	ROLLOS DE ALAMBRE THHN # 12 DE 100 MTS.	184.80	1848.00
5	ROLLOS DE ALAMBRE THHN # 10 DE 100 MTS.	291.20	1456.00
2	ROLLOS DE CABLE THHN # 8 DE 100 MTS.	521.60	1043.20
130	ARMADURA # 5028 CON ATERRIZADO A TIERRA	11.70	1521.00
65	PLACAS DOS AGUJEROS C/U	8.60	559.00
19	SWITCH # 5001 MAGIC	10.10	191.90
12	SWITCH # 5003 3W MAGIC	11.91	142.92
25	PLACAS UN AGUJERO C/U	8.60	215.00
135	CAJAS OCTAGONAL UNIVERS.	2.43	328.05
75	CAJAS RECTANGULARES	2.10	157.50
276	TUBO DUCTO DE ½"	11.06	3052.56
200	COPLAS DUCTO DE ½"	1.06	212.00
300	CONECTORES DUCTO DE ½"	1.04	312.00
15	ROLLOS DE CINTA AISLANTE # 33 3/4X66 PIES	17.61	264.15
208	MTS. CABLE THHN 350 MCM	98.29	20444.32
1	FLIPON TQD 3 X 200A 240V	667.66	667.66
1	CAJA PARA INT. TQD 16X12X5	106.64	106.64
1	ACCESORIO DE ENT. 4 PULG.	200.00	200.00
2	TUBOS CONDUIT PARED GU		
8	TUBOS PVC DE 4" ELECTRIC.		
TOTAL PRIMER NIVEL			68038.36

**Tabla XXII. Costo y cantidad de materiales segundo nivel edificio S-9**

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
187	LÁMPARAS 2 X 40 RS LISTON	101.24	18931.88
36	LÁMPARAS 1 X 40 RS LISTON	76.67	2760.12
27	DADOS DE FLIPON G.E. THQL 1 X 20	21.04	568.08
4	ROLLOS DE ALAMBRE THHN # 10 DE 100 MTS.	291.20	1164.80
2	ROLLOS DE CABLE THHN # 8 DE 100 MTS.	521.60	1043.20
30	ROLLOS ALABRE THHN # 12 DE 100 MTS.	184.80	5544.00
154	ARMADURAS # 5028 CON ATERRIZADO A TIERRA MAGIC	11.70	1801.80
75	PLACAS DOS AGUJEROS C/U	8.60	645.00
27	SWITCH # 5001 MGIC	10.10	272.70
27	PLACAS UN AGUJERO	8.71	235.17
187	CAJAS OCTAGONALES UNIVERSALES	2.46	460.02
82	CAJAS RECTANGULARES	2.12	173.84
372	TUBOS DUCTO DE ½"	11.19	4162.68
240	COPLAS DUCTO DE ½"	1.07	256.80
300	CONECTORES DUCTO DE ½"	1.05	315.00
20	ROLLOS DE CINTA AISLANTE # 33 3/4X66 PIES	17.83	356.60
18	TUBOS CONDUIT PARED GTRUESA DE 3 PULG.	180.09	3241.62
8	TUBOS PVC PARA ELEDTRICIDAD DE 4 PULG.	118.15	945.20
TOTAL SEGUNDO NIVEL			42878.51



**Tabla XXIII. Costo y cantidad de materiales tercer nivel edificio S-9**

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
187	LÁMPARAS 2 X 40 RS LISTON	101.24	18931.88
36	LÁMPARAS 1 X 40 RS LISTON	76.67	2760.12
410	TUBOS FLUORECENTES F40T12/DL	6.94	2845.40
27	DADOS DE FLIPON G.E. THQL 1 X 20	21.04	568.08
4	ROLLOS DE ALAMBRE THHN # 10 DE 100 MTS.	291.20	1164.80
2	ROLLOS DE CABLE THHN # 8 DE 100 MTS.	521.60	1043.20
30	ROLLOS ALABRE THHN # 12 DE 100 MTS.	184.80	5544.00
154	ARMADURAS # 5028 CON ATERRIZADO A TIERRA MAGIC	11.70	1801.80
75	PLACAS DOS AGUJEROS C/U	8.60	645.00
27	SWITCH # 5001 MGIC	10.10	272.70
27	PLACAS UN AGUJERO	8.71	235.17
187	CAJAS OCTAGONALES UNIVERSALES	2.46	460.02
82	CAJAS RECTANGULARES	2.12	173.84
372	TUBOS DUCTO DE ½"	11.19	4162.68
240	COPLAS DUCTO DE ½"	1.07	256.80
300	CONECTORES DUCTO DE ½"	1.05	315.00
20	ROLLOS DE CINTA AISLANTE # 33 3/4X66 PIES	17.83	356.60
4	LÁMPARAS WARRIOR MHWR-65T 400W METALARC	1724.09	6896.36
2	FOTO CELDAS LUMATROL	55.00	110
2	CONTACTORES CUTLER HAMER 1HP C/U		
<b>TOTAL TERCER NIVEL</b>			<b>45698.05</b>

**Tabla XXIV. Costo y cantidad de materiales iluminación parqueo S-9**

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL MATERIAL	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
6	POSTES DE CONCRETO 30 PIES	1650.00	9900.00
80	MTS. CABLE DUPLEX NO. 2	18.00	1440.00
6	PERNOS DE MAQUINA DE 5/8" X 16"	8.60	51.60
6	RACK PARA UN AISLADOR	15.00	90.00
6	AISLADORES DE CARRETE 3" DE PORCELANA GRIS 53-2	6.00	36.00
6	LÁMPARAS DE MERCURIO	450.00	2700.00
6	REMATES PREFORMADOS	6	36
TOTAL			14217.60

**Tabla XXV. Integración de costos**

MATERIALES	170832.52
MANAO DE OBRA CALIFICADA	68333.00
<b>COSTO DEL PROYECTO</b>	<b>239165.53</b>



## **6. IMPACTO TÉCNICO RECÍPROCO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO S-9 Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

El período que se utilizó para representar la medición con el edificio en funcionamiento fue de 13:00 hrs. a 22:00 hrs. que corresponden al período de mayor consumo de energía eléctrica, ya que es cuando entran a funcionar las oficinas que se encuentran en el edificio y los salones de clases; para representar la medición con el edificio desconectado se utilizó el período comprendido entre las 22:00 hrs. y las 07:00 hrs. que es cuando el consumo de energía del edificio tiene a cero.

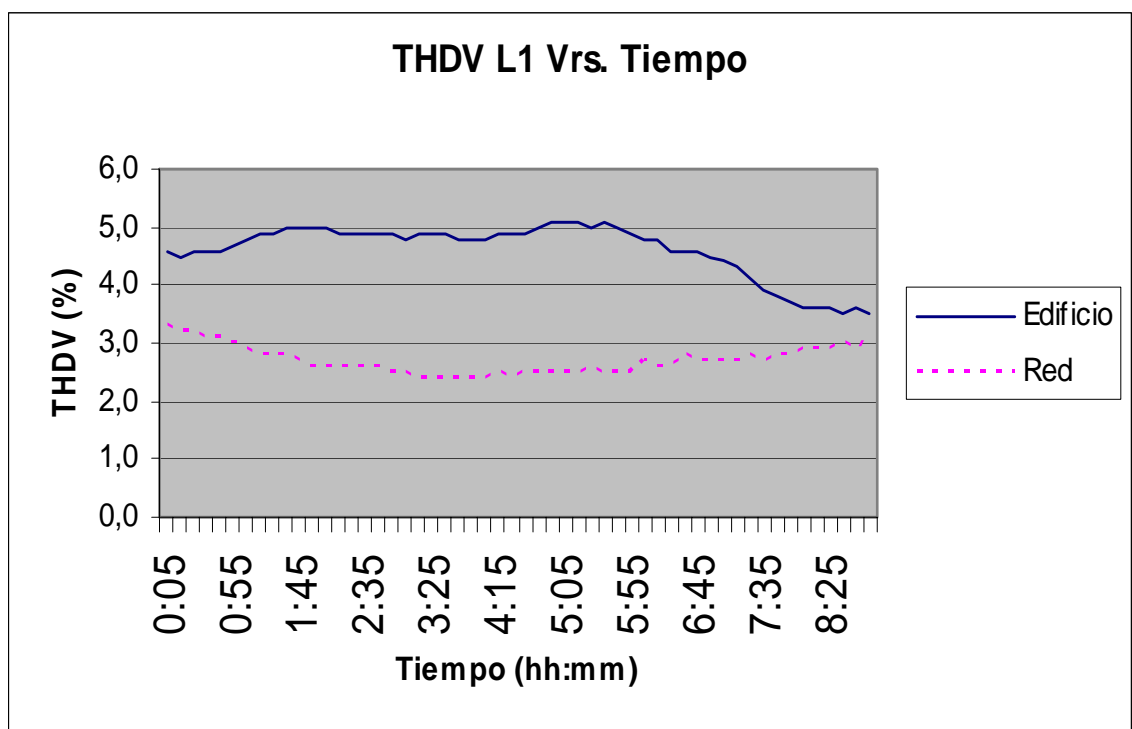
### **6.1. Distorsión armónica**

Las siguientes graficas muestran el comportamiento de la distorsión armónica total de voltaje (THDV) de cada una de las líneas que alimentan el edificio, el comportamiento de la distorsión cuando el edificio se encuentra desconectado se muestra con una línea punteada, mientras que la línea continua representa la medición de distorsión con el edificio en servicio,

El comportamiento de las tres graficas 25, 26, y 27 tienen la misma tendencia, como puede apreciarse cuando el edificio esta conectado la distorsión armónica aumenta en un porcentaje muy bajo, como lo indican las graficas pero es casi despreciable esta distorsión que se aprecia

Y la distorsión armónica disminuye cuando el edificio esta desconectado echo reciproco a la tendencia cuando el edificio esta conectado esto se puede ver atravez de la línea punteada en la curva inferior de la grafica de L1 que se muestra abajo.

**Figura 30. THDV L1 vrs. tiempo**



Distorsión armónica para las líneas dos y tres el análisis es análogo al realizado con la línea uno L1.

Figura 31. THDV L2 vrs. tiempo

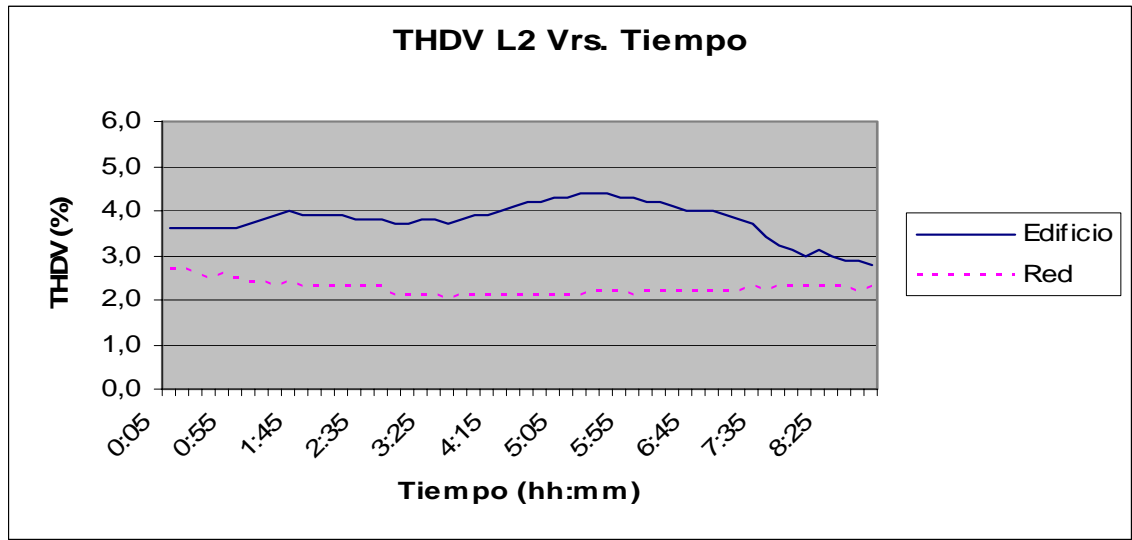
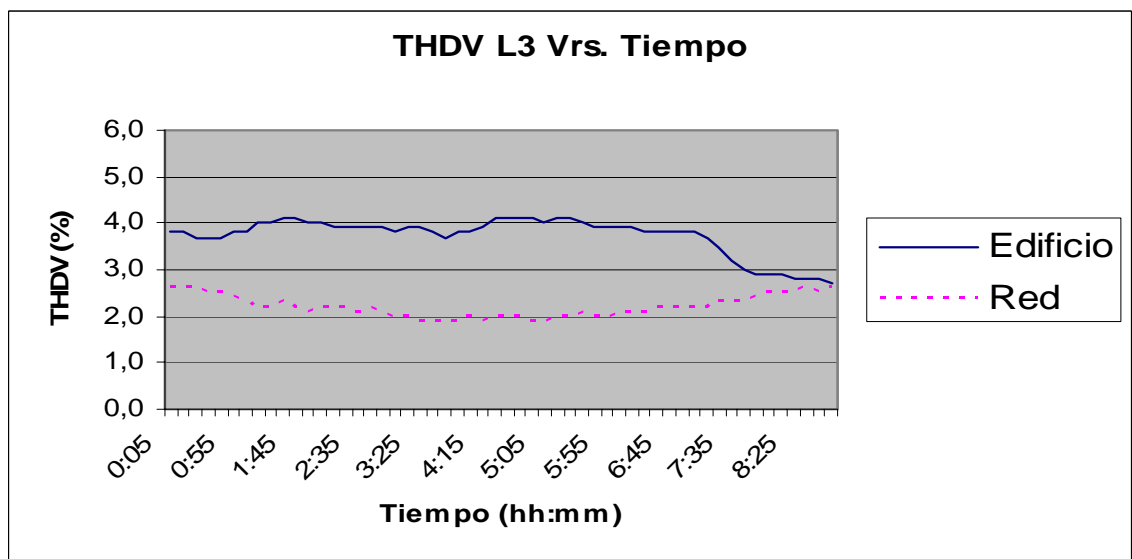


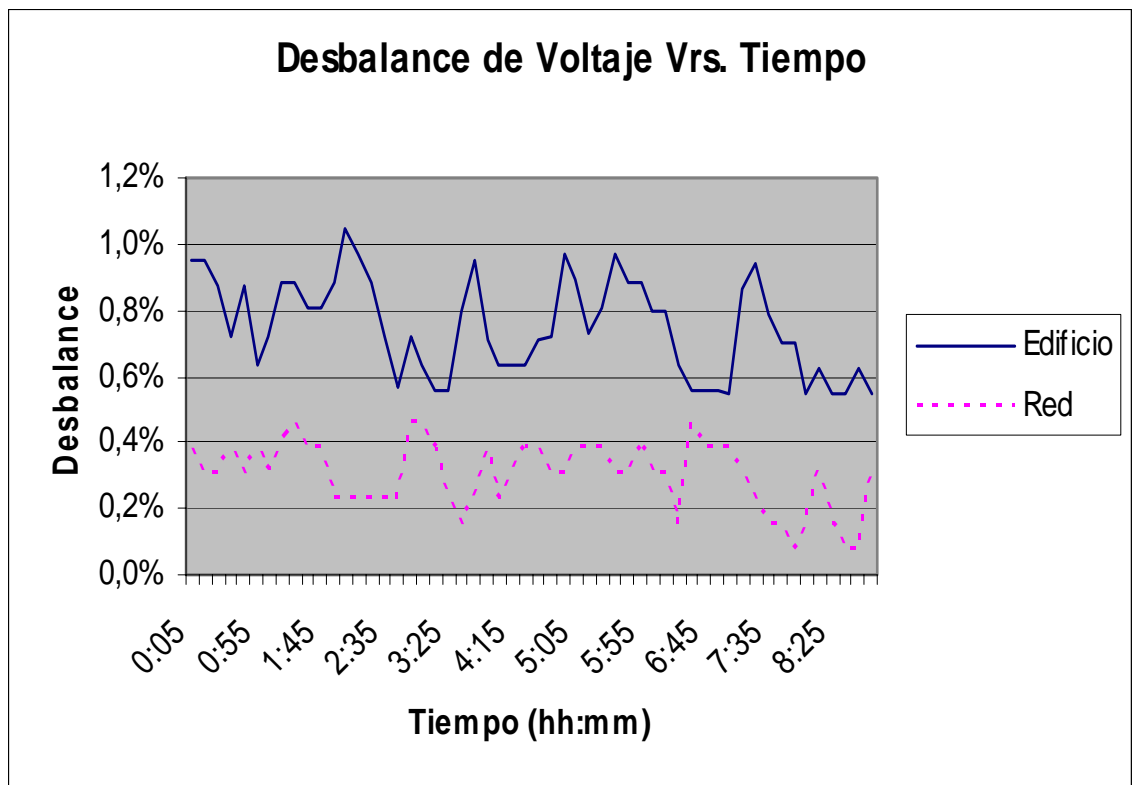
Figura 32. THDV L3 vrs. tiempo



## 6.2. Desbalance de tensión

El desbalance de tensión se muestra en la siguiente grafica, la curva con línea punteada representa el comportamiento del desbalance con el edificio desconectado; y la curva con línea continua representa el desbalance existente cuando el edificio se encuentra en funcionamiento.

Figura 33. Desbalance de tensión vs. tiempo



## **7. EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL EDIFICIO S-9 A LA ASOCIACIÓN DEL MERCADO MAYORISTA**

Según el Reglamento de la Ley General de Electricidad.  
Acuerdo Gubernativo Numero 256-97 con fecha de 21 de marzo de 1997,  
emanada por el Ministerio de Energía y minas,

Considerando que el Decreto numero 93-96 del congreso de la republica se promulgo la Ley General de Electricidad con el objeto de normar el desarrollo de las actividades de generacion, transporte, distribución y comercialización de electricidad;

Considerando que para la adecuada aplicación de la ley general de electricidad, deben desarrollarse sus normas en forma reglamentaria, para cuya finalidad es procedente dictar las respectivas disposiciones legales;

Por tanto en el ejercicio de las funciones que le confiere el articulo 183 inciso e) de la constitución de la republica de Guatemala y con base en el articulo 4 de las disposiciones transitorias de la ley General de Electricidad.

Acuerda emitir el siguiente. Reglamento de la ley General de Electricidad Republica de Guatemala.

Titulo I: Definiciones generales

Capitulo I

Articulo 1. Definiciones

Articulo 1.- Definiciones. Para los efectos de este reglamento se establecen las siguientes definiciones, las cuales se suman a aquellas contenidas en la ley. General de Electricidad.



**GRAN USUARIO:** Es un consumidor de energía cuya demanda de potencia excede a 100 Kilovatios (KW) o el límite inferior fijado por el Ministerio en el futuro:

El gran usuario no estará sujeto a regulación de precio y las condiciones de suministro serán libremente pactadas con el distribuidor o con cualquier otro suministrador.

Para efectos del artículo 59, literal C de la ley, las tarifas de los consumidores de potencia igual o inferior a 100 kilovatios (kW), o el límite inferior que en el futuro establezca el Ministerio, serán fijadas por la comisión.

De acuerdo a los artículos y definiciones establecidas por la ley general de electricidad.

El consumo de energía eléctrica para el edificio S-9 cuya demanda de potencia, no excede a 100 kilovatios (kW), es mucho menor que la que establece la ley general de electricidad.

Por tal razón no se le puede considerar como gran usuario y por ende

**queda excluida a la incorporación del mercado mayorista.**

Es importante hacer notar que al alcanzar la categoría de gran usuario no requerirán autorización y estarán facultados a contratar el suministro de electricidad con un generador o comercializador. En este caso deberán pagar un peaje al distribuidor, de acuerdo a lo establecido en este reglamento.

## CONCLUSIONES

1. En la evaluación de las instalaciones eléctricas actuales se determinó que se han efectuado una serie de instalaciones eléctricas adicionales al diseño inicial especialmente en la planta del primer nivel, este es el nivel que mas modificaciones ha tenido en cuanto a instalaciones eléctricas se refiere y se da énfasis en este nivel porque en el tablero de distribución es el que más cables y alambres tiene sin control alguno.
2. El problema de cargarle circuitos eléctricos adicionales es que la mayoría de las cargas son monofásicas y cuando se conectan a cualquier fase sin tomar en cuenta el balance que las fases tienen, éstas quedan desbalanceadas, ya que por una fase circula más corriente que en la otra.
3. Los conductores eléctricos que alimentan cada circuito de iluminación del primer nivel están en su limite máximo, estos sugiere no seguir adicionándole cargas.
4. Los cables de acometida sí se encuentra con un buen margen de seguridad, por lo que a éstos se refiere no hay inconveniente alguno en el incremento de cargas.
5. En cuanto a protecciones en los tres tableros de distribución existen circuito, cortocircuitados que tienen problemas.
6. La iluminación de los niveles son bajos en todos los salones de clases y esto dificulta que la actividad que aquí se realice se optima.



## RECOMENDACIONES

1. A manera de evitar problemas o destrucción en los circuitos que están conectados a los dados de flip-on que presentan cortocircuito se sugiere que sea sustituidos sin antes corregir e problema.
2. Para el caso de las luminarias es aconsejable elaborar un programa o itinerario de mantenimiento para las lámparas fluorescentes especialmente para los salones de clases que son las áreas de iluminación que más necesitan.
3. Sugerirle al departamento eléctrico, Dirección de servicios Generales o a quien corresponda que vayan a desoldar la tapa o cubierta del tablero de distribución principal, ya que no se pudo determinar por la vía visual o por lectura la capacidad de la proteccion que esta tiene, porque dicho tablero tiene soldadura en la cubierta, ya que se tendrán serios problemas en el momento en que ocurra una falla por no tener acceso a ella.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Díaz, Páblo. **Soluciones practicas. Para la puesta a tierra de sistemas electricos de distribución.** M<sup>c</sup>Graw-Hill
2. Enríquez Harper, Gilberto. **Manual de instalaciones eléctricas Residenciales e industriales.** 2<sup>a</sup> edición. Limusa Noriega Editores
3. Méndez Celis, Luís Alfonso. **Guía para el diseño de instalaciones Eléctricas.** Ingeniero mecanico electricista. USAC Guatemala Julio De 1992.
4. Neagu Bratu Serbán, Campero Littlewood Eduardo. **Instalaciones Eléctricas y diseño.** 2<sup>a</sup> edición. 1990, 1992 ediciones Alfaomega México, D. F



## ANEXOS

**Tabla A-1. De corriente en alimentadores**

Hora	A1	A2	A3	Neutral	Hora	A1	A2	A3	Neutral
12:45 p.m.	0.1	37.4	17.1	34.2	06:35 p.m.	167.3	133.4	128.9	47.4
12:55 p.m.	0.0	35.8	15.7	33.1	06:45 p.m.	160.4	137.4	130.9	40.0
01:05 p.m.	3.4	33.5	14.4	30.5	06:55 p.m.	159.2	134.6	126.0	43.4
01:15 p.m.	16.2	39.0	14.3	30.2	07:05 p.m.	160.7	137.8	129.2	42.1
01:25 p.m.	16.7	41.6	21.0	31.1	07:15 p.m.	161.1	135.4	125.3	45.4
01:35 p.m.	42.2	46.5	23.0	25.1	07:25 p.m.	155.7	125.8	126.7	39.2
01:45 p.m.	52.8	52.1	12.5	39.4	07:35 p.m.	146.8	127.7	119.4	37.7
01:55 p.m.	75.6	46.2	24.5	45.9	07:45 p.m.	142.2	126.6	119.5	33.8
02:05 p.m.	90.1	59.1	42.6	46.6	07:55 p.m.	133.7	125.7	118.8	28.1
02:15 p.m.	96.2	73.8	48.1	50.1	08:05 p.m.	107.9	116.2	115.5	23.7
02:25 p.m.	97.2	82.0	60.6	41.1	08:15 p.m.	84.1	109.4	109.7	32.5
02:35 p.m.	95.3	83.3	65.5	36.9	08:25 p.m.	63.1	94.1	91.1	35.3
02:45 p.m.	99.3	83.4	56.9	44.9	08:35 p.m.	40.4	62.1	37.8	32.5
02:55 p.m.	100.0	88.3	58.0	45.8	08:45 p.m.	39.0	48.2	28.8	26.3
03:05 p.m.	95.4	88.8	57.7	43.5	08:55 p.m.	33.8	41.9	19.5	33.3
03:15 p.m.	103.0	86.4	61.4	43.5	09:05 p.m.	20.3	21.8	0.0	31.4
03:25 p.m.	104.6	79.3	59.7	44.1	09:15 p.m.	17.6	23.0	0.3	30.2
03:35 p.m.	101.4	82.6	66.5	38.5	09:25 p.m.	15.4	23.5	0.0	29.4
03:45 p.m.	112.9	83.8	73.8	39.5	09:35 p.m.	15.4	23.2	0.0	28.9
03:55 p.m.	115.1	80.7	66.7	46.2	09:45 p.m.	15.4	23.9	0.0	29.4
04:05 p.m.	108.7	83.5	65.2	43.1	09:55 p.m.	15.5	19.3	0.0	25.9
04:15 p.m.	108.8	84.5	72.3	38.1	10:05 p.m.	2.9	4.6	0.0	6.4
04:25 p.m.	119.6	87.1	76.9	41.9	10:15 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
04:35 p.m.	120.6	88.8	69.7	49.2	10:25 p.m.	0.0	0.2	0.0	0.4
04:45 p.m.	137.5	89.2	76.3	63.7	10:35 p.m.	0.0	0.9	0.0	1.7
04:55 p.m.	136.8	91.0	84.8	63.6	10:45 p.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
05:05 p.m.	142.9	95.4	92.7	61.7	10:55 p.m.	0.0	5.0	0.0	7.9
05:15 p.m.	154.0	115.8	112.2	55.5	11:05 p.m.	0.0	6.1	0.0	8.5
05:25 p.m.	152.3	128.9	128.5	41.2	11:15 p.m.	0.0	5.4	0.0	7.3
05:35 p.m.	149.5	131.0	126.9	39.7	11:25 p.m.	0.0	3.1	0.0	4.2
05:45 p.m.	151.3	129.1	124.9	41.6	11:35 p.m.	0.0	4.8	0.0	6.5
05:55 p.m.	149.5	135.3	124.2	41.2	11:45 p.m.	0.0	4.0	0.0	5.5
06:05 p.m.	149.7	136.1	123.3	42.9	11:55 p.m.	0.0	6.3	0.0	8.6
06:15 p.m.	150.0	130.2	127.5	37.9	12:05 a.m.	0.0	4.4	0.0	6.1
06:25 p.m.	153.3	132.5	123.4	43.6	12:15 a.m.	0.0	9.3	0.0	13.1



**Tabla A-2. De corriente en alimentadores**

Hora	A1	A2	A3	Neutral	Hora	A1	A2	A3	Neutral
12:25 a.m.	0.0	6.2	0.0	8.4	06:15 a.m.	0.3	0.0	0.0	0.5
12:35 a.m.	0.0	4.3	0.0	5.9	06:25 a.m.	0.0	0.4	0.0	0.7
12:45 a.m.	0.0	5.0	0.0	6.7	06:35 a.m.	0.0	1.0	0.0	1.4
12:55 a.m.	0.0	2.7	0.0	3.7	06:45 a.m.	0.0	4.4	0.0	6.8
01:05 a.m.	0.0	4.3	0.0	5.8	06:55 a.m.	0.0	7.9	0.0	11.3
01:15 a.m.	0.0	4.1	0.0	5.6	07:05 a.m.	0.0	5.2	0.0	7.1
01:25 a.m.	0.0	7.8	0.0	11.1	07:15 a.m.	0.0	5.8	0.0	7.5
01:35 a.m.	0.0	6.8	0.0	9.8	07:25 a.m.	0.0	9.8	0.0	12.4
01:45 a.m.	0.0	1.3	0.0	2.2	07:35 a.m.	0.0	9.0	0.0	11.4
01:55 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0	07:45 a.m.	0.0	1.7	0.0	2.1
02:05 a.m.	0.0	1.3	0.0	1.7	07:55 a.m.	0.0	3.8	0.0	4.8
02:15 a.m.	0.0	0.3	0.0	0.4	08:05 a.m.	0.0	6.0	1.4	9.1
02:25 a.m.	0.0	0.6	0.0	0.9	08:15 a.m.	0.0	4.2	13.0	14.6
02:35 a.m.	0.0	0.5	0.0	0.8	08:25 a.m.	0.0	5.4	10.5	13.5
02:45 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.1	08:35 a.m.	0.0	0.0	9.1	10.4
02:55 a.m.	0.0	2.8	0.0	4.5	08:45 a.m.	0.0	0.0	6.6	8.4
03:05 a.m.	0.0	4.0	0.0	5.5	08:55 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0
03:15 a.m.	0.0	5.8	0.0	7.8	09:05 a.m.	0.0	0.2	0.0	0.4
03:25 a.m.	0.0	2.1	0.0	2.9	09:15 a.m.	0.0	2.7	0.0	3.9
03:35 a.m.	0.0	3.8	0.0	5.0	09:25 a.m.	0.0	3.0	6.8	9.5
03:45 a.m.	0.0	3.8	0.0	5.1	09:35 a.m.	0.0	2.9	4.2	9.4
03:55 a.m.	0.0	5.6	0.0	7.6	09:45 a.m.	0.0	2.5	0.0	4.1
04:05 a.m.	0.0	7.4	0.0	10.6	09:55 a.m.	0.0	3.7	0.0	5.4
04:15 a.m.	0.0	9.3	0.0	13.5	10:05 a.m.	0.0	5.8	2.6	10.7
04:25 a.m.	0.0	3.8	0.0	5.2	10:15 a.m.	0.0	14.1	11.1	18.0
04:35 a.m.	0.0	1.9	0.0	2.6	10:25 a.m.	2.5	25.6	11.4	24.6
04:45 a.m.	0.0	2.7	0.0	3.3	10:35 a.m.	10.5	33.9	10.0	28.2
04:55 a.m.	0.0	3.9	0.0	5.3	10:45 a.m.	6.9	34.3	9.9	30.0
05:05 a.m.	0.0	5.1	0.0	6.8	10:55 a.m.	8.9	33.5	9.9	28.4
05:15 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0	11:05 a.m.	17.4	33.7	9.9	28.8
05:25 a.m.	0.0	4.0	0.0	6.1	11:15 a.m.	18.2	29.2	9.9	25.9
05:35 a.m.	0.0	0.0	0.0	0.0	11:25 a.m.	13.9	26.3	9.9	22.9
05:45 a.m.	0.0	1.9	0.0	2.9	11:35 a.m.	11.4	29.6	9.9	24.6
05:55 a.m.	0.0	2.4	0.0	3.9	11:45 a.m.	11.5	26.0	9.9	22.0
06:05 a.m.	0.4	2.0	0.0	3.4	11:55 a.m.	11.5	26.4	9.9	22.4

**Tabla B-1. De factor de potencia**

Hora	Fp1	Fp2	Fp 3		Hora	Fp1	Fp2	Fp 3
12:45 p.m.	0.01	0.98	0.87		06:35 p.m.	0.96	0.98	0.97
12:55 p.m.	0.00	0.97	0.85		06:45 p.m.	0.96	0.98	0.97
01:05 p.m.	0.20	0.92	0.82		06:55 p.m.	0.96	0.98	0.97
01:15 p.m.	0.95	0.91	0.81		07:05 p.m.	0.96	0.98	0.97
01:25 p.m.	0.96	0.93	0.91		07:15 p.m.	0.96	0.98	0.97
01:35 p.m.	0.98	0.94	0.91		07:25 p.m.	0.95	0.97	0.97
01:45 p.m.	0.99	0.96	0.67		07:35 p.m.	0.95	0.97	0.97
01:55 p.m.	0.97	0.96	0.88		07:45 p.m.	0.95	0.97	0.97
02:05 p.m.	0.96	0.97	0.97		07:55 p.m.	0.97	0.97	0.97
02:15 p.m.	0.96	0.98	0.97		08:05 p.m.	0.97	0.97	0.97
02:25 p.m.	0.97	0.98	0.98		08:15 p.m.	0.96	0.96	0.96
02:35 p.m.	0.97	0.98	0.98		08:25 p.m.	0.93	0.95	0.95
02:45 p.m.	0.97	0.98	0.98		08:35 p.m.	0.80	0.89	0.72
02:55 p.m.	0.97	0.98	0.98		08:45 p.m.	0.76	0.84	0.63
03:05 p.m.	0.97	0.98	0.98		08:55 p.m.	0.66	0.85	0.48
03:15 p.m.	0.97	0.98	0.98		09:05 p.m.	0.64	0.93	0.00
03:25 p.m.	0.97	0.98	0.98		09:15 p.m.	0.65	0.93	0.02
03:35 p.m.	0.97	0.98	0.98		09:25 p.m.	0.67	0.93	0.00
03:45 p.m.	0.97	0.98	0.98		09:35 p.m.	0.67	0.93	0.00
03:55 p.m.	0.97	0.98	0.98		09:45 p.m.	0.67	0.92	0.00
04:05 p.m.	0.97	0.98	0.98		09:55 p.m.	0.67	0.91	0.00
04:15 p.m.	0.97	0.98	0.98		10:05 p.m.	0.13	0.29	0.00
04:25 p.m.	0.98	0.98	0.99		10:15 p.m.	0.00	0.00	0.00
04:35 p.m.	0.97	0.98	0.98		10:25 p.m.	0.00	0.03	0.00
04:45 p.m.	0.95	0.98	0.97		10:35 p.m.	0.00	0.10	0.00
04:55 p.m.	0.95	0.98	0.95		10:45 p.m.	0.00	0.00	0.00
05:05 p.m.	0.95	0.98	0.96		10:55 p.m.	0.00	0.45	0.00
05:15 p.m.	0.95	0.98	0.97		11:05 p.m.	0.00	0.42	0.00
05:25 p.m.	0.95	0.98	0.97		11:15 p.m.	0.00	0.36	0.00
05:35 p.m.	0.95	0.98	0.97		11:25 p.m.	0.00	0.20	0.00
05:45 p.m.	0.95	0.98	0.97		11:35 p.m.	0.00	0.32	0.00
05:55 p.m.	0.95	0.98	0.97		11:45 p.m.	0.00	0.26	0.00
06:05 p.m.	0.95	0.98	0.97		11:55 p.m.	0.00	0.42	0.00
06:15 p.m.	0.95	0.98	0.97		12:05 a.m.	0.00	0.29	0.00
06:25 p.m.	0.95	0.98	0.97		12:15 a.m.	0.00	0.62	0.00

**Tabla B-2. De factor de potencia**

Hora	Fp1	Fp2	Fp 3		Hora	Fp1	Fp2	Fp 3
12:25 a.m.	0.00	0.42	0.00		06:15 a.m.	0.04	0.00	0.00
12:35 a.m.	0.00	0.28	0.00		06:25 a.m.	0.00	0.05	0.00
12:45 a.m.	0.00	0.34	0.00		06:35 a.m.	0.00	0.10	0.00
12:55 a.m.	0.00	0.18	0.00		06:45 a.m.	0.00	0.38	0.00
01:05 a.m.	0.00	0.30	0.00		06:55 a.m.	0.00	0.58	0.00
01:15 a.m.	0.00	0.27	0.00		07:05 a.m.	0.00	0.36	0.00
01:25 a.m.	0.00	0.55	0.00		07:15 a.m.	0.00	0.38	0.00
01:35 a.m.	0.00	0.47	0.00		07:25 a.m.	0.00	0.67	0.00
01:45 a.m.	0.00	0.13	0.00		07:35 a.m.	0.00	0.63	0.00
01:55 a.m.	0.00	0.00	0.00		07:45 a.m.	0.00	0.12	0.00
02:05 a.m.	0.00	0.10	0.00		07:55 a.m.	0.00	0.26	0.00
02:15 a.m.	0.00	0.03	0.00		08:05 a.m.	0.00	0.41	0.09
02:25 a.m.	0.00	0.06	0.00		08:15 a.m.	0.00	0.28	0.76
02:35 a.m.	0.00	0.05	0.00		08:25 a.m.	0.00	0.39	0.61
02:45 a.m.	0.00	0.00	0.00		08:35 a.m.	0.00	0.00	0.53
02:55 a.m.	0.00	0.25	0.00		08:45 a.m.	0.00	0.00	0.38
03:05 a.m.	0.00	0.26	0.00		08:55 a.m.	0.00	0.00	0.00
03:15 a.m.	0.00	0.39	0.00		09:05 a.m.	0.00	0.03	0.00
03:25 a.m.	0.00	0.14	0.00		09:15 a.m.	0.00	0.25	0.00
03:35 a.m.	0.00	0.26	0.00		09:25 a.m.	0.00	0.24	0.40
03:45 a.m.	0.00	0.25	0.00		09:35 a.m.	0.00	0.25	0.25
03:55 a.m.	0.00	0.38	0.00		09:45 a.m.	0.00	0.24	0.00
04:05 a.m.	0.00	0.51	0.00		09:55 a.m.	0.00	0.29	0.00
04:15 a.m.	0.00	0.67	0.00		10:05 a.m.	0.00	0.45	0.14
04:25 a.m.	0.00	0.25	0.00		10:15 a.m.	0.00	0.82	0.64
04:35 a.m.	0.00	0.13	0.00		10:25 a.m.	0.24	0.97	0.66
04:45 a.m.	0.00	0.16	0.00		10:35 a.m.	0.99	0.98	0.59
04:55 a.m.	0.00	0.26	0.00		10:45 a.m.	0.65	0.98	0.59
05:05 a.m.	0.00	0.34	0.00		10:55 a.m.	0.67	0.98	0.59
05:15 a.m.	0.00	0.00	0.00		11:05 a.m.	0.96	0.98	0.59
05:25 a.m.	0.00	0.36	0.00		11:15 a.m.	0.95	0.98	0.59
05:35 a.m.	0.00	0.00	0.00		11:25 a.m.	0.94	0.96	0.59
05:45 a.m.	0.00	0.17	0.00		11:35 a.m.	0.98	0.98	0.59
05:55 a.m.	0.00	0.23	0.00		11:45 a.m.	0.98	0.99	0.59
06:05 a.m.	0.04	0.19	0.00		11:55 a.m.	0.98	0.99	0.59

**Tabla C-1. De frecuencia en el sistema**

Hora	FREC. Hz	Hora	Frec. Hz	Hora	Frec. Hz	Hora	Frec. Hz
12:45 p.m.	60.04	06:35 p.m.	59.75	12:25 a.m.	59.97	06:15 a.m.	59.96
12:55 p.m.	60.03	06:45 p.m.	60.07	12:35 a.m.	60.06	06:25 a.m.	59.98
01:05 p.m.	60.02	06:55 p.m.	60.10	12:45 a.m.	59.99	06:35 a.m.	59.97
01:15 p.m.	59.99	07:05 p.m.	60.13	12:55 a.m.	59.93	06:45 a.m.	59.98
01:25 p.m.	60.04	07:15 p.m.	60.06	01:05 a.m.	60.02	06:55 a.m.	59.95
01:35 p.m.	60.04	07:25 p.m.	60.00	01:15 a.m.	60.04	07:05 a.m.	59.91
01:45 p.m.	60.06	07:35 p.m.	60.03	01:25 a.m.	60.05	07:15 a.m.	59.90
01:55 p.m.	60.08	07:45 p.m.	60.07	01:35 a.m.	60.06	07:25 a.m.	60.00
02:05 p.m.	60.03	07:55 p.m.	60.11	01:45 a.m.	60.07	07:35 a.m.	60.06
02:15 p.m.	59.93	08:05 p.m.	60.07	01:55 a.m.	59.92	07:45 a.m.	60.10
02:25 p.m.	60.00	08:15 p.m.	60.05	02:05 a.m.	59.88	07:55 a.m.	60.11
02:35 p.m.	60.03	08:25 p.m.	60.06	02:15 a.m.	59.91	08:05 a.m.	60.04
02:45 p.m.	60.03	08:35 p.m.	60.07	02:25 a.m.	59.91	08:15 a.m.	60.00
02:55 p.m.	60.03	08:45 p.m.	60.03	02:35 a.m.	59.92	08:25 a.m.	59.95
03:05 p.m.	60.00	08:55 p.m.	59.97	02:45 a.m.	59.92	08:35 a.m.	59.96
03:15 p.m.	59.97	09:05 p.m.	59.97	02:55 a.m.	59.94	08:45 a.m.	59.98
03:25 p.m.	59.97	09:15 p.m.	60.01	03:05 a.m.	59.93	08:55 a.m.	60.06
03:35 p.m.	59.98	09:25 p.m.	60.04	03:15 a.m.	59.95	09:05 a.m.	60.09
03:45 p.m.	59.90	09:35 p.m.	60.03	03:25 a.m.	59.95	09:15 a.m.	60.06
03:55 p.m.	60.00	09:45 p.m.	60.05	03:35 a.m.	59.97	09:25 a.m.	60.05
04:05 p.m.	60.05	09:55 p.m.	60.03	03:45 a.m.	59.96	09:35 a.m.	60.02
04:15 p.m.	60.06	10:05 p.m.	60.05	03:55 a.m.	59.99	09:45 a.m.	60.04
04:25 p.m.	60.08	10:15 p.m.	60.06	04:05 a.m.	60.07	09:55 a.m.	60.11
04:35 p.m.	60.02	10:25 p.m.	59.99	04:15 a.m.	60.11	10:05 a.m.	60.09
04:45 p.m.	60.05	10:35 p.m.	60.00	04:25 a.m.	60.12	10:15 a.m.	59.99
04:55 p.m.	60.09	10:45 p.m.	60.07	04:35 a.m.	60.13	10:25 a.m.	59.90
05:05 p.m.	60.08	10:55 p.m.	60.07	04:45 a.m.	60.06	10:35 a.m.	59.95
05:15 p.m.	60.02	11:05 p.m.	59.88	04:55 a.m.	60.01	10:45 a.m.	59.98
05:25 p.m.	60.02	11:15 p.m.	59.87	05:05 a.m.	60.04	10:55 a.m.	60.04
05:35 p.m.	60.11	11:25 p.m.	59.97	05:15 a.m.	59.95	11:05 a.m.	60.08
05:45 p.m.	60.15	11:35 p.m.	60.07	05:25 a.m.	59.92	11:15 a.m.	60.09
05:55 p.m.	59.86	11:45 p.m.	60.03	05:35 a.m.	59.86	11:25 a.m.	60.05
06:05 p.m.	59.76	11:55 p.m.	60.09	05:45 a.m.	59.96	11:35 a.m.	60.04
06:15 p.m.	59.60	12:05 a.m.	60.07	05:55 a.m.	60.00	11:45 a.m.	60.02
06:25 p.m.	59.52	12:15 a.m.	60.00	06:05 a.m.	59.96	11:55 a.m.	60.07

**Tabla D-1. Para índices de regulación de tensión**

Hora	U1	U2	U3	V1	V2	V3	Desbalance de Voltaje
12:45 p.m.	4.57%	5.19%	4.90%	5.17%	4.33%	5.42%	1.03%
12:55 p.m.	4.42%	5.10%	4.81%	5.08%	4.25%	5.33%	1.03%
01:05 p.m.	4.33%	5.05%	4.71%	5.00%	4.25%	5.25%	0.95%
01:15 p.m.	4.18%	4.90%	4.66%	4.83%	4.17%	5.17%	0.95%
01:25 p.m.	4.28%	4.95%	4.66%	5.08%	4.17%	5.08%	0.87%
01:35 p.m.	4.18%	4.95%	4.62%	4.83%	4.25%	5.00%	0.72%
01:45 p.m.	4.04%	4.86%	4.62%	4.50%	4.25%	5.17%	0.88%
01:55 p.m.	3.94%	4.95%	4.57%	4.33%	4.50%	5.00%	0.64%
02:05 p.m.	3.70%	4.71%	4.28%	4.08%	4.17%	4.83%	0.72%
02:15 p.m.	3.13%	4.13%	3.75%	3.42%	3.58%	4.33%	0.88%
02:25 p.m.	3.13%	4.13%	3.75%	3.58%	3.50%	4.42%	0.88%
02:35 p.m.	3.22%	4.18%	3.75%	3.67%	3.50%	4.33%	0.80%
02:45 p.m.	3.22%	4.18%	3.85%	3.67%	3.58%	4.42%	0.80%
02:55 p.m.	3.22%	4.13%	3.80%	3.67%	3.50%	4.42%	0.88%
03:05 p.m.	3.13%	3.99%	3.65%	3.58%	3.25%	4.33%	1.04%
03:15 p.m.	2.98%	3.85%	3.56%	3.42%	3.25%	4.25%	0.96%
03:25 p.m.	3.03%	3.94%	3.61%	3.50%	3.25%	4.17%	0.88%
03:35 p.m.	3.27%	4.09%	3.75%	3.75%	3.50%	4.25%	0.72%
03:45 p.m.	3.27%	4.18%	3.75%	3.67%	3.67%	4.25%	0.56%
03:55 p.m.	3.56%	4.52%	4.18%	3.92%	4.08%	4.67%	0.72%
04:05 p.m.	3.94%	4.86%	4.52%	4.33%	4.33%	5.00%	0.64%
04:15 p.m.	4.18%	5.10%	4.66%	4.67%	4.50%	5.08%	0.56%
04:25 p.m.	4.13%	5.05%	4.66%	4.58%	4.50%	5.08%	0.56%
04:35 p.m.	4.13%	4.95%	4.71%	4.50%	4.42%	5.25%	0.80%
04:45 p.m.	4.33%	5.24%	4.90%	4.50%	4.83%	5.50%	0.95%
04:55 p.m.	4.76%	5.48%	5.24%	4.92%	5.25%	5.67%	0.71%
05:05 p.m.	5.00%	5.67%	5.38%	5.17%	5.42%	5.83%	0.63%
05:15 p.m.	4.38%	5.00%	4.76%	4.58%	4.67%	5.25%	0.64%
05:25 p.m.	4.33%	4.81%	4.57%	4.58%	4.42%	5.08%	0.64%
05:35 p.m.	4.52%	5.00%	4.76%	4.75%	4.58%	5.33%	0.72%
05:45 p.m.	4.23%	4.76%	4.42%	4.42%	4.33%	5.08%	0.72%
05:55 p.m.	2.60%	3.22%	2.88%	2.67%	2.75%	3.67%	0.97%
06:05 p.m.	2.74%	3.32%	2.98%	2.83%	2.83%	3.75%	0.89%
06:15 p.m.	2.50%	3.13%	2.64%	2.58%	2.75%	3.33%	0.73%
06:25 p.m.	3.03%	3.65%	3.27%	3.08%	3.25%	3.92%	0.81%

**Tabla D-2. Para índices de regulación de tensión**

<b>Hora</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>Desbalance de Voltaje</b>
06:35 p.m.	2.98%	3.70%	3.32%	3.00%	3.42%	4.00%	0.97%
06:45 p.m.	3.27%	3.94%	3.61%	3.33%	3.58%	4.25%	0.88%
06:55 p.m.	3.85%	4.52%	4.04%	3.83%	4.17%	4.75%	0.88%
07:05 p.m.	4.38%	5.00%	4.57%	4.42%	4.75%	5.25%	0.80%
07:15 p.m.	4.52%	5.10%	4.71%	4.50%	4.83%	5.33%	0.79%
07:25 p.m.	4.52%	5.10%	4.66%	4.58%	4.83%	5.25%	0.64%
07:35 p.m.	4.71%	5.19%	4.81%	4.83%	4.83%	5.42%	0.56%
07:45 p.m.	4.90%	5.34%	4.95%	5.00%	4.92%	5.50%	0.55%
07:55 p.m.	5.14%	5.53%	5.24%	5.42%	5.17%	5.75%	0.55%
08:05 p.m.	5.58%	5.82%	5.53%	6.00%	5.42%	5.92%	0.55%
08:15 p.m.	5.38%	5.53%	5.34%	5.92%	5.00%	5.67%	0.87%
08:25 p.m.	6.06%	6.15%	5.96%	6.58%	5.58%	6.33%	0.94%
08:35 p.m.	6.11%	6.30%	6.20%	6.42%	5.83%	6.67%	0.78%
08:45 p.m.	6.35%	6.54%	6.49%	6.67%	6.17%	6.92%	0.70%
08:55 p.m.	6.73%	7.07%	6.92%	7.00%	6.67%	7.42%	0.70%
09:05 p.m.	6.78%	7.12%	6.97%	6.92%	6.83%	7.42%	0.54%
09:15 p.m.	7.12%	7.40%	7.31%	7.33%	7.08%	7.75%	0.62%
09:25 p.m.	6.73%	7.07%	6.97%	6.92%	6.75%	7.33%	0.55%
09:35 p.m.	6.39%	6.73%	6.63%	6.67%	6.42%	7.00%	0.55%
09:45 p.m.	6.73%	7.07%	7.02%	6.92%	6.75%	7.42%	0.62%
09:55 p.m.	7.02%	7.36%	7.31%	7.25%	7.08%	7.67%	0.54%
10:05 p.m.	7.31%	7.60%	7.50%	7.58%	7.33%	7.75%	0.39%
10:15 p.m.	7.40%	7.74%	7.64%	7.75%	7.50%	7.83%	0.31%
10:25 p.m.	7.50%	7.84%	7.69%	7.83%	7.58%	7.92%	0.31%
10:35 p.m.	7.79%	8.13%	7.98%	8.08%	7.83%	8.25%	0.39%
10:45 p.m.	7.84%	8.17%	8.03%	8.17%	7.92%	8.25%	0.31%
10:55 p.m.	7.45%	7.69%	7.60%	7.83%	7.42%	7.75%	0.39%
11:05 p.m.	6.39%	6.68%	6.59%	6.75%	6.42%	6.75%	0.31%
11:15 p.m.	6.88%	7.16%	6.97%	7.25%	6.83%	7.08%	0.39%
11:25 p.m.	7.40%	7.64%	7.55%	7.83%	7.33%	7.67%	0.46%
11:35 p.m.	7.93%	8.17%	8.08%	8.33%	7.92%	8.17%	0.39%
11:45 p.m.	8.08%	8.32%	8.17%	8.50%	8.08%	8.25%	0.38%
11:55 p.m.	8.08%	8.37%	8.13%	8.33%	8.08%	8.33%	0.23%
12:05 a.m.	7.40%	7.64%	7.45%	7.67%	7.42%	7.67%	0.23%
12:15 a.m.	6.97%	7.21%	7.02%	7.25%	7.00%	7.25%	0.23%

**Tabla D-3. Para índices de regulación de tensión**

Hora	U1	U2	U3	V1	V2	V3	Desbalance de Voltaje
12:25 a.m.	6.92%	7.21%	6.97%	7.25%	7.00%	7.17%	0.23%
12:35 a.m.	7.21%	7.45%	7.26%	7.50%	7.25%	7.33%	0.23%
12:45 a.m.	7.36%	7.60%	7.36%	7.67%	7.42%	7.50%	0.23%
12:55 a.m.	7.26%	7.45%	7.26%	7.67%	7.17%	7.33%	0.47%
01:05 a.m.	7.36%	7.55%	7.31%	7.75%	7.25%	7.42%	0.47%
01:15 a.m.	7.45%	7.64%	7.45%	7.83%	7.42%	7.50%	0.39%
01:25 a.m.	7.64%	7.84%	7.60%	7.92%	7.67%	7.67%	0.23%
01:35 a.m.	7.64%	7.88%	7.60%	7.92%	7.75%	7.75%	0.15%
01:45 a.m.	7.79%	8.03%	7.74%	8.08%	7.83%	7.83%	0.23%
01:55 a.m.	7.69%	7.88%	7.60%	8.08%	7.67%	7.67%	0.39%
02:05 a.m.	7.69%	7.88%	7.64%	8.00%	7.75%	7.75%	0.23%
02:15 a.m.	7.84%	7.98%	7.74%	8.17%	7.83%	7.83%	0.31%
02:25 a.m.	7.79%	7.93%	7.64%	8.17%	7.75%	7.75%	0.39%
02:35 a.m.	7.74%	7.93%	7.64%	8.08%	7.67%	7.67%	0.39%
02:45 a.m.	7.74%	7.88%	7.64%	8.08%	7.75%	7.75%	0.31%
02:55 a.m.	7.93%	8.13%	7.79%	8.25%	7.92%	7.92%	0.31%
03:05 a.m.	7.74%	7.93%	7.64%	8.08%	7.67%	7.75%	0.39%
03:15 a.m.	7.93%	8.08%	7.84%	8.25%	7.83%	7.92%	0.39%
03:25 a.m.	7.93%	8.08%	7.88%	8.33%	7.92%	8.00%	0.39%
03:35 a.m.	7.93%	8.08%	7.84%	8.25%	7.92%	7.92%	0.31%
03:45 a.m.	7.79%	7.98%	7.74%	8.08%	7.75%	7.83%	0.31%
03:55 a.m.	7.69%	7.84%	7.60%	8.08%	7.67%	7.67%	0.39%
04:05 a.m.	8.03%	8.17%	7.88%	8.33%	8.00%	8.08%	0.31%
04:15 a.m.	8.03%	8.17%	7.93%	8.33%	8.00%	8.08%	0.31%
04:25 a.m.	7.98%	8.17%	7.88%	8.17%	8.00%	8.00%	0.15%
04:35 a.m.	8.13%	8.22%	8.03%	8.50%	8.00%	8.08%	0.46%
04:45 a.m.	7.84%	7.93%	7.74%	8.17%	7.75%	7.83%	0.39%
04:55 a.m.	7.45%	7.60%	7.40%	7.83%	7.42%	7.50%	0.39%
05:05 a.m.	7.40%	7.50%	7.31%	7.75%	7.33%	7.42%	0.39%
05:15 a.m.	7.26%	7.40%	7.21%	7.58%	7.33%	7.25%	0.31%
05:25 a.m.	7.45%	7.50%	7.36%	7.67%	7.42%	7.42%	0.23%
05:35 a.m.	6.88%	7.02%	6.83%	7.08%	6.92%	6.92%	0.16%
05:45 a.m.	7.07%	7.21%	7.12%	7.25%	7.08%	7.25%	0.16%
05:55 a.m.	7.36%	7.55%	7.50%	7.58%	7.50%	7.50%	0.08%
06:05 a.m.	6.92%	7.16%	7.02%	7.17%	7.17%	7.00%	0.16%

**Tabla D-4. Para índices de regulación de tensión**

<b>Hora</b>	<b>U1</b>	<b>U2</b>	<b>U3</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>Desbalance de Voltaje</b>
06:15 a.m.	6.39%	6.73%	6.54%	6.67%	6.75%	6.42%	0.31%
06:25 a.m.	6.01%	6.39%	6.20%	6.33%	6.33%	6.17%	0.16%
06:35 a.m.	6.06%	6.35%	6.25%	6.33%	6.25%	6.33%	0.08%
06:45 a.m.	6.92%	7.21%	7.12%	7.17%	7.08%	7.17%	0.08%
06:55 a.m.	6.35%	6.63%	6.54%	6.58%	6.42%	6.75%	0.31%
07:05 a.m.	5.38%	5.77%	5.72%	5.67%	5.50%	5.92%	0.39%
07:15 a.m.	5.82%	6.30%	6.20%	6.17%	5.92%	6.42%	0.47%
07:25 a.m.	5.77%	6.30%	6.20%	6.25%	5.83%	6.42%	0.55%
07:35 a.m.	5.10%	5.72%	5.48%	5.58%	5.25%	5.67%	0.39%
07:45 a.m.	5.43%	6.15%	5.96%	6.00%	5.67%	6.17%	0.47%
07:55 a.m.	5.29%	5.87%	5.67%	5.83%	5.33%	5.92%	0.55%
08:05 a.m.	4.86%	5.48%	5.24%	5.42%	4.92%	5.58%	0.63%
08:15 a.m.	4.47%	5.24%	4.86%	5.00%	4.67%	5.17%	0.48%
08:25 a.m.	3.89%	4.71%	4.28%	4.50%	4.08%	4.67%	0.56%
08:35 a.m.	4.52%	5.38%	4.90%	5.08%	4.83%	5.17%	0.32%
08:45 a.m.	4.66%	5.43%	5.05%	5.25%	4.92%	5.33%	0.40%
08:55 a.m.	5.05%	5.72%	5.43%	5.58%	5.17%	5.75%	0.55%
09:05 a.m.	4.52%	5.29%	4.90%	5.17%	4.75%	5.17%	0.40%
09:15 a.m.	4.23%	5.00%	4.62%	4.83%	4.50%	4.92%	0.40%
09:25 a.m.	3.99%	4.66%	4.38%	4.58%	4.08%	4.67%	0.56%
09:35 a.m.	3.80%	4.52%	4.18%	4.33%	4.00%	4.50%	0.48%
09:45 a.m.	3.61%	4.38%	3.94%	4.08%	3.83%	4.33%	0.48%
09:55 a.m.	3.99%	4.66%	4.23%	4.50%	4.08%	4.67%	0.56%
10:05 a.m.	4.18%	4.90%	4.57%	4.75%	4.33%	4.92%	0.56%
10:15 a.m.	3.51%	4.18%	3.85%	4.17%	3.50%	4.17%	0.64%
10:25 a.m.	3.61%	4.13%	3.41%	3.67%	3.92%	3.92%	0.24%
10:35 a.m.	4.04%	4.57%	3.75%	3.83%	4.58%	4.33%	0.72%
10:45 a.m.	4.09%	4.57%	3.75%	3.92%	4.58%	4.25%	0.64%
10:55 a.m.	4.38%	4.86%	3.89%	4.17%	4.92%	4.33%	0.72%
11:05 a.m.	4.23%	4.76%	3.80%	4.08%	4.83%	4.25%	0.72%
11:15 a.m.	4.28%	4.90%	3.94%	4.08%	5.00%	4.42%	0.88%
11:25 a.m.	4.23%	4.90%	3.94%	4.08%	5.00%	4.42%	0.88%
11:35 a.m.	4.09%	4.71%	3.80%	4.00%	4.75%	4.17%	0.72%
11:45 a.m.	4.23%	4.90%	3.89%	4.08%	5.00%	4.33%	0.88%
11:55 a.m.	4.95%	5.62%	4.62%	4.83%	5.67%	5.08%	0.79%



**Tabla C-1. De potencias real en el sistema**

Hora	VA 1	VA 2	VA 3	Total VA	Hora	VA 1	VA 2	VA 3	Total VA
12:45 p.m.	17	4697	2172	6886	06:35 p.m.	20688	16569	16102	53359
12:55 p.m.	0	4492	1991	6483	06:45 p.m.	19905	17088	16390	53382
01:05 p.m.	435	4195	1821	6451	06:55 p.m.	19849	16834	15853	52536
01:15 p.m.	2049	4879	1816	8744	07:05 p.m.	20149	17325	16330	53805
01:25 p.m.	2115	5213	2651	9979	07:15 p.m.	20222	17046	15852	53120
01:35 p.m.	5313	5824	2908	14044	07:25 p.m.	19559	15834	16004	51398
01:45 p.m.	6636	6526	1585	14747	07:35 p.m.	18476	16086	15118	49680
01:55 p.m.	9467	5795	3092	18355	07:45 p.m.	17938	15962	15142	49042
02:05 p.m.	11256	7401	5370	24026	07:55 p.m.	16926	15875	15084	47886
02:15 p.m.	11954	9170	6037	27162	08:05 p.m.	13733	14710	14685	43126
02:25 p.m.	12094	10188	7594	29876	08:15 p.m.	10698	13801	13916	38414
02:35 p.m.	11869	10361	8207	30438	08:25 p.m.	8082	11934	11632	31649
02:45 p.m.	12366	10380	7139	29885	08:35 p.m.	5169	7891	4850	17910
02:55 p.m.	12447	10967	7281	30696	08:45 p.m.	4993	6147	3698	14837
03:05 p.m.	11870	11014	7238	30121	08:55 p.m.	4343	5366	2518	12227
03:15 p.m.	12788	10715	7688	31191	09:05 p.m.	2608	2799	0	5409
03:25 p.m.	12996	9839	7479	30314	09:15 p.m.	2278	2967	51	5295
03:35 p.m.	12637	10271	8332	31239	09:25 p.m.	1984	3019	2	5006
03:45 p.m.	14053	10430	9241	33724	09:35 p.m.	1971	2974	2	4948
03:55 p.m.	14361	10090	8386	32837	09:45 p.m.	1986	3073	0	5059
04:05 p.m.	13616	10461	8225	32302	09:55 p.m.	2002	2484	7	4492
04:15 p.m.	13679	10609	9131	33418	10:05 p.m.	380	599	0	980
04:25 p.m.	15027	10926	9713	35667	10:15 p.m.	3	0	0	3
04:35 p.m.	15140	11141	8809	35090	10:25 p.m.	0	37	0	38
04:45 p.m.	17260	11229	9670	38158	10:35 p.m.	0	129	0	129
04:55 p.m.	17249	11507	10757	39513	10:45 p.m.	0	3	0	3
05:05 p.m.	18035	12080	11785	41902	10:55 p.m.	0	654	4	658
05:15 p.m.	19333	14561	14179	48072	11:05 p.m.	0	792	2	795
05:25 p.m.	19129	16154	16217	51499	11:15 p.m.	0	699	0	699
05:35 p.m.	18804	16454	16058	51315	11:25 p.m.	0	408	0	408
05:45 p.m.	18972	16179	15762	50912	11:35 p.m.	0	629	2	631
05:55 p.m.	18444	16696	15457	50597	11:45 p.m.	3	527	0	530
06:05 p.m.	18477	16805	15366	50648	11:55 p.m.	0	818	2	821
06:15 p.m.	18478	16067	15825	50370	12:05 a.m.	0	578	0	578
06:25 p.m.	18983	16436	15400	50820	12:15 a.m.	0	1195	0	1194

**Tabla C-2. De potencias real en el sistema**

Hora	VA 1	VA 2	VA 3	Total VA	Hora	VA 1	VA 2	VA 3	Total VA
12:25 a.m.	0	801	0	801	06:15 a.m.	51	5	0	55
12:35 a.m.	0	562	4	567	06:25 a.m.	0	64	2	66
12:45 a.m.	0	651	0	651	06:35 a.m.	0	131	2	134
12:55 a.m.	0	354	2	357	06:45 a.m.	3	575	0	578
01:05 a.m.	0	562	0	562	06:55 a.m.	0	1016	0	1016
01:15 a.m.	3	534	0	537	07:05 a.m.	0	659	0	659
01:25 a.m.	0	1016	0	1016	07:15 a.m.	0	748	0	748
01:35 a.m.	0	882	0	882	07:25 a.m.	0	1248	0	1247
01:45 a.m.	0	176	2	177	07:35 a.m.	0	1140	0	1140
01:55 a.m.	0	3	2	5	07:45 a.m.	0	216	0	216
02:05 a.m.	0	169	0	169	07:55 a.m.	0	482	0	482
02:15 a.m.	0	46	2	48	08:05 a.m.	0	766	187	952
02:25 a.m.	0	82	0	83	08:15 a.m.	3	531	1644	2177
02:35 a.m.	0	76	0	76	08:25 a.m.	0	685	1322	2007
02:45 a.m.	3	5	2	10	08:35 a.m.	0	3	1160	1163
02:55 a.m.	0	371	0	372	08:45 a.m.	0	0	843	843
03:05 a.m.	0	527	0	527	08:55 a.m.	0	3	4	7
03:15 a.m.	0	755	0	755	09:05 a.m.	0	38	2	40
03:25 a.m.	0	283	0	283	09:15 a.m.	0	343	0	344
03:35 a.m.	0	496	0	496	09:25 a.m.	0	385	861	1246
03:45 a.m.	0	494	2	496	09:35 a.m.	3	366	537	905
03:55 a.m.	0	732	2	734	09:45 a.m.	0	321	0	321
04:05 a.m.	3	967	0	970	09:55 a.m.	0	464	0	464
04:15 a.m.	0	1212	0	1213	10:05 a.m.	0	728	328	1056
04:25 a.m.	0	493	0	494	10:15 a.m.	0	1758	1389	3147
04:35 a.m.	0	248	0	248	10:25 a.m.	314	3197	1431	4943
04:45 a.m.	0	350	0	350	10:35 a.m.	1312	4268	1254	6833
04:55 a.m.	0	503	0	504	10:45 a.m.	865	4312	1251	6428
05:05 a.m.	0	668	0	667	10:55 a.m.	1120	4220	1252	6592
05:15 a.m.	0	3	0	3	11:05 a.m.	2181	4246	1251	7679
05:25 a.m.	3	517	0	520	11:15 a.m.	2274	3685	1249	7208
05:35 a.m.	0	3	0	3	11:25 a.m.	1743	3320	1244	6306
05:45 a.m.	0	247	0	246	11:35 a.m.	1430	3731	1245	6407
05:55 a.m.	0	316	0	316	11:45 a.m.	1445	3282	1247	5974
06:05 a.m.	56	269	0	325	11:55 a.m.	1450	3354	1259	6062

**Tabla D-1. Para la distorsión armónica**

Hora	% Vthd L1	% Vthd L2	% Vthd L3	Hora	% Vthd L1	% Vthd L2	% Vthd L3
12:45 p.m.	4.5	3.6	3.7	06:35 p.m.	5.1	4.4	4.0
12:55 p.m.	4.5	3.6	3.7	06:45 p.m.	5.0	4.3	3.9
01:05 p.m.	4.6	3.6	3.8	06:55 p.m.	4.9	4.3	3.9
01:15 p.m.	4.5	3.6	3.8	07:05 p.m.	4.8	4.2	3.9
01:25 p.m.	4.6	3.6	3.7	07:15 p.m.	4.8	4.2	3.9
01:35 p.m.	4.6	3.6	3.7	07:25 p.m.	4.6	4.1	3.8
01:45 p.m.	4.6	3.6	3.7	07:35 p.m.	4.6	4.0	3.8
01:55 p.m.	4.7	3.6	3.8	07:45 p.m.	4.6	4.0	3.8
02:05 p.m.	4.8	3.7	3.8	07:55 p.m.	4.5	4.0	3.8
02:15 p.m.	4.9	3.8	4.0	08:05 p.m.	4.4	3.9	3.8
02:25 p.m.	4.9	3.9	4.0	08:15 p.m.	4.3	3.8	3.7
02:35 p.m.	5.0	4.0	4.1	08:25 p.m.	4.1	3.7	3.5
02:45 p.m.	5.0	3.9	4.1	08:35 p.m.	3.9	3.4	3.2
02:55 p.m.	5.0	3.9	4.0	08:45 p.m.	3.8	3.2	3.0
03:05 p.m.	5.0	3.9	4.0	08:55 p.m.	3.7	3.1	2.9
03:15 p.m.	4.9	3.9	3.9	09:05 p.m.	3.6	3.0	2.9
03:25 p.m.	4.9	3.8	3.9	09:15 p.m.	3.6	3.1	2.9
03:35 p.m.	4.9	3.8	3.9	09:25 p.m.	3.6	3.0	2.8
03:45 p.m.	4.9	3.8	3.9	09:35 p.m.	3.5	2.9	2.8
03:55 p.m.	4.9	3.7	3.9	09:45 p.m.	3.6	2.9	2.8
04:05 p.m.	4.8	3.7	3.8	09:55 p.m.	3.5	2.8	2.7
04:15 p.m.	4.9	3.8	3.9	10:05 p.m.	3.3	2.7	2.6
04:25 p.m.	4.9	3.8	3.9	10:15 p.m.	3.2	2.7	2.6
04:35 p.m.	4.9	3.7	3.8	10:25 p.m.	3.2	2.6	2.6
04:45 p.m.	4.8	3.8	3.7	10:35 p.m.	3.1	2.5	2.5
04:55 p.m.	4.8	3.9	3.8	10:45 p.m.	3.1	2.6	2.5
05:05 p.m.	4.8	3.9	3.8	10:55 p.m.	3.0	2.5	2.4
05:15 p.m.	4.9	4.0	3.9	11:05 p.m.	2.9	2.4	2.3
05:25 p.m.	4.9	4.1	4.1	11:15 p.m.	2.8	2.4	2.2
05:35 p.m.	4.9	4.2	4.1	11:25 p.m.	2.8	2.3	2.2
05:45 p.m.	5.0	4.2	4.1	11:35 p.m.	2.8	2.4	2.3
05:55 p.m.	5.1	4.3	4.1	11:45 p.m.	2.7	2.3	2.2
06:05 p.m.	5.1	4.3	4.0	11:55 p.m.	2.6	2.3	2.1
06:15 p.m.	5.1	4.4	4.1	12:05 a.m.	2.6	2.3	2.2
06:25 p.m.	5.0	4.4	4.1	12:15 a.m.	2.6	2.3	2.2

**Tabla D-2. para la distorsión armónica**

Hora	% Vthd L1	% Vthd L2	% Vthd L3	Hora	% Vthd L1	% Vthd L2	% Vthd L3
12:25 a.m.	2.6	2.3	2.2	06:15 a.m.	2.9	2.3	2.5
12:35 a.m.	2.6	2.3	2.1	06:25 a.m.	2.9	2.3	2.5
12:45 a.m.	2.6	2.3	2.2	06:35 a.m.	3.0	2.3	2.6
12:55 a.m.	2.5	2.1	2.1	06:45 a.m.	2.9	2.2	2.5
01:05 a.m.	2.5	2.1	2.0	06:55 a.m.	3.1	2.3	2.6
01:15 a.m.	2.4	2.1	2.0	07:05 a.m.	3.2	2.4	2.7
01:25 a.m.	2.4	2.1	1.9	07:15 a.m.	3.2	2.4	2.6
01:35 a.m.	2.4	2.0	1.9	07:25 a.m.	3.2	2.4	2.5
01:45 a.m.	2.4	2.1	1.9	07:35 a.m.	3.4	2.5	2.7
01:55 a.m.	2.4	2.1	1.9	07:45 a.m.	3.6	2.6	2.8
02:05 a.m.	2.4	2.1	2.0	07:55 a.m.	3.8	2.8	3.0
02:15 a.m.	2.5	2.1	1.9	08:05 a.m.	3.9	2.9	3.1
02:25 a.m.	2.4	2.1	2.0	08:15 a.m.	3.9	3.0	3.3
02:35 a.m.	2.5	2.1	2.0	08:25 a.m.	4.0	3.0	3.3
02:45 a.m.	2.5	2.1	2.0	08:35 a.m.	4.0	3.1	3.3
02:55 a.m.	2.5	2.1	1.9	08:45 a.m.	4.1	3.2	3.3
03:05 a.m.	2.5	2.1	1.9	08:55 a.m.	4.2	3.2	3.3
03:15 a.m.	2.5	2.1	2.0	09:05 a.m.	4.3	3.3	3.4
03:25 a.m.	2.6	2.2	2.0	09:15 a.m.	4.3	3.4	3.5
03:35 a.m.	2.5	2.2	2.1	09:25 a.m.	4.3	3.3	3.5
03:45 a.m.	2.5	2.2	2.0	09:35 a.m.	4.3	3.4	3.6
03:55 a.m.	2.5	2.1	2.0	09:45 a.m.	4.5	3.5	3.6
04:05 a.m.	2.7	2.2	2.1	09:55 a.m.	4.5	3.5	3.6
04:15 a.m.	2.6	2.2	2.1	10:05 a.m.	4.5	3.6	3.7
04:25 a.m.	2.6	2.2	2.1	10:15 a.m.	4.6	3.6	3.7
04:35 a.m.	2.8	2.2	2.2	10:25 a.m.	4.6	3.7	3.8
04:45 a.m.	2.7	2.2	2.2	10:35 a.m.	4.6	3.7	3.8
04:55 a.m.	2.7	2.2	2.2	10:45 a.m.	4.6	3.7	3.8
05:05 a.m.	2.7	2.2	2.2	10:55 a.m.	4.6	3.7	3.8
05:15 a.m.	2.7	2.2	2.2	11:05 a.m.	4.7	3.8	3.9
05:25 a.m.	2.8	2.3	2.3	11:15 a.m.	4.7	3.8	3.9
05:35 a.m.	2.7	2.2	2.3	11:25 a.m.	4.7	3.8	3.9
05:45 a.m.	2.8	2.3	2.3	11:35 a.m.	4.7	3.8	3.9
05:55 a.m.	2.8	2.3	2.4	11:45 a.m.	4.7	3.9	3.9
06:05 a.m.	2.9	2.3	2.5	11:55 a.m.	4.7	3.8	3.9