

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS
VICERRECTORÍA ACADÉMICA

CARRERA O ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DISEÑO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y
SERVICIOS GENERALES PARA ESTACIONAMIENTOS Y ÁREAS
DE SERVICIO DE UN EDIFICIO DE OFICINAS**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN INGENIERIA
ELECTROMECAÁNICA**

HERSON FERNÁNDEZ PANIAGUA

BILLY RETANA PEÑA

SEDE ARANJUEZ

ABRIL, 2018

CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
Título	17
Problema.....	17
Objetivo.....	17
Objetivos específicos.....	17
JUSTIFICACIÓN.....	18
ANTECEDENTES.....	20
PROYECCIONES.....	23
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEÓRICO.....	25
2. Conceptos generales	26
2.1.1. Conductor de puesta a tierra.....	26
2.1.2. Interruptor automático	26
2.1.3. Corrientes de cortocircuito	27
2.1.4. Falla a tierra.....	28
2.1.5. Sistema hidrosanitario	28
2.1.6. Equipos especiales para acondicionamiento del aire.....	28
2.1.7. Factor de potencia.....	29
2.1.8. Fórmulas eléctricas.....	31
2.1.9. Conductores eléctricos y aislamientos.....	32
2.1.10. MCA ampacidad mínima del circuito	34
2.1.11. FLA.....	34
2.1.12. MOP	34
2.1.13. Carga instalada	35
2.1.14. Carga demandada	35
2.2. Voltajes y corrientes de línea de fase. Conceptos básicos.....	36
2.2.1. Voltaje de fase.....	36
2.2.2. Voltaje de línea.....	37

2.2.3.	Corriente de fase.....	37
2.2.4.	Corriente de línea	37
2.2.5.	Medios de desconexión, interruptores de seguridad.....	39
2.2.6.	Ampacidad en los conductores	39
2.2.7.	Cargas continuas.....	40
2.3.	Código Eléctrico Nacional, NEC 2008.....	40
2.3.1.	Artículo 430.248.....	40
2.3.2.	Artículo 430.24.....	40
2.3.3.	Artículo 220.14 (I).....	40
2.3.4.	Artículo 210.19 (A) (1).....	41
2.3.5.	Artículo 430.22 (A)	41
2.3.6.	Artículo 430.52 (B) (C)	41
2.3.7.	Artículo 250.122.....	41
2.3.8.	Artículo 250.66.....	42
2.4.	Método de los lúmenes	42
2.4.1.	Flujo luminoso.....	42
2.4.2.	Intensidad luminosa.....	42
2.4.3.	Coeficiente de utilización	43
2.4.4.	Coeficiente de mantenimiento	43
2.5.	Coeficiente de reflexión.....	44
2.6.	Sensores de movimiento.....	44
2.7.	Panel de relay	44
2.8.	Tarifas eléctricas vigentes	45
2.9.	Vida útil de las luminarias	48
CAPÍTULO III		50
MARCO METODOLÓGICO		50
3.1.	Enfoque de la investigación.....	51
3.2.	Métodos de investigación	51
3.3.	Fuentes de información	52
CAPÍTULO IV		54

ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	54
4.1. Método de los lúmenes	55
4.1.1.1. Cálculo de Flujo luminoso Φ_T	55
4.1.1.2. Cálculo del número de luminarias	55
4.1.1.3. Definir la distribución de las luminarias.....	56
4.1.2. Aplicación del método de los lúmenes en estacionamientos	57
4.1.2.1. Dimensiones del local.....	57
4.1.2.2. Determinar el nivel de iluminancia media (E_m).....	58
4.1.2.3. Selección de las luminarias.....	59
4.1.2.4. Altura de suspensión de las luminarias.....	59
4.1.2.5. Cálculo del índice (K) del local	60
4.1.2.6. Cálculo del coeficiente de reflexión	61
4.1.2.7. Coeficiente de mantenimiento	64
4.1.2.8. Flujo luminoso requerido.....	64
4.1.2.9. Número de luminarias requeridas	64
4.1.2.10. Distribución de las luminarias	65
4.1.2.11. Validación del cálculo	65
4.2. Simulación de las propuestas de iluminación en software Dialux.....	66
4.2.1. Metodología del diseño en software dialux	66
4.3. Creación del proyecto.....	67
4.3.1. Especificar los datos del proyecto	68
4.3.2. Construir el local	68
4.3.3. Ubicación de las luminarias.....	68
4.3.4. Comprobación de los datos obtenidos para las propuestas 1 y 2.....	72
4.4. Cálculo de carga demandada	73
4.4.1. Carga demandada en propuesta 1 Fluorescente.....	73
4.4.2. Cálculo de carga demandada propuesta 2 LED.....	74
4.5. Cálculo de consumo anual (Kwh)	75
4.5.1. Consumo para horario programado propuesta 1.....	76
4.5.2. Consumo con sensores de presencia propuesta 1	76

4.5.3.	Consumo total anual propuesta 1.....	77
4.5.4.	Consumo para horario programado propuesta 2.....	78
4.5.4.1.	Consumo con sensores de presencia propuesta 2	78
4.5.4.2.	Consumo total anual propuesta 2.....	79
4.6.	Cálculos de inversión inicial.....	80
4.6.1.	Costo inversión inicial propuesta 1 Luminarias Fluorescentes	80
4.6.2.	Costo inversión inicial propuesta 2 Luminarias LED.....	81
4.6.3.	Comparativo entre propuestas	82
4.7.	Análisis VAN y TIR.....	83
4.7.1.	Cálculo de corriente a plena carga (FLC) para motores HVAC.....	85
4.7.2.	Tablero de tipo ME.....	85
4.7.3.	Tablero ACN	86
4.7.4.	Tablero AC1	86
4.8.	Cálculo de corriente demandada en equipos especiales	86
4.9.	Cálculo de corriente demandada para motores en un mismo alimentador	87
4.9.1.	Tablero MCIST	87
4.10.	Cálculo de carga demandada para cargas continuas y no continuas.....	88
4.10.1.	Tomacorrientes y otras cargas de servicio.....	88
4.10.2.	Iluminación de estacionamientos y torre de oficinas.....	89
4.10.3.	Propuesta 1 para estacionamientos con iluminación fluorescente.....	89
4.10.4.	Propuesta 2. Estacionamientos con iluminación LED.....	91
4.10.5.	Iluminación para áreas de servicio en la torre de oficinas del tablero de tipo LN.....	93
4.11.	Cálculo de corrientes de diseño	94
4.11.1.	Cálculo de corriente de diseño y demandada en tomacorrientes generales y otras cargas continuas....	94
4.11.2.	Cálculo de los circuitos ramales para tableros de tomacorrientes en estacionamientos y áreas de servicio	95
4.11.3.	Cálculo de corriente de diseño y demandada para elevadores.....	95
4.11.4.	Cálculo de corrientes de diseño y demandada para circuitos ramales de iluminación	96
4.11.5.	Propuesta 1 Estacionamiento con iluminación fluorescente.....	96
4.11.6.	Propuesta 2. Estacionamientos con iluminación LED.....	96
4.11.7.	Iluminación en áreas de servicio de la torre de oficinas	97

4.11.8.	Cálculo de corriente de diseño en motores	97
4.11.9.	Corriente de diseño para motores en un mismo alimentador, artículo 430.24	98
4.12.	Cálculo de conductores portadores de corriente.....	99
4.12.1.	Selección de los conductores portadores de corriente en motores.....	100
4.12.2.	Selección de conductores para varios motores en un mismo alimentador	101
4.12.3.	Selección de conductores para circuitos ramales en elevadores tablero TPEL	102
4.12.4.	Selección de conductores para circuitos ramales de iluminación y servicios generales	102
4.12.5.	Circuitos ramales de tableros de tipo GS y GN.....	103
4.12.6.	Circuitos ramales de tableros LS y LN.....	104
4.12.7.	Propuesta 2 estacionamientos iluminación LED, tablero de tipo LS	104
4.12.8.	Iluminación torre oficinas tablero tipo LN	104
4.12.9.	Selección de conductores para elevadores.....	104
4.13.	Cálculo de dispositivos de protección	104
4.13.1.	Dispositivos de protección para circuitos ramales en motores	104
4.13.2.	Dispositivos de protección en circuitos ramales de iluminación y cargas de servicio	106
4.13.3.	Circuitos ramales tableros de tipos GS y GN	107
4.13.4.	Circuitos ramales tableros LS y LN	107
4.13.5.	Propuesta 2 Estacionamientos con iluminación LED tablero de tipo LS	107
4.13.6.	Iluminación para áreas de servicio torre oficinas tablero tipo de LN.....	107
4.13.7.	Selección de dispositivos de protección para elevadores	108
4.13.8.	Cálculo de protecciones para motores en un mismo alimentador	108
4.13.9.	Cálculo de protecciones, tablero MCIST.....	109
4.14.	Cálculo de conductor de puesta a tierra.....	109
4.15.	Cálculo de carga demandada por equipos y cargas de servicio.....	110
4.15.1.	Cálculo de la carga instalada en motores.....	110
4.15.2.	Cálculo de carga instalada en equipos con panel de control y fuerza tablero MCIST	112
4.15.3.	Medios de desconexión	114
4.15.4.	Cálculo de caída de tensión en circuitos ramales y alimentadores	117
4.15.5.	Cálculo de caída de tensión en circuitos trifásicos	117
4.15.6.	Cálculo de caídas de tensión en circuitos monofásicos	118

4.15.7.	Selección de tuberías	122
4.16.	Diagrama unifilar.....	123
4.16.1.	Carga instalada y carga demandada.....	123
4.16.2.	Conductores portadores de corriente en tableros principales	123
4.16.3.	Dispositivos de protección.....	124
4.16.4.	Tableros para distribución de iluminación	124
4.16.4.1.	Tableros de tipo LN.....	124
4.16.4.2.	Tablero de tipo LS	125
4.16.5.	Tableros para distribución de tomacorrientes y cargas de servicio	127
4.16.5.1.	Tablero de tipo GS.....	127
4.16.5.2.	Tablero de tipo GN.....	128
4.16.6.	Equipos especiales HVAC / Hidrosanitario	129
4.16.8.	Tablero de tipo ACN	130
4.16.9.	Tablero MCIST	132
4.16.10.	Tableros de distribución principal	133
4.16.10.1.	TGL	133
4.16.10.2.	Tablero TGVI	134
4.16.10.3.	Tablero TGP	135
4.16.10.4.	Tablero TPEL	136
4.16.10.5.	Tablero TPACN.....	137
4.16.10.6.	Tablero principal TP2.....	138
4.16.10.7.	Tablero TPS	139
4.16.10.8.	SB1 distribución principal	140
4.16.11.	Selección del transformador y acometida final	140
4.16.11.1.	Carga instalada y demandada total por el proyecto	140
4.16.11.2.	Conductor de neutro de la acometida	141
CAPÍTULO V		143
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		143
5.1.	Conclusiones.....	144
5.2.	Recomendaciones	145

REFERENCIAS	147
APÉNDICES	148
Apéndice A: Transformador de pedestal trifásico	148
Apéndice B: Tabla NEC 250.42	149
Apéndice C: Tabla NEC 250.66	150
Apéndice D: Tabla NEC 250.122.....	151
Apéndice E: Tabla NEC 310.16	152
Apéndice F: Tabla NEC 430.250	153
Apéndice G: Tabla 4 Capítulo 9 NEC 2008	154
Apéndice H: Tabla 5 NEC 2008 Conductores THHN.....	155
Apéndice I: Tabla 8 NEC 2008 Propiedades de los conductores	156
Apéndice J: Tabla 9 NEC 2008 Resistencia en los conductores	157
Apéndice K: Curva Fotometrica Luminaria VAP228T5 (Propuesta 1)	158
Apéndice L: Curvas isolux propuesta 1	159
Apéndice M: Ubicacion luminarias propuesta 1	160
Apéndice N: : Render 3D colores falsos Propuesta 1	161
Apéndice O: Curva Fotometrica Luminaria QDCAST1B propuesta 2	162
Apéndice P: Curva fotométrica luminaria FEM L48. Propuesta 2.....	163
Apéndice Q: Curvas isolux. Propuesta 2	164
Apéndice R: Render 3D Colores falsos. Propuesta 2	165
Apéndice S: Ubicación de luminarias. Propuesta 2.....	166
Apéndice T:Ficha tecnica Luminaria 228T5 Propuesta 1	167
Apéndice U:Ficha tecnica Luminaria QDCAST 1B Propuesta 2.....	168
Apéndice V:Ficha tecnica Luminaria QDCAST 1B Propuesta 2.....	169
Apéndice X :Ficha tecnica Luminaria FEM Propuesta 2	170
Apéndice Y :Sensor de movimiento	171
Apéndice Z: Panel de Relay	172
Apéndice 1 Cotización Luminarias	173

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo de potencias	29
Figura 2. Voltaje de fase.....	36
Figura 3. Voltaje de línea	37
Figura 4 Voltaje de línea	38
Figura 5. Voltaje de línea	39
Figura 6. Cobertura del sensor de movimiento	44
Figura 7. Diagrama de conexión BLUE BOX.....	45
Figura 8. Tarifa eléctrica comercial.....	46
Figura 9. Depreciación luminosa en el tiempo de las luminarias	49
Figura 10. Gráfico de flujo. Marco metodológico.....	53
Figura 11 Distribución uniforme de luminarias	56
Figura 12 Dimensiones del local.....	57
Figura 13 Plano de Alturas de instalación	60
Figura 14 Plano de alturas de montaje instalación.....	60
Figura 15 Pantalla de inicio software Dialux	67
Figura 16 Distribución de la propuesta 1 fluorescente	69
Figura 17 Distribución de la propuesta 2 LED	70
Figura 18 Control de Luminarias x estacionamiento	75
Figura 19 Grafico Análisis x estacionamiento Propuesta 1	80
Figura 20 Grafico Análisis x estacionamiento Propuesta 2	81
Figura 21Grafico Comparativo Inversión Inicial x estacionamiento	82
Figura 22 Grafico Comparativo Facturación Anual x estacionamiento	83
Figura 23 Grafico Flujo de Facturación Anual	85
Figura 24 Distribución de la propuesta 1. Fluorescente	90
Figura 25 Distribución de la propuesta 2	92
Figura 26. Distribución de la iluminacion de la torre de oficinas.....	94
Figura 27 Ampacidad mínima del circuito	98
Figura 28. Corriente de diseño para motores en un mismo alimentador	99
Figura 29. Selección de conductores portadores de corriente	100
Figura 30 Selección de conductores en cargas continuas.....	103
Figura 31. Ajuste máximo para dispositivos contra cortocircuito y falla a tierra.....	105
Figura 32. Selección de dispositivos de protección termomagnética para motores.	105
Figura 33. Selección de dispositivos de protección para motores en un mismo alimentador.....	108
Figura 34. Carga instalada en motores	111
Figura 35. Cálculo de carga instalada para equipos de bombeo cisternas	114
Figura 36. Medios para desconexión.....	115

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fórmulas eléctricas	31
Tabla 2 Dimensiones del local	58
Tabla 3 Valores de iluminancia para estacionamientos recomendados por la norma INTECO	59
Tabla 4 índice K del local.....	61
Tabla 5 valores típicos de los coeficientes de reflexión	62
Tabla 6 Coeficientes de Utilización	63
Tabla 7 factor de mantenimiento	64
Tabla 8 datos obtenidos del software para propuesta 1.....	72
Tabla 9 Datos obtenidos del software para propuesta 2.....	72
Tabla 10 Carga Demandada en KW propuesta 1	74
Tabla 11 Carga Demandada en KW propuesta 2.....	74
Tabla 12 Flujos efectivo neto anual (VAN).....	84
Tabla 2. Carga demanda. Propuesta 1 para iluminación de estacionamientos del tablero del tipo LN	91
Tabla 3 Carga demanda de la propuesta 2 para iluminación de estacionamientos del tablero de tipo LS	92
Tabla 4 Carga demanda iluminación de áreas de servicio de la torre de oficinas	93
Tabla 5. Conductores portadores de corriente en circuitos ramales de motores	101
Tabla 7. Dispositivos de protección en circuitos ramales de motores.....	106
Tabla 8. Selección del conductor de puesta a tierra.....	110
Tabla 9. Carga instalada en circuitos ranales de motores	112
Tabla 10. Carga instalada en equipos de bombeo tablero MCIST	113
Tabla 11. Selección de interruptor de seguridad	116
Tabla 12. Interruptores de seguridad	117
Tabla 13 Caídas de tension, tablero tip GN.....	120
Tabla 14. Caídas de tension, tablero tipo GS.....	120
Tabla 15. Caídas de tensión en tablero LS.....	121
Tabla 16. Caídas de tensión en tablero ME	121
Tabla 17. Porcentaje de llenado en tuberías	122
Tabla 18. Tablero típico LN.....	124
Tabla 19. Tablero de tipo LS.....	126
Tabla 20. Tablero de tipo GS	127
Tabla 21. Tablero de tipo GN.....	128
Tabla 22. Tablero de tipo ME	129
Tabla 23. Tablero del tipo ACN.....	131
Tabla 24. Tablero MCIST.....	132

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Dedico este proyecto a mis padres Edwin y Sonia, porque siempre han estado presentes en cada etapa de mi vida; por sus enseñanzas y su guía para que yo fuera una mejor persona. En especial quiero agradecerles el haberme mostrado el camino de la honestidad y de los valores; por enseñarme el amor por la vida y por nuestros seres queridos. Un agradecimiento especial a mi padre por su apoyo incondicional a mis proyectos y porque desde mi temprana edad me enseñó a ponerme metas y a no rendirme hasta cumplirlas; e igualmente por la paciencia que tuvo ante mis errores y porque siempre creyó en mí para que saliera adelante. A mi madre, gracias infinitas por todo ese amor y por los valores que desde pequeño no solo me enseñó, sino que me mostró; por el amor y la paciencia que tuvo para corregirme cuando era necesario y por ayudarme a levantarme cuando más lo necesité. También quiero agradecerle a una mujer muy especial en mi vida que a lo largo de tantos años me acompañó en este proceso de estudio, por esa tenacidad que siempre ha mostrado en cada etapa de nuestra vida juntos, con lo que me ha motivado a seguir en todo momento para tomar decisiones y ser mejor persona. Un agradecimiento muy especial por la paciencia que ha tenido durante el tiempo en que me he ausentado para lograr cerrar etapas, y porque siempre, a pesar de todo, ha estado presente y dispuesta a apoyarme. Un agradecimiento a mi tutor por aceptar este reto y permitirme, bajo su guía, culminar un proceso de años de estudio; por su confianza y por el respaldo dado a lo largo de este proceso.

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de tesis se realiza un diseño eléctrico para las áreas de servicio de una torre de oficinas, con el objetivo de proponer una solución acorde con las necesidades del cliente. El diseño eléctrico propuesto se basó en la aplicación el Código Eléctrico Nacional (NEC 2008), de acuerdo con el articulado de dicho código y las recomendaciones planteadas. También se utilizaron criterios técnicos de otras normas, como la IEEE y el Handbook. Se diseñaron los alimentadores, las protecciones y las canalizaciones de los equipos de HVAC y el equipo hidrosanitario de los sótanos, y la torre de oficinas, además de otros equipos especiales, como chiller y torres de enfriamiento de la torre de oficinas. Se calcularon los alimentadores y las protecciones requeridas por los elevadores y los circuitos ramales de iluminación y tomacorrientes de servicio. Se calcularon las caídas de tensión de los circuitos ramales y los alimentadores principales, haciendo los ajustes cuando fuera necesario en conductores, para asegurar un voltaje adecuado para la operación de los equipos eléctricos y otras cargas. Se recomienda el equipo de distribución principal con base en el cálculo de las cargas instaladas y las demandas del proyecto y en el dimensionamiento de su acometida principal. Con la simulación de escenarios mediante el software Dialux se determinó tanto la ubicación como la cantidad de luminarias requeridas para dos propuestas de estacionamientos, una con iluminación fluorescente y otra con iluminación LED. Adicionalmente a esto se calculó, por el método de los lúmenes, la propuesta de iluminación LED para poder comparar los datos con los obtenidos con el software Dialux. Se realizaron dos diseños de iluminación de los cuales se muestran sus cálculos de conductores, canalizaciones y protecciones de los circuitos ramales. Para ambas propuestas se calcularon los

consumos de acuerdo con un horario de operación, para determinar el consumo de potencia diario.

También se calculó el costo de la inversión inicial para ambas propuestas.

Por último, se realizó un análisis de costo e inversión inicial y de consumo eléctrico anual basado en las tarifas de cobro actual. Se determinó el pago de la facturación anual de ambas propuestas, para con esto determinar cuál de las dos propuestas es la más rentable en los aspectos de inversión inicial y de gasto anual en consumo de energía eléctrica.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Este proyecto nace de la necesidad manifestada de un desarrollador de proyectos, quien buscaba uno eficiente y que cumpliera con la normativa vigente, y a su vez con una reducción en el consumo y la facturación de energía.

Este es un resumen con información de ingeniería preliminar, principios de diseño y el tamaño general del proyecto, así como con la configuración de los sistemas eléctricos más importantes, por lo que constituye una introducción al proyecto, sus alcances y características principales.

En él se tratará de encontrar un equilibrio entre inversión inicial y calidad, manteniendo siempre el concepto de instalaciones seguras y eficientes con base en las normas y códigos vigentes.

El diseño se realizará poniendo en primer plano los códigos locales y las normas o reglamentos vigentes, principalmente tomando como referencia la norma NPFA 70, NEC 20008 (Código Eléctrico Nacional).

La arquitectura del edificio es una torre de oficinas la cual, para efectos del diseño eléctrico, se ha separado en dos conceptos o partes. La primera serán estacionamientos formados por ocho niveles de sótanos. La segunda área la ocupa la torre de oficinas con 14 niveles típicos destinados al uso de oficinas.

Para la red de baja tensión se propone utilizar un sistema trifásico de 480V, que a su vez alimentará tableros de servicios generales, como equipos de HVAC e iluminación y transformadores secos, con un voltaje secundario de 208V. Esto para tomacorrientes generales y otras cargas que lo requieran.

Para los ocho sótanos se requiere un sistema de ventilación, extracción y recirculación de aire, por lo que se requieren alimentadores eléctricos y su respectivo dispositivo de protección de cada motor. En el

nivel de cisterna se ubican los sistemas de bombeo de agua potable y aguas negras y pluviales. Todos estos sistemas deberán ser alimentados por una red trifásica de 480V y diseñarse sus protecciones y alimentadores. En el nivel de azotea se habilita un espacio para la ubicación de equipos HVAC los cuales requieren alimentación y dimensionado de los dispositivos de protección.

En el proyecto se exponen los cálculos y los criterios necesarios para la selección de alimentadores y protecciones de los equipos principales y los circuitos ramales.

Título

Diseño eléctrico del sistema de iluminación y servicios generales para estacionamientos y áreas de servicio de un edificio para uso de oficinas

Problema

¿Cuál es el diseño eléctrico de iluminación y servicios generales adecuado para estacionamientos y áreas comunes de un desarrollo vertical destinado al uso de oficinas?

Objetivo

Efectuar un diseño eléctrico para iluminación y servicios generales en estacionamientos y áreas comunes de un desarrollo vertical destinado al uso de oficinas.

Objetivos específicos

- Plantear dos propuestas de iluminación para los estacionamientos y determinar la cantidad de luminarias por utilizar, los modelos de estas y su distribución, utilizando la simulación de escenarios con ayuda del software Dialux, y efectuar cálculos según el método de los lúmenes, respetando los valores de iluminancia recomendados por la norma INTECO.
- Determinar la carga demandada e instalada total requerida para los servicios generales del proyecto y su acometida principal, aplicando cálculos y criterios de diseño según el Código Eléctrico Nacional (NEC 2008).
- Seleccionar conductores, protecciones y canalizaciones eléctricas de alimentadores y circuitos ramales de servicios generales, para tableros de iluminación, tomacorrientes y salidas

especiales, mediante cálculos y criterios recomendados en el Código Eléctrico Nacional (NEC 2008).

- Efectuar un análisis financiero basado en la carga eléctrica demandada por cada una de las propuestas del sistema de iluminación, para determinar cuál de las dos propuestas representa una reducción en inversión y consumo eléctrico, mediante cálculos de consumo de energía y costos de inversión inicial.

JUSTIFICACIÓN

Día con día en el mercado se exigen mejores propuestas de diseños, más eficientes. Los propietarios y desarrolladores exigen mejor calidad y más preparación de los diseños ante un mundo en constante cambio. Esto porque apenas hace unos años en el país se hizo oficial la aplicación obligatoria de un código eléctrico que al día de hoy presenta muchas deficiencias, razón por la cual se considera relevante este estudio.

La intención es resolver la problemática del uso innecesario y poco eficiente de los sistemas tradicionales de iluminación y, por ende, de elevados costos para el propietario en facturación eléctrica. Además del uso innecesario de la energía se busca una solución en un mercado en crecimiento y que al día de hoy ofrece gran variedad de opciones. En ese sentido este podrá ser un punto de referencia para futuros proyectos de la misma índole.

En el aspecto teórico esta investigación aporta conocimientos teóricos aplicables a redes de baja tensión, que son proyectos con redes inferiores a 600 voltios. La aplicación de la normativa vigente y las recomendaciones expuestas en esta investigación son de carácter obligatorio para todo proyecto por desarrollar, tanto en su etapa de diseño como en su fase de construcción.

Esta investigación aporta criterios, fórmulas y métodos para la selección de alimentadores, protecciones y otros equipos eléctricos requeridos en todo diseño eléctrico. Aporta también una solución para la integración de sistemas de iluminación inteligentes que podrían ser aplicables a otros proyectos. Esto por cuanto muestra de manera sencilla los análisis y cálculos de consumo útiles para determinar el ahorro de la energía.

Como un enfoque de utilización de sistemas LED, muestra las ventajas ambientales que supone esta tecnología. Como un aspecto práctico, supone una importante reducción en emisiones de CO₂ y la eliminación de residuos tóxicos, como el mercurio. El proyecto constituye un aporte a estudiantes como fuente de información y referencia para futuros proyectos e investigaciones similares.

ANTECEDENTES

Título: Análisis de ahorro energético con iluminación LED industrial

Autores: Ana Serrano Tierz, Abelardo Martínez Iturbe, Óscar Guardón Muñoz y José Luis Santolaya Sáenz

Año: 2015

Institución: Universidad de Zaragoza

Este trabajo aporta conocimientos teóricos y experimentales que comprueban los supuestos que se tomaron en cuenta en el momento de elegir el enfoque de la iluminación LED. La investigación es un punto de partida para el análisis de lo que es el ahorro energético.

En resumen, la presente investigación es un estudio del ahorro energético y de las ventajas de la utilización de tecnologías LED en el sector industrial. El trabajo se basa en simulaciones luminotécnicas y mediciones en campo con el uso de luxómetro. Esta investigación demuestra cómo la tecnología LED ofrece soluciones de iluminación de alto rendimiento, que optimizan el ahorro energético y a su vez reducen costos en mantenimiento y el costo total de la inversión en el proyecto.

La metodología del estudio es una comparación de tecnologías entre el sistema LED y LOS sistemas convencionales. Se basa en parámetros técnicos como la eficiencia, la luminosidad, la vida útil de las luminarias y la dependencia de la temperatura. Muestra la eficiencia (lm/W) de cuatro tecnologías diferentes, HM, Inducción, TL5 y LED. Los resultados muestran una diferencia de 50% en la eficiencia lumínica.

Muestra las altas temperaturas obtenidas con luminarias como halogenuros, que alcanzan temperaturas de más de 250 C y producen un aumento en la temperatura ambiente y la potencia de la lámpara. Aumenta la corrosión de los componentes y por lo tanto produce un daño prematuro de la

lámpara. Aporta datos comparativos entre luminarias de similar aplicación, pero con diferente tecnología, y provee datos que muestran cómo la distribución lumínica está más concentrada en la luminaria LED.

En la investigación se hace un análisis de ahorro energético de una instalación con 5.820 horas de funcionamiento anual. Los datos muestran un ahorro cercano a 50% y también muestran el ahorro económico que representa el uso de luminarias y en mantenimiento, así como en los costos de remplazo.

Título: Diseño de instalaciones eléctricas

Autor: Ing. Jorge de Rosa Fernández

Año: 2001

Institución: Universidad Autónoma de Nuevo León

En la búsqueda de información y consulta se encontró este trabajo de posgrado presentado a la Universidad Autónoma de Nuevo León, a la facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. La investigación aporta conocimientos detallados de la normativa vigente y explica conceptos necesarios para cualquier diseño eléctrico. El objetivo del proyecto es generar un manual que pueda utilizarse como guía por proyectistas.

La investigación comprende 14 capítulos, de los cuales en los primeros cuatro se desarrollan conceptos básicos pero detallados. Se incluyen sus definiciones, lo que permite a cualquier lector estar al día con los conceptos empleados en esta y en otras investigaciones similares. Son conceptos básicos necesarios para todo profesional del área eléctrica. Los siguientes capítulos de la investigación aportan un seguimiento detallado del Código Eléctrico, paso a paso, con explicación de los equipos y métodos de soportado de canalizaciones eléctricas, guías mecánicas y aplicaciones

según su ambiente. En la investigación se van detallando los cálculos que se exponen en el Código, con ejemplos para su comprensión. Muestra los dispositivos de protección, como disyuntores y tableros eléctricos, y aporta fotografías de catálogos y modelos de referencia útiles para el dimensionamiento de cuartos eléctricos y espacios de mantenimiento requerido. La investigación ofrece información sobre transformadores, sus pruebas eléctricas y la clasificación, así como también sus tipos y aplicaciones. En el capítulo 9 se expone sobre armónicos y los efectos que producen en las redes eléctricas de la industria y el comercio. También lo hace sobre el factor de potencia y su corrección mediante tablas. La investigación tiene un capítulo dedicado a los sistemas de puesta a tierra, así como a la justificación de su uso. Al final del estudio el autor aporta algunos cálculos para un proyecto industrial.

PROYECCIONES

En este proyecto se desarrollan, en conjunto con un grupo de ingenierías y arquitectura, los sistemas de HVAC, Hidrosanitario y sistemas especiales, como alarmas contra incendio, CCTV, BMS, telecomunicaciones; así como el diseño de la red de media tensión; por lo que en este trabajo no se exponen cálculos relacionados con ninguno de estos sistemas. Se toman como base los requerimientos de cada uno de los sistemas y se integran al diseño eléctrico con la prioridad del cumplimiento de la norma NEC 2008. En el proyecto se expone únicamente el diseño eléctrico de la red de baja tensión de los servicios generales del edificio.

Se adjuntan planos de distribución de tomacorrientes, iluminación y salidas especiales, y un diagrama unifilar con los alimentadores de los tableros diseñados para áreas de servicio. Por aspectos de tiempo y para efectos de dibujo se adjuntan los siguientes planos:

- Planta de distribución típica de tomacorrientes en oficinas del N1 al N14.
- Planta de distribución típica de tomacorrientes y equipos de sótanos del 1 al 8
- Planta de distribución de iluminación típica de estacionamientos sótanos del 1 al 8 (propuesta 1)
- Planta de distribución de iluminación típica de estacionamientos sótanos del 1 al 8 (propuesta 2)
- Planta de distribución de equipos especiales en oficinas N1 al N14
- Planta de distribución de equipos especiales, azotea
- Planta de distribución de equipos en cisternas
- Diagrama unifilar eléctrico.

Los cálculos para la selección de conductores, protecciones, canalizaciones y caídas de tensión en circuitos ramales se muestran en tableros típicos para cada sistema: tomacorrientes, iluminación y

equipos especiales. No se exponen presupuestos ni cotizaciones de productos ni costos de instalación o mantenimiento; únicamente se aportan costos de las luminarias para determinar la inversión inicial. La selección del sistema de iluminación se basa en el cálculo de consumo e inversión inicial de las propuestas.

El proyecto está limitado a la fase de diseño, por lo cual los cálculos expuestos son teóricos y no existe manera de comprobar dichos datos, como el del consumo del sistema de iluminación seleccionado. Todos los cálculos y supuestos presentes en este proyecto son basados en la información recibida y analizada en el momento del diseño, aunque algunos pueden variar, como tarifas y costos de luminarias, ya que estos están sujetos a cambio sin previo aviso.

El proyecto limita el método de los lúmenes a una de las propuestas, la intención es exponer un método alternativo y que sirva de referencia para otros proyectos, incorporar un método simple y accesible para aplicaciones pequeñas que requieran de un cálculo rápido, en ningún momento se toma como referencia para tomar decisiones de diseño o análisis.

Se hacen los ajustes por caídas de tensión en alimentadores y circuitos ramales cuando sea necesario; sin embargo, como limitación del proyecto está el ajuste por factores de temperatura y agrupamiento en los conductores, los cuales no entran dentro de los alcances de este proyecto.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2. Conceptos generales

2.1.1. Conductor de puesta a tierra

Conductor utilizado para conectar los equipos o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado conectado al electrodo o electrodos de puesta a tierra.

2.1.2. Interruptor automático

Un interruptor se define, en los estándares NEMA, como un dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no automáticos, y para abrir el circuito automáticamente en una sobrecarga de corriente predeterminada sin sufrir daño, cuando se aplica dentro de sus valores de operación o especificaciones.¹ Para que un interruptor sea efectivo debe tener cierta inteligencia, para que pueda desempeñar su función automáticamente o responder a un comando. Cuando existe esta condición ocurre un incremento de temperatura en el aislamiento y en el conductor. Esto se conoce como sobrecarga térmica. Eventualmente, esta condición resultará en un cortocircuito. Las condiciones de sobrecarga son predecibles si se monitorean la corriente y el tiempo en que esta fluye en un conductor. Como resultado se utiliza una curva tiempo-corriente para indicar el límite entre la condición normal y la condición de sobrecarga.²

Un disyuntor, *breaker* o protección eléctrica termomagnética está diseñado y evaluado para transportar 100% de su corriente nominal durante un período indefinido, bajo condiciones estándares (Underwriters Laboratorios (UL) 489, norma de seguridad para los disyuntores o *breakers* de caja

¹ EATON Módulos de entrenamiento #5 Interruptores

² EATON Módulos de entrenamiento #5 Interruptores

moldeada (MCCB) y CB). Las anteriores pruebas incluyen instalar al aire libre los disyuntores o *breakers*; es decir, sin un recinto en el que la temperatura ambiente se mantiene a 40°C (aprox. 104°F). Bajo las anteriores condiciones se requiere que los disyuntores o *breakers* de caja moldeada no se disparen a la corriente nominal. Sin embargo, comúnmente los disyuntores o *breakers* se diseñan frecuentemente a 80% de su corriente nominal. Para un típico disyuntor, *breaker* o protección eléctrica termomagnética, las curvas publicadas por el fabricante indicarán el tiempo que tardan en disparar frente a sobrecargas, dependiendo de la temperatura. Sin embargo, esta condición mostrada por el fabricante no tiene en cuenta la acumulación de calor alrededor de la trayectoria de corriente dentro del *breaker* o disyuntor; así como a lo largo de los conductores eléctricos. Este calor (generado por el flujo de corriente) es en realidad lo que hace que el *breaker* o disyuntor se dispare, lo cual indica que no es solamente la magnitud del flujo de corriente la que produce el disparo.³

2.1.3. Corrientes de cortocircuito

Ocurren habitualmente con flujo de corriente alta debido a la falla de aislamiento del conductor. Cuando el aislamiento entre fases se interrumpe se pueden esperar corrientes de cortocircuito en la falla. Una curva de tiempo-corriente típica para un elemento de cortocircuito (instantáneo) de un interruptor indica que no ocurrirá un disparo sino hasta que la corriente de falla alcance o rebase el punto A en la curva.⁴

³ <https://www.electrificacion.com/porque-se-calculan-los-breakers-al-125-de-corriente/>

⁴ EATON Módulos de entrenamiento N.º 5 Interruptores

2.1.4. Falla a tierra

Una falla de conexión a tierra es un tipo particular de falla de corriente de cortocircuito; es un cortocircuito entre una fase y la tierra⁵

2.1.5. Sistema hidrosanitario

Instalaciones hidro-sanitarias son el conjunto de las instalaciones hidráulicas y las instalaciones sanitarias, las cuales tienen por objetivo una mayor conformidad para el residente que en este caso de edificio. Dichas instalaciones son una necesidad para el humano porque su principal objetivo es retirar y deshacerse de los desechos o residuos pluviales y excrementos, así como desaparecer u ocultar los malos olores. Del mismo modo, también se encargan de proporcionar agua potable y distribuirla, así como de abastecer de agua a dicho inmueble.⁶

2.1.6. Equipos especiales para acondicionamiento del aire

El chiller es una unidad enfriadora de líquidos. En modo bomba de calor también puede servir para calentar ese líquido. El evaporador tiene un tamaño menor que el de los enfriadores de aire, y la circulación del agua se proporciona desde el exterior mediante bombeo mecánico. Pueden ser enfriadores de aire o agua. Estos equipos tienen la ventaja de llevar el agua refrigerada a las manejadoras a cualquier distancia mediante el bombeo adecuado, limitante que existe en los sistemas Mini y Multi Split. Sus aplicaciones pueden ser tanto de confort como para procesos industriales. Son sistemas muy utilizados para acondicionar grandes instalaciones, edificios de oficinas y, sobre todo,

⁵ EATON Módulos de entrenamiento #5 Interruptores

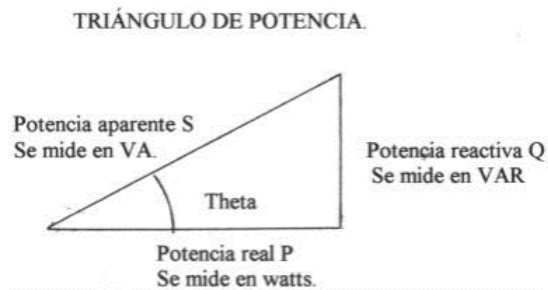
⁶ <https://www.scribd.com/doc/207300516/Un-Sistema-Hidrosanitario>

aquellas que necesitan simultáneamente climatización y agua caliente sanitaria (ACS), por ejemplo hoteles y hospitales.⁷

2.1.7. Factor de potencia

Es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía. Es la cantidad de energía que se ha convertido en trabajo. El factor de potencia puede tomar valores de entre 0 y 1, lo que significa que el valor ideal del factor de potencia es 1. Esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.⁸

Figura 1. Triángulo de potencias



Fuente www.energiza.biz

Los equipos de corriente alterna tienen características específicas de trabajo y, consecuentemente, un factor de potencia asociado al cual operan en condiciones normales. Los siguientes son los factores de potencia considerados para este proyecto:

⁷ <http://ecochillers.com/Que-es-un-Chiller>

⁸ <http://www.energiza.biz/wp-content/uploads/2014/06/8A.-FACTOR-DE-POTENCIA-Revisi%C3%B3n.pdf>

- Cargas mecánicas sin variador de velocidad FP=0.90.
- Cargas mecánicas con variador de velocidad FP=0.90.
- Cargas de iluminación FP=0.90
- Cargas resistivas FP=0.90

Este valor general se utiliza con el fin de simplificar los cálculos, ya que datos recolectados en campo han demostrado que utilizar este valor es suficientemente preciso para cálculo de alimentadores. Sin embargo, existe la posibilidad de que sea necesario agregar equipos de ajuste de factor de potencia según el tipo de carga y sus características.⁹

Al cociente adimensional de dividir la potencia real en watts entre la potencia aparente en volt-ampere se le llama factor de potencia:

$$F.P. = KW / KVA$$

⁹ Memoria de cálculo eléctrica selección de alimentadores Circuito, S.A.

2.1.8. Fórmulas eléctricas

Tabla 1. Fórmulas eléctricas

FÓRMULAS ELÉCTRICAS

	Corriente Continua	CORRIENTE ALTERNA		
		UNA FASE	DOS FASES 4* HILOS	3 FASES
AMPERES conociendo HP	$\frac{HP \times 746}{E \times N}$	$\frac{HP \times 746}{E \times N \times f.p.}$	$\frac{HP \times 746}{2 \times E \times N \times f.p.}$	$\frac{HP \times 746}{1,73 \times E \times N \times f.p.}$
AMPERES Conociendo (KW)	$\frac{kW \times 1000}{E}$	$\frac{kW \times 1000}{E \times f.p.}$	$\frac{kW \times 1000}{2 \times E \times f.p.}$	$\frac{kW \times 1000}{1,73 \times E \times f.p.}$
AMPERES Conociendo (KVA)	_____	$\frac{kVA \times 1000}{E}$	$\frac{kVA \times 1000}{2E}$	$\frac{kVA \times 1000}{1,73 \times E}$
kW	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p.}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p. \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times f.p. \times 1,73}{1000}$
kVA	_____	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1,73}{1000}$
POTENCIA en la flecha HP	$\frac{I \times E \times N}{746}$	$\frac{I \times E \times N \times f.p.}{746}$	$\frac{I \times E \times 1,73 \times N \times f.p.}{746}$	$\frac{I \times E \times 1,73 \times N \times f.p.}{746}$
Factor de potencia	Unitario	$\frac{W}{E \times I}$	$\frac{W}{2 \times E \times I}$	$\frac{W}{1,73 \times E \times I}$

I = Corriente en amperes
E = Tensión en volts
N = Eficiencia expresada en decimales
HP = Potencia en caballos de fuerza

$$R.P.M. = \frac{f \times 120}{P}$$

f.p. = Factor de potencia
kW = Potencia en kilowatt
kVA = Potencia aparente en kilovoltamperes
W = Potencia en watt
R.P.M. = Revoluciones por minuto
f = Frecuencia (hertz: ciclos/seg)
P = Número de polos

* Para sistemas de 2 fases 3 hilos, la corriente en el conductor es 1,41 veces mayor que la de cualquiera de los otros conductores.

10

Fuente: Manual de electricista Viakon

¹⁰ Manual de electricista Viakon

2.1.9. Conductores eléctricos y aislamientos

THW

Se usa en circuitos principales o ramales y, en general, para instalaciones eléctricas interiores y exteriores de iluminación, de tipo residencial, comercial e industrial. Pueden instalarse en cárcamos, ductos y canalizaciones, en sitios secos o mojados. Construcción. Es un conductor de cobre recocido, sólido o cableado, aislado con PVC. Características:

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperatura máxima de operación: 75 °C.
- Retardante a la llama.
- Resistente a la humedad, grasas y ácidos.

THHN/THWN

Se usa en instalaciones eléctricas de fuerza, control y alumbrados en interiores o exteriores de tipo residencial, comercial e industrial. Pueden instalarse en cárcamos, ductos, bandejas y canalizaciones, en sitios secos y mojados. Construcción. Conductor de cobre blando, aislado con PVC para 90 °C, con chaqueta de nailon.

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperatura máxima de operación: 90 °C, en ambiente húmedo o seco. 75 °C en ambiente mojado.
- Resistente a humedad, calor, abrasión, elementos químicos, aceites y gasolina.
- Retardante a la llama.

XHHW-2

Se usa en instalaciones eléctricas de circuitos de fuerza y distribución en interiores y exteriores.

Construcción. Es un conductor de cobre blando, aislado con XLPE-FR.

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperatura máxima de operación: 90 C
- En sitios secos o mojados.
- Resistente a humedad, calor, abrasión y a
elementos químicos, ácidos y
aceites.
- Retardante a la llama. ¹¹

RHW-2

Se usan para instalaciones de circuitos de fuerza y distribución, en interiores o exteriores. El cable USE es adecuado para acometidas subterráneas en enterramiento directo.

Construcción. Es un conductor de cobre blando. Los cables RHW-2 y USE-2 son aislados con XLPE-FR. Los cables USE son aislados con XLPE-UV, no retardante a la llama.

- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Temperatura máxima de operación RHW-2 USE-2: 90 C en sitios secos o mojados. 90 C en sitios secos o húmedos y en sitios mojados de 75 C.
- Resistente a la humedad, al calor, a la abrasión, a elementos químicos, ácidos y aceites ¹²

¹¹ http://www.procables.com.co/downloads/catalogo-conductores_de_cobre_aislado.pdf

¹² http://www.procables.com.co/downloads/catalogo-conductores_de_cobre_aislado.pdf

2.1.10. MCA ampacidad mínima del circuito

Se ubican en la placa de identificación del motor para asegurar el tamaño adecuado del cable y la operación segura. El cableado de alimentación debe tener la capacidad de soportar al menos los amperios que se muestran como MCA. Se calcula la ampacidad mínima de circuito (MCA) para productos alimentados por ventilador y calentador con la siguiente ecuación:¹³

$$\text{MCA} = 1.25 \times [\text{Corriente nominal del motor} + \text{corriente del calentador}]$$

2.1.11. FLA

La "corriente nominal del motor" a veces se denomina FLA (amperaje de carga completa) de la unidad. Esta puede ser una fuente de confusión porque esta corriente nominal no es la misma que la FLA del motor que se muestra en la placa de identificación del motor en sí, "corriente nominal del motor". Se determina, en el peor de los casos, en condiciones de prueba de alta corriente de la unidad terminal completa, de acuerdo con UL1995. La FLA en la placa de identificación del motor es una clasificación del fabricante del motor y no sirve de nada en estos cálculos.¹⁴

2.1.12. MOP

La protección máxima de sobrecorriente (MOP) es un poco más complicada. Primero se hace un cálculo básico y luego una serie de filtros o condiciones alterarán el valor de MOP calculado, para llegar al valor final que aparece en la placa de identificación del producto.

¹³ <https://www.titus-hvac.com/software/MOPulator/pdf/howwecalculat.pdf>

¹⁴ <https://www.titus-hvac.com/software/MOPulator/pdf/howwecalculat.pdf>

En resumen, el MOP básico se calcula multiplicando la corriente nominal de los tiempos del motor más grandes 2.25, y se agregan todas las otras cargas de 1.0 amperio o más que podrían estar en operación al mismo tiempo.¹⁵

$$\text{MOP} = [2.25 \times (\text{corriente nominal del motor más grande})] + (\text{otras cargas del motor}) + (\text{todas las cargas del calentador})$$

2.1.13. Carga instalada

La carga instalada es la sumatoria de todas las capacidades de cargas de equipos y dispositivos de consumo eléctrico, conectadas a un sistema eléctrico, expresado en voltiamperios (VA), kilowatts (KW) o HP, o ambos, según definición de IEEE STD 241-1990. Los kilowatts son convertidos a KVA multiplicando por el factor de potencia. Se realiza la suma de los vectores suponiendo que el valor resultante tendrá un factor de potencia resultante de 0,9.

2.1.14. Carga demandada

La carga demandada es el valor promedio en un intervalo de carga eléctrica recibida en las terminales de un dispositivo o equipo eléctrico. Esto según definición de IEEE STD 241-1990. Se considerará como la máxima carga demandada, en un momento específico, toda la carga coincidente en el mismo periodo:

$$\text{CD} = \text{C.I} \times \text{F.U.}$$

¹⁵ <https://www.titus-hvac.com/software/MOPulator/pdf/howwecalculat.pdf>

Dónde:

- CD: Carga demandada
- CI: Carga instalada o conectada
- FU: Factor de uso.

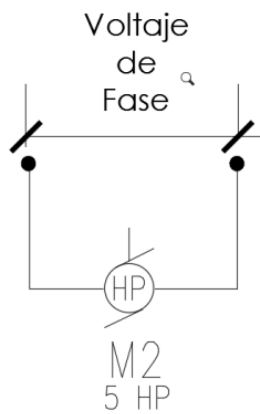
2.2. Voltajes y corrientes de línea de fase. Conceptos básicos

Para todos los sistemas trifásicos se tienen tensión de fase y tensión de línea y de igual manera ocurre con las corrientes de fase y la corriente de línea.

2.2.1. Voltaje de fase

Se define como la diferencia de tensión que aparece entre los bornes de una de las cargas o elemento conectado a un sistema trifásico.

Figura 2. Voltaje de fase

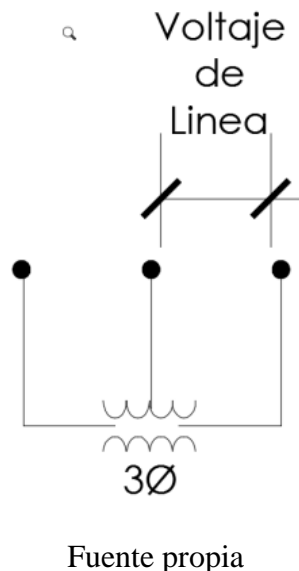


Fuente propia

2.2.2. Voltaje de línea

Se define como la diferencia de tensión que aparece entre los conductores de una conexión trifásica.

Figura 3. Voltaje de línea



2.2.3. Corriente de fase

Análogamente, la corriente de fase se define como la corriente que circula por una de las cargas conectadas al sistema trifásico.

2.2.4. Corriente de línea

La corriente de línea se define como la corriente que circula por los conductores de la instalación. Por otro lado, las cargas trifásicas pueden conectarse de dos formas diferentes, en triángulo y en estrella. Estos dos hechos provocan a veces cierta confusión al referirse a los valores de tensiones de fase y de línea en las cargas trifásicas, en función de la conexión que toman las cargas. La siguiente

figura muestra la conexión de una carga trifásica en triángulo a una red trifásica de tensión $V_{\text{Línea}}$.

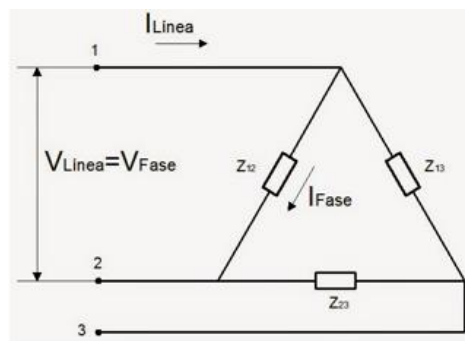
Según las definiciones de tensiones de fase y de línea se tiene que:¹⁶

$$V_{\text{Línea}} = V_{\text{Fase}}$$

Por otro lado, la relación entre la corriente de fase y de línea toma el valor de

$$I_{\text{Línea}} = 3 - \sqrt{3} \cdot I_{\text{Fase}}$$

Figura 4 Voltaje de línea



Fuente: ingenieriaelectricafivedsa.blogspot.com

Por otro lado, existe la conexión de una carga trifásica en estrella a una red trifásica de tensión $V_{\text{Línea}}$. Según las definiciones de tensiones de fase y línea se tiene que la tensión de línea toma el valor

$$V_{\text{Línea}} = 3 - \sqrt{3} \cdot V_{\text{Fase}}$$

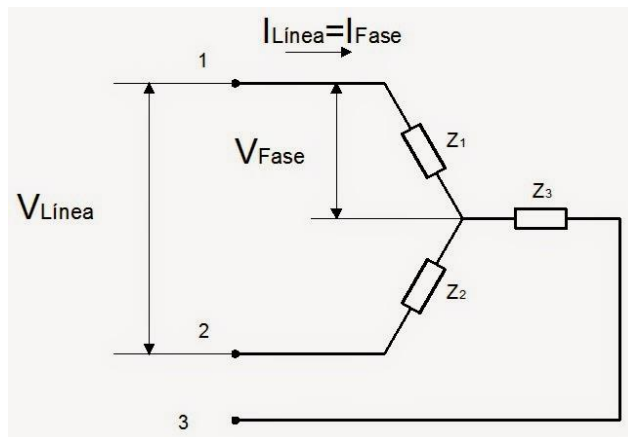
Por otro lado, la relación entre la corriente de fase y de línea toma el valor ¹⁷

$$I_{\text{Línea}} = I_{\text{Fase}}$$

¹⁶ <http://ingenieriaelectricafivedsa.blogspot.com/2014/11/tensiones-corrientes-fase-linea.html>

¹⁷ <http://ingenieriaelectricafivedsa.blogspot.com/2014/11/tensiones-corrientes-fase-linea.html>

Figura 5. Voltaje de línea



Fuente: ingenieriaelectricafavedsa.blogspot.com

2.2.5. Medios de desconexión, interruptores de seguridad

Un interruptor de seguridad es un dispositivo utilizado para abrir y cerrar un circuito. Esto puede hacerse manualmente con un mecanismo de operación, o bien, automáticamente con fusibles. Un interruptor de seguridad estará siempre en su gabinete propio. El gabinete ofrece protección al personal contra un contacto accidental con el equipo eléctrico. También ofrece protección del equipo contra el ambiente.¹⁸

2.2.6. Ampacidad en los conductores

Es la corriente máxima en amperes que puede llevar un conductor en forma continua bajo las condiciones de uso y sin exceder su capacidad térmica. El cambio es el agregado de la palabra máxima. La mayoría de los instaladores ya entendían que la ampacidad de un conductor era la cantidad de

¹⁸ Módulos de entrenamiento EATON Modulo 12 interruptores de seguridad

corriente máxima que podía llevar, pero la definición de ampacidad es fundamental para comprender el Código Eléctrico Nacional.¹⁹

2.2.7. Cargas continuas

Carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más.

2.3. Código Eléctrico Nacional, NEC 2008

2.3.1. Artículo 430.248

Indican la corriente plena de los motores que funcionan a la velocidad usual y con características normales de par, de acuerdo con su capacidad en caballos de fuerza y voltaje de operación.²⁰

2.3.2. Artículo 430.24

Varios motores conectados a un mismo alimentador deben tener una ampacidad mínima de 125% de la corriente nominal de plena carga del motor con el valor nominal más alto.²¹

2.3.3. Artículo 220.14 (I)

Las salidas de receptáculos se deben calcular a un mínimo de 180VA para cada receptáculo sencillo.²²

¹⁹ Código eléctrico nacional NEC 2011

²⁰ NEC 2008

²¹ NEC 2008

²² NEC 2008

2.3.4. Artículo 210.19 (A) (1)

Los circuitos ramales deben tener una ampacidad no menor a la carga máxima que va a alimentarla. Cuando un circuito ramal alimente cargas continuas o una combinación de cargas continuas y no continuas el calibre deberá tener una ampacidad no inferior a la carga continua, más 125% de la carga no continua.

2.3.5. Artículo 430.22 (A)

Los conductores que alimenten un solo motor usado en una aplicación de servicio continuo deben tener ampacidad no inferior a 125% del valor nominal de la corriente de plena carga.²³

2.3.6. Artículo 430.52 (B) (C)

Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra deben ser capaces de conducir la corriente de arranque del motor de acuerdo con la tabla 430.52.²⁴

2.3.7. Artículo 250.122

Los calibres de puesta a tierra de equipos no deben ser de un calibre inferior a los presentados en la tabla 250.122; pero no deberán ser mayores que los conductores de los circuitos que alimentan el equipo.²⁵

²³ NEC 2008

²⁴ NEC 2008

²⁵ NEC 2008

2.3.8. Artículo 250.66

El calibre del conductor de puesta a tierra de edificios o sistemas derivados separados no debe ser inferior al dado en la tabla 250.66 ²⁶

2.4. Método de los lúmenes

El método es utilizado para establecer el número de luminarias y evaluar si ofrecen el nivel de iluminancia adecuada. El cálculo se basa en conceptos como el flujo luminoso, la intensidad luminosa, la iluminancia y luminancia.

2.4.1. Flujo luminoso

El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa de una fuente en términos de lo que el ojo humano percibe. Normalmente el flujo luminoso es definido por la visión fotópica y su símbolo es la letra griega “Phi” (Φ). La unidad de flujo luminoso para el Sistema Internacional de Unidades (SI, por sus siglas en inglés) es el lumen (lm).²⁷

2.4.2. Intensidad luminosa

La iluminancia de una superficie es la densidad del flujo luminoso (flujo por unidad de área) incidente (descendente) en esa superficie. El símbolo de la iluminancia es la letra capital E. La unidad de SI para la iluminancia es el lux (lx); un lux es equivalente a un lumen por metro cuadrado (lm/m²). La unidad pulgada/libra de la iluminancia es el pie-candela (fc); un pie-candela es equivalente a un

²⁶ NEC 2008

²⁷ <http://www.iluminet.com/5-metricas-iluminacion/>

lumen por pie cuadrado (lm/ft²). Un pie candela es equivalente a 10.764 lux; en la mayoría de los casos la aproximación 1fc:10lux es usualmente aceptable.²⁸

2.4.3. Coeficiente de utilización

El coeficiente de utilización (CU) es una medida de la eficiencia de una luminaria en la transferencia de energía lumínica al plano de trabajo en un área determinada. El CU es la proporción de lúmenes que inciden desde una luminaria en un plano de trabajo, en relación con los lúmenes emitidos por la lámpara sin la luminaria. El CU (normalmente expresado en porcentaje) es el flujo luminoso recibido sobre un plano de trabajo. Por ejemplo, algo de luz emitida por la luminaria puede salir del plano de trabajo deseado y por tanto se desperdicia. El CU mide la luz aprovechada en el plano deseado como un porcentaje de la luz total emitida por el foco emisor.²⁹

2.4.4. Coeficiente de mantenimiento

El factor de mantenimiento de luminaria LMF (Luminaire Maintenance Factor) tiene en cuenta la depreciación del flujo luminoso de la luminaria como consecuencia del ensuciamiento de esta última. Viene a representar la relación entre el rendimiento de una luminaria en el momento de la limpieza y el valor inicial. Depende de la forma de construcción de la luminaria y de la posibilidad de ensuciamiento que conlleva. La clasificación LMF es indicada siempre junto a la luminaria. Para el plan de mantenimiento interesa determinar la periodicidad óptima de limpieza.³⁰

²⁸ <http://www.iluminet.com/5-metricas-iluminacion/>

²⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_utilizaci%C3%B3n

³⁰ <http://www.erco.com/guide/simulation-and-calculation/maintenance-factor-2713/es/content-1.php>

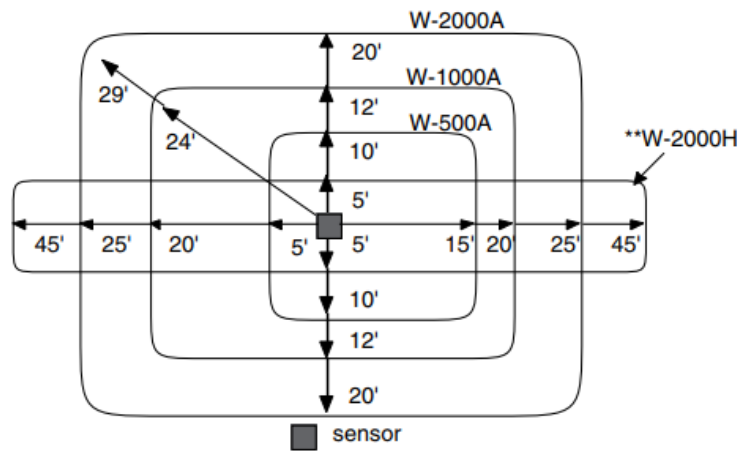
2.5. Coeficiente de reflexión

Relación entre el rayo incidente y la radiación reflejada por este en una superficie. También es llamado reflectancia.³¹

2.6. Sensores de movimiento

Los modelos seleccionados son los de la marca Wattstopper W-1000 A

Figura 6. Cobertura del sensor de movimiento



Fuente <http://www.buildsite.com/pdf/wattstopper/W-Series-Ultrasonic-Ceiling-Sensors-Product-Data-1065920.pdf>

2.7. Panel de relay

El modelo por utilizar es el LTD *blue box* de la marca Acuity brand, con capacidad de 8 relays

³¹ <http://www.erco.com/guide/simulation-and-calculation/maintenance-factor-2713/es/content-1.php>

artículo 26 de la norma técnica regulatoria AR-NT-SUCOM “Supervisión de la comercialización del suministro eléctrico en baja y media tensión”.³²

Figura 8. Tarifa eléctrica comercial

Para consumos menores o iguales que 3 000 kWh	
Por cada kWh	₡ 115.63
Para consumos mayores de 3 000 kWh	
Cargo por energía, por cada kWh	₡ 69.18
Cargo por potencia, por cada kW	₡ 11 437.33

Fuente: Alcance 309 a La Gaceta N.º 242 del 21 de diciembre de 2017. Cálculo de caída de tensión

El NEC no tiene ninguna fórmula para cálculos de caída de tensión (aunque sí lo hace en el Handbook), pero sí tiene una fórmula para la impedancia efectiva.

La impedancia (Z) eficaz se define como $R \cos(\theta) + X \sin(\theta)$, en que θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla solo son válidos con un factor de potencia de 0,85. Para cualquier otro factor de potencia (FP) del circuito la impedancia eficaz (Z_e) se puede calcular a partir de los valores de R y XL dados en esta tabla.³³

$$Z_e = R \cos \theta + X L \sin \theta$$

³² <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/669c79e9-84c9-4682-b63b-136238ebc7e2/tarifas+ice+gaceta+alcance+106+junio+27+2016.pdf?MOD=AJPERES>

³³ NEC 2008 Código eléctrico nacional

Uno de los recursos que se usan con bastante frecuencia en los cálculos de caída de tensión es la tabla 9 en el NEC. Para aplicaciones de CA en esta tabla se enumeran las reactancias, resistencias e impedancias en unidades de:

- Ohm a neutro por kilómetro (Ω / Km)
- Ohm a neutro por 1.000 pies. (Ω / Ft)

Existen dudas sobre cuáles columnas usar en la tabla 9 del NEC para cálculos de caída de tensión. El tipo de canalización (PVC, aluminio o acero) presenta un problema sencillo; pero ¿cuál columna de valores de resistencia es la más adecuada? Una decisión común es usar el valor del peor caso para el tamaño del cable en cuestión, como $0,05 \Omega / 1,000$ pies para conductores de cobre de 500 KCMIL en un conducto de acero.

XL (Reactancia)

La primera columna, después del tamaño del cable, se llama "XL (Reactancia) para todos los cables". Este es el valor que se usaría en lugar de X en la fórmula Efectiva Z que aparece como nota 2 de la tabla 9, y se denomina Ecuación 5 y aparece en la página 22 de este curso.

Resistencia a la corriente alterna

La siguiente columna se llama "Resistencia de corriente alterna para alambres de cobre no recubiertos". Este es el valor que se usaría en lugar de R en la fórmula Efectiva Z, que aparece como nota 2 a la tabla 9, y se denomina Ecuación 5, en la página 22 de este curso.

Algunos diseñadores pueden usar los valores de resistencia de corriente alterna en esta columna para la

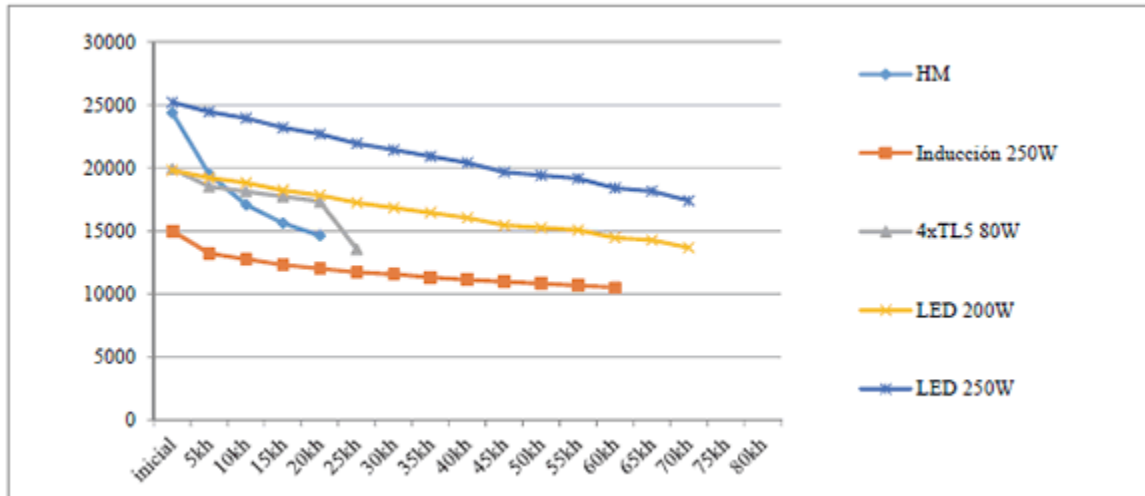
variable R, en la Ecuación 1 en la página 7, y la Ecuación 3 en la página 12; pero los valores en esta columna no tienen en cuenta la reactancia de los conductores ni el factor de potencia de la carga.

2.9. Vida útil de las luminarias

La evolución del flujo luminoso está en función del tiempo, a partir de las gráficas de depreciación lumínica de las lámparas proporcionadas por los fabricantes. La siguiente figura muestra que todas las tecnologías experimentan una depreciación de la luminosidad con el tiempo. La tecnología de halogenuros metálicos (HM) es la que experimenta un decaimiento más acentuado y menor duración. Tanto en la fluorescencia TL5 como en la inducción se produce un fuerte decaimiento inicial que posteriormente reduce su pendiente de caída. Al llegar a las 20kh se produce el fin de vida del TL5. En el caso de 200W LED y 4xTL5 80W, partiendo de una luminosidad similar, se observa que la mayor pendiente inicial de caída en el TL5 origina que el flujo luminoso se reduzca antes que en el LED, cuya pendiente es menor. Las dos tecnologías más duraderas son la inducción y el LED. La gran desventaja de la inducción es que no mejora la eficiencia de la fluorescencia TL5, y solo se obtiene una mejora en la duración al prescindir de cátodos para su encendido. En comparación con el resto de tecnologías analizadas, el LED se comporta de un modo uniforme con mejor eficiencia, menor decaimiento y mayor duración. Depreciación ³⁴

³⁴ <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/45442/53687>

Figura 9. Depreciación luminosa en el tiempo de las luminarias



Fuente Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación

Se aplica un enfoque mixto ya que la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, teóricos y de criterios de investigación. Se analizan los datos cuantitativos obtenidos del Código y de tablas de referencia, que son datos numéricos específicos como valores de corriente. Así mismo, se toma en cuenta un conjunto de información para discusión conjunta y para realizar las interferencias de los datos obtenidos, las normas y la documentación, que son sometidos al estudio, y se hace un análisis para obtener procesos de cálculo. Entonces se combinan componentes cuantitativos y cualitativos en un mismo análisis, para obtener resultados numéricos, porcentajes y otros.

3.2. Métodos de investigación

En el método científico se utilizan medidas y datos cualitativos o cuantitativos para analizar los resultados y respaldarlos con las teorías conocidas. Lo que se sabe acerca de ese mundo se caracteriza por tener dos formas de aplicación para obtener información, por medio de la medición y por medio de la observación. Estas formas son denominadas generalmente mediciones cuantitativas y mediciones cualitativas. El proyecto cuenta con cuatro etapas para la investigación y consecución de los objetivos planteados.

Planteamiento del problema. Se plantearon el problema, los objetivos, los alcances y las limitaciones tomando en cuenta el tiempo y la teoría de que se dispone para desarrollar la investigación y obtener los resultados deseados.

Investigación. Para el diseño eléctrico la investigación se basa en el estudio y análisis de las regulaciones del Código Eléctrico. La información existe, pero se trata de normas que resultan un poco abstractas, por lo que se requieren manuales y boletines explicativos del procedimiento. Se buscaron

ejemplos prácticos que muestren el desarrollo de la norma, para que puedan ser aplicados a este proyecto. El diseño de los sistemas de iluminación se realizó de manera experimental con el uso del *software* que permitió obtener datos que requieren de análisis para después comparar los resultados con los objetivos planteados, a fin de determinar cuál de las propuestas es la mejor.

Desarrollo. Los cálculos realizados para alimentadores y protecciones eléctricas se basan en la aplicación de los artículos de la norma NEC 2008. Para los motores se tomó el consumo de las tablas del NEC y partir de estos datos se realizaron los cálculos de carga, corriente demandada y alimentadores. Se presentan casos en los cuales los fabricantes darán el consumo de los equipos y, con base en este, se realizan los cálculos. Para cargas de iluminación se toman las fichas técnicas de las luminarias. Este consumo será el punto de partida para calcular los dispositivos de protección y ampacidad de los circuitos. Los tiempos de operación estimados para el consumo de las luminarias se basan en horarios típicos de una jornada de trabajo, y con base en esto se calculó el consumo de los sistemas de iluminación. Se toman las tarifas actuales del ICE para determinar un estimado del consumo anual.

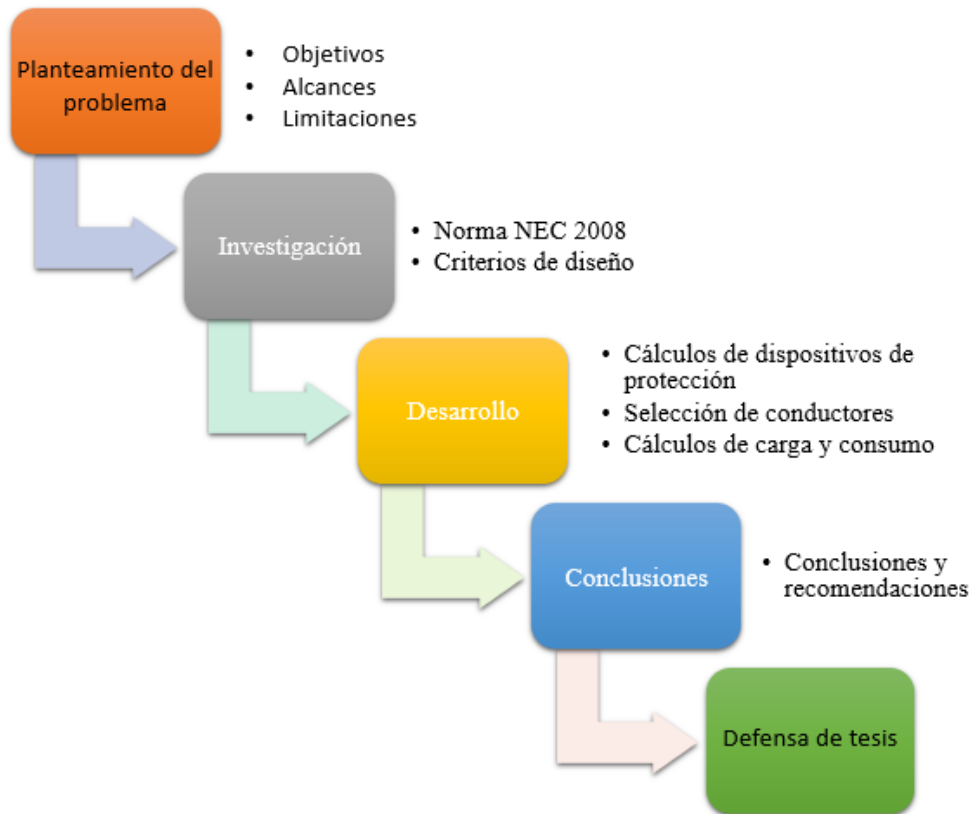
Conclusiones: Luego de los cálculos se plantearon las conclusiones para cada tema y las recomendaciones del caso.

3.3. Fuentes de información

Se tomaron como fuentes de información para el diseño eléctrico el Código Eléctrico Nacional, NEC 2008, y manuales como el HANDBOOK 2014. El diseño de iluminación se ha usado como referencia del manual de iluminación de centro de arquitectura E.T.S, del departamento de Construcciones

Arquitectónicas. Para el cálculo del consumo se utilizaron las tarifas vigentes tomadas de la publicación en el diario oficial La Gaceta N.º 242 del 21 de diciembre del 2017.

Figura 10. Gráfico de flujo. Marco metodológico



Fuente Propia

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Método de los lúmenes

El método es utilizado para establecer el número de luminarias y evaluar si ofrecen el nivel de iluminancia adecuada. El cálculo está basado en conceptos como el flujo luminoso, la intensidad luminosa, la iluminancia y luminancia. El análisis se realizó para los estacionamientos vehiculares en sótanos.

4.1.1. Procedimiento de calculo

1. Calculo del flujo luminoso total
2. Establecer el número de luminarias
3. Definir el emplazamiento o distribución de las luminarias.

4.1.1.1. Calculo de Flujo luminoso ΦT

$$\Phi T = EM * S / Cu * Cm$$

Donde:

- ΦT = Flujo Luminoso Total requerido para un local o zona (Lúmenes)
- Em = Nivel de iluminación medio (lux)
- S = Superficie a iluminar (m²)
- Cu = Coeficiente de utilización (Por el fabricante)
- Cm = Coeficiente de mantenimiento

4.1.1.2. Calculo del número de luminarias

Para determinar el número de luminarias se utiliza la siguiente ecuación:

$$NL = \frac{\Phi T}{n * \Phi L}$$

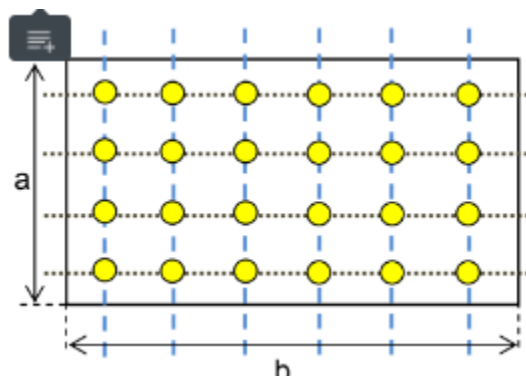
Donde:

- NL = Numero de luminarias requeridas
- ΦT = Flujo Luminoso Total necesario para el área en análisis
- ΦL = Flujo Luminoso de una luminaria (Valor Obtenido del catálogo)
- n = Numero de lámparas que tiene la luminaria.

4.1.1.3. Definir la distribución de las luminarias

Con la cantidad de luminarias se procede hacer el cálculo de la distribución en el local tomando como referencia la figura 11 buscando uniformidad en el local en estudio.

Figura 11 Distribución uniforme de luminarias



Fuente Luminotecnia calculo según el método de los lúmenes

$$N.\text{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b}} * a = \text{Numero de columnas a lo ancho}$$

$$N.\text{largo} = N.\text{ancho} * b / a = \text{Numero de columnas a lo largo}$$

Donde:

- N. total = Número total de luminarias
- N. ancho = Numero de filas a lo ancho del local
- N. largo = Numero de filas a lo largo del local
- b= Largo del local
- a=Ancho del local

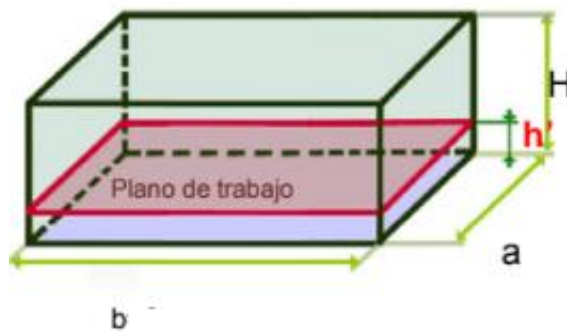
4.1.2. Aplicación del método de los lúmenes en estacionamientos

El método se aplicó a un nivel de estacionamientos, la intención es verificar los datos con un método alternativo tomando una de las dos propuestas, en este caso se elige la propuesta 2 en LED.

4.1.2.1. Dimensiones del local

Primero se fijan los valores de entrada empezando por las dimensiones del local

Figura 12 Dimensiones del local



Fuente Propia

Donde:

- a = ancho del local (m)
- b = Largo del local (m)
- H = Altura del local
- h' = Altura del plano de trabajo

La altura del plano de trabajo dependerá de la actividad que se lleva a cabo en el local para este caso al tratarse de estacionamientos el plano de trabajo se definió a nivel de suelo por lo que entonces

$$h' = 0 \text{ m}$$

Tabla 2 Dimensiones del local

a = Ancho (m)	b = Largo (m)	H = Altura (m)	h = Altura del plano de trabajo (m)
25.5	51.8	3.2	0

Fuente propia

4.1.2.2. Determinar el nivel de iluminancia media (Em)

Este valor depende la aplicación del local para este caso se toman los valores de las tablas de la norma INTECO para estacionamientos, el valor recomendado es de 50 Luxes.

Tabla 3 Valores de iluminancia para estacionamientos recomendados por la norma INTECO

Garajes y estaciones de servicio	
Iluminación general	100
Reparación de llantas	200
Estacionamiento	50

Fuente norma INTECO INTE 31-08-06 Niveles de Iluminación

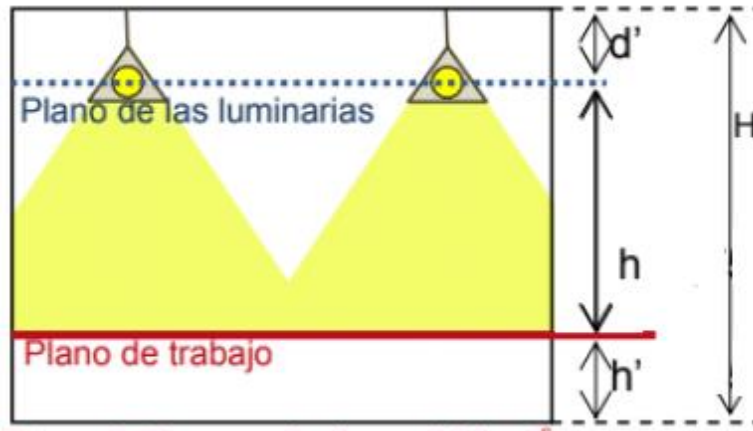
4.1.2.3. Selección de las luminarias

Para este caso se han utilizado dos tipos de luminarias lámparas tipo LED las luminarias a utilizar en la circulación vehicular serán los modelos de Cooper Lighting QDCUADCAST 1B de 5100 Lúmenes para la luminaria en LED con un flujo luminoso total de 5100.

4.1.2.4. Altura de suspensión de las luminarias

De acuerdo a la figura 13 la altura total (H) del sótano es de 3.20 m para este caso se ha establecido plano de luminarias (h) de 3.0 metros esto considerando una altura de montaje (d) de 0.20 m para otras instalaciones electromecánicas y evitar obstrucciones

Figura 13 Plano de Alturas de instalación



Fuente Luminotecnia cálculo del método de los lúmenes E.T.S. Arquitectura

Figura 14 Plano de alturas de montaje instalación

H = Altura Total (m)	h' = Plano de trabajo	h = Plano de las luminarias	d = Altura de montaje (m)
3.2	0	3.0	0.20

Fuente propia

4.1.2.5. Cálculo del índice (K) del local

Este dato se calculó a partir de la geometría del local, entonces según la tabla 27 para este caso se toma como iluminación indirecta.

Tabla 4 índice K del local

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + h') \cdot (a + b)}$

Fuente Luminotecnia cálculo del método de los lúmenes E.T.S. Arquitectura

Aplicando la fórmula para iluminación indirecta de la tabla 4 se tiene que:

$$K = \frac{25.5 * 51.8}{3 (25.5 + 51.8)}$$

$$K = 5,69$$

4.1.2.6. Cálculo del coeficiente de reflexión

Los coeficientes de reflexión dependen del tipo de material o superficie en la que incide la luz la tabla 5 muestra algunos de los coeficientes típicos.

Tabla 5 valores típicos de los coeficientes de reflexión

PINTURA/COLOR	COEF. REFL.	MATERIAL	COEF. REFL.
BLANCO	0.70-0.85	MORTERO CLARO	0.35-0.55
TECHO ACUSTICO BLANCO (según orificios)	0.50-0.65	MORTERO OSCURO	0.20-0.30
GRIS CLARO	0.40-0.50	HORMIGON CLARO	0.30-0.50
GRIS OSCURO	0.10-0.20	HORMIGON OSCURO	0.15-0.25
NEGRO	0.03-0.07	ARENISCA CLARA	0.30-0.40
CREMA, AMARILLO CLARO	0.50-0.75	ARENISCA OSCURA	0.15-0.25
MARRON CLARO	0.30-0.40	LADRILLO CLARO	0.30-0.40
MARRON OSCURO	0.10-0.20	LADRILLO OSCURO	0.15-0.25
ROSA	0.45-0.55	MARMOL BLANCO	0.60-0.70
ROJO CLARO	0.30-0.50	GRANITO	0.15-0.25
ROJO OSCURO	0.10-0.20	MADERA CLARA	0.30-0.50
VERDE CLARO	0.45-0.65	MADERA OSCURA	0.10-0.25
VERDE OSCURO	0.10-0.20	ESPEJO DE VIDRIO PLATEADO	0.80-0.90
AZUL CLARO	0.40-0.55	ALUMINIO MATE	0.55-0.60
AZUL OSCURO	0.05-0.15	ALUMINIO ANODIZADO Y ABRILLANTADO	0.80-0.85
		ACERO PULIDO	0.55-0.65

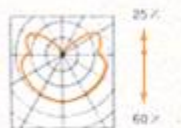

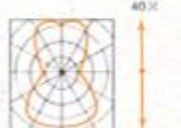

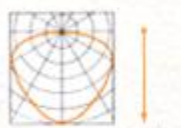

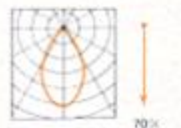

Fuente Luminotecnia cálculo del método de los lúmenes E.T.S. Arquitectura

Para este caso se han tomado los siguientes valores:

- Paredes = 0,30
- Suelo = 0,10
- Techo = 0,50

Teniendo el valor K y los coeficientes de reflexión, se ha interpolado el valor del coeficiente de utilización de la tabla 6.

Tabla 6 Coeficientes de Utilización

Factor de Utilización de Algunas Luminarias			Techo							
Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	75 %			50 %			30 %	
			Paredes						30 %	10 %
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %		
semirecta 	zócalo solo o con cubierta difusora 	0,50 ÷ 0,70	0,28	0,22	0,18	0,26	0,21	0,18	0,20	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,35	0,29	0,25	0,33	0,27	0,24	0,26	0,24
		0,90 ÷ 1,10	0,39	0,33	0,30	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27
		1,10 ÷ 1,40	0,45	0,38	0,33	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30
		1,40 ÷ 1,75	0,49	0,42	0,37	0,43	0,39	0,34	0,37	0,33
		1,75 ÷ 2,25	0,56	0,50	0,44	0,49	0,44	0,40	0,42	0,38
		2,25 ÷ 2,75	0,60	0,55	0,50	0,53	0,48	0,44	0,47	0,44
		2,75 ÷ 3,50	0,64	0,59	0,54	0,56	0,51	0,47	0,50	0,47
		3,50 ÷ 4,50	0,68	0,62	0,59	0,61	0,56	0,53	0,54	0,52
4,50 ÷ 6,50	0,70	0,65	0,62	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57		
mixta 	difusores 	0,50 ÷ 0,70	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,32	0,29	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21
		0,90 ÷ 1,10	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24
		1,10 ÷ 1,40	0,40	0,36	0,34	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26
		1,40 ÷ 1,75	0,42	0,39	0,36	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28
		1,75 ÷ 2,25	0,46	0,43	0,40	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
		2,25 ÷ 2,75	0,50	0,46	0,43	0,44	0,40	0,39	0,34	0,33
		2,75 ÷ 3,50	0,52	0,48	0,45	0,46	0,44	0,41	0,37	0,36
		3,50 ÷ 4,50	0,55	0,52	0,49	0,48	0,46	0,45	0,39	0,38
4,50 ÷ 6,50	0,62	0,54	0,51	0,49	0,47	0,46	0,42	0,41		
directa 	reflectores de haz amplio 	0,50 ÷ 0,70	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28
		0,70 ÷ 0,90	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38
		0,90 ÷ 1,10	0,50	0,46	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43
		1,10 ÷ 1,40	0,54	0,50	0,48	0,53	0,50	0,47	0,49	0,47
		1,40 ÷ 1,75	0,58	0,54	0,51	0,56	0,53	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,62	0,59	0,56	0,60	0,58	0,56	0,58	0,56
		2,25 ÷ 2,75	0,67	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,62	0,61
		2,75 ÷ 3,50	0,63	0,66	0,63	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62
		3,50 ÷ 4,50	0,72	0,70	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66
4,50 ÷ 6,50	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,67		
directa 	reflectores de haz medio 	0,50 ÷ 0,70	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
		0,70 ÷ 0,90	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
		0,90 ÷ 1,10	0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41
		1,10 ÷ 1,40	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46
		1,40 ÷ 1,75	0,57	0,53	0,50	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,61	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54	0,56	0,54
		2,25 ÷ 2,75	0,64	0,61	0,59	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57
		2,75 ÷ 3,50	0,68	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,59
		3,50 ÷ 4,50	0,68	0,66	0,63	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62
4,50 ÷ 6,50	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63		

Fuente Manual de luminotecnía

Entonces el coeficiente de utilización $C_u = 0,47$

4.1.2.7. Coeficiente de mantenimiento

Este determina el grado de limpieza de la luminaria, depende del grado de suciedad del ambiente. En este caso se ha seleccionado un coeficiente de 0,8.

Tabla 7 factor de mantenimiento

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (C _m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Fuente Luminotecnia cálculo del método de los lúmenes E.T.S. Arquitectura

4.1.2.8. Flujo luminoso requerido

$$\Phi T = EM * a * b / Cu * Cm$$

Sustituyendo con los valores obtenidos anteriormente

$$\Phi T = 50 * 1320 / 047 * 0.8$$

$$\Phi T = 175,531 \text{ Lúmenes}$$

Se obtuvo un flujo luminoso requerido de 175,531 Lúmenes para un nivel de estacionamiento.

4.1.2.9. Numero de luminarias requeridas

$$NL = \frac{172207}{4 * 5100}$$

$$NL = 8,44$$

Para un nivel típico de estacionamiento se requieren un total de 9 luminarias.

4.1.2.10. Distribución de las luminarias

Con los datos obtenidos se definió una distribución en este caso al tratarse de un estacionamiento se considera considerar el local como un área rectangular, sin embargo, gran parte de la ubicación dependerá de la distribución de los espacios de parqueo y circulación vehicular

$$N.\text{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b} * a}$$

$$N.\text{largo} = N.\text{ancho} * \frac{b}{a}$$

Donde:

- N. total = Número total de luminarias
- N. ancho = Numero de filas a lo ancho del local
- N. largo = Numero de filas a lo largo del local
- b= Largo del local (51,8 m)
- a=Ancho del local (25,5 m)

Sustituyendo los valores se obtiene N. ancho = 2,10m, N. largo = 4,26m donde estos serian las columnas a lo ancho y largo respectivamente.

4.1.2.11. Validación del calculo

Luego de los cálculos el último paso es determinar si los resultados son válidos, por un paso sencillo verificar si la iluminancia media (Em) satisface el valor buscado.

$$E_m = NL * n * \Phi * C_u * C_m / S$$

$$E_m = 16 * 4 * 5100 * 0.47 * 0.8 / 25.5 * 51.8$$

$$E_m = 92,91$$

El dato es satisfactorio sin embargo el método no es la mejor alternativa para realizar el diseño este método no contempla la circulación vehicular ni la distribución de los estacionamientos, para poder tener datos mas precisos se debe analizar como pequeñas áreas dentro del local lo que vuelve el método poco útil y preciso para este tipo de aplicaciones.

4.2. Simulación de las propuestas de iluminación en software Dialux

4.2.1. Metodología del diseño en software dialux

A continuación, se describe la metodología utilizada en el desarrollo del diseño con el software.

- Se Identifico el local y su aplicación determinar la actividad a realizar, así como el tipo de luminaria a utilizar en base a condiciones ambientales y de trabajo, se trabajó sobre una planta en CAD como referencia.
- Se completo la información en el administrador relacionada al proyecto como nombre, factor de mantenimiento, diseñador.
- Se modelaron, la edificación y todos sus componentes arquitectónicos necesarios para obtener resultados más eficientes como columnas,vigas,volumenes entre otros.
- Aplicaron las texturas y colores a la arquitectura.

- Seleccionaron las luminarias a utilizar el catalogo del software ofrece algunas sin embargo los fabricantes poseen la mayoría de sus productos con archivos. ies de uso gratuito en su página web.
- Se colocaron las luminarias de manera manual acorde a los espacios de parqueo y circulación vehicular, luego con los asistentes del software determinar la cantidad de luminarias.
- Se da inicio al cálculo y el software se encarga de hacerlo para todo el local con los parámetros establecidos por el usuario.
- Se verifico el cumplimiento de los objetivos deseados para este caso una iluminancia promedio de 50 LUXES y en caso de no obtener datos satisfactorios se repasan la ubicación y cantidad de luminarias.

4.3. Creación del proyecto

Al iniciar el software se inicia un proyecto nuevo

Figura 15 Pantalla de inicio software Dialux



Fuente dialux

4.3.1. Especificar los datos del proyecto

Inmediatamente el software solicita los datos del proyecto para este caso se han definido los siguientes:

- Nombre = Torre Real
- Descripción = Estacionamiento interior en sótano.
- Altura = 3.2 metros
- Ancho = 25.5 Metros
- Largo = 51.8 Metros
- Factor de mantenimiento = 0,80

4.3.2. Construir el local

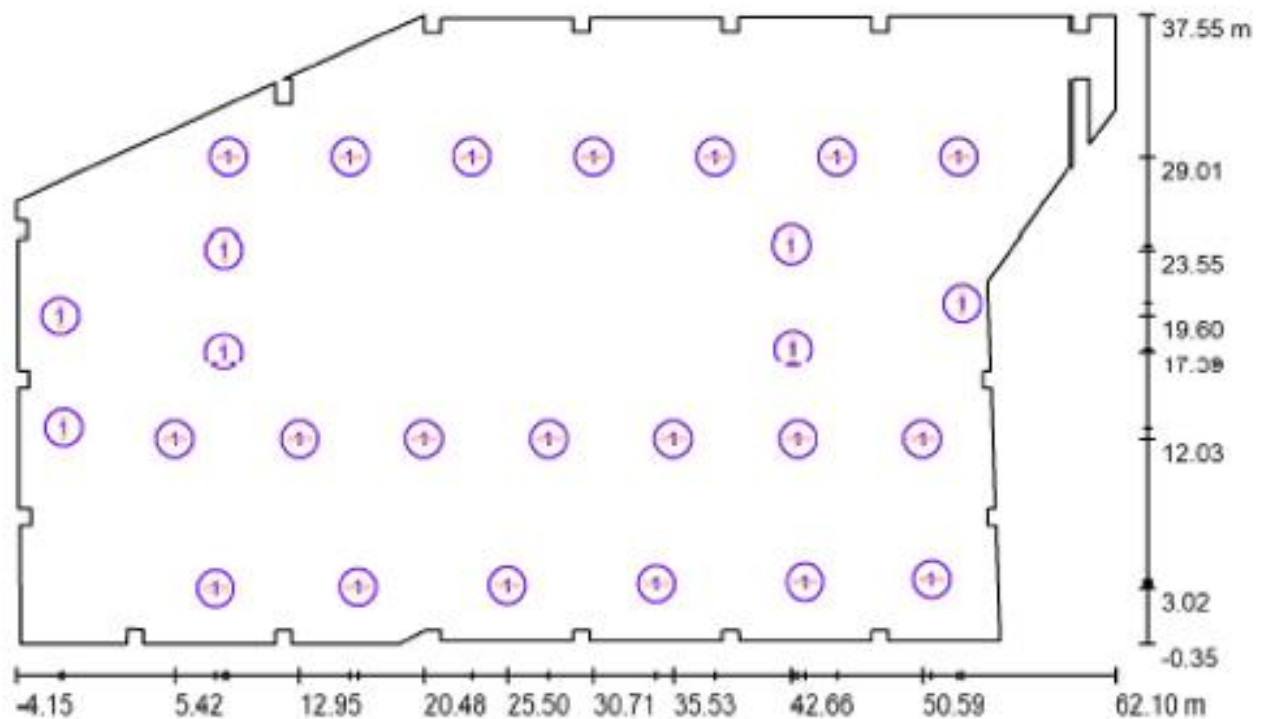
Para la construcción del local se tomó de referencia la arquitectura aprovechando la facilidad del software para importar archivos DWG

4.3.3. Ubicación de las luminarias

Tomando de referencia los ejes y columnas para espacios de parqueo de la arquitectura y la distribución de la circulación vehicular se han propuesto la ubicación de las luminarias, luego con la ayuda del software ajustar de acuerdo a los valores de iluminancia deseados para obtener ubicaciones y la cantidad más acertada para el aprovechamiento de las curvas fotométricas de las luminarias. A continuación, se detallan la cantidad de luminarias y modelos en una de las propuestas, así como su distribución en el plano.

- Propuesta 1: 27 Luminarias Fluorescentes distribuidas en áreas de circulación vehicular y espacios de estacionamiento. (Ver Figura 16)
- Propuesta 2: 23 Luminarias LED distribuidas en áreas de circulación vehicular y espacios de estacionamiento. (Ver Figura 17)

Figura 16 Distribución de la propuesta 1 fluorescente



Escala 1 : 474

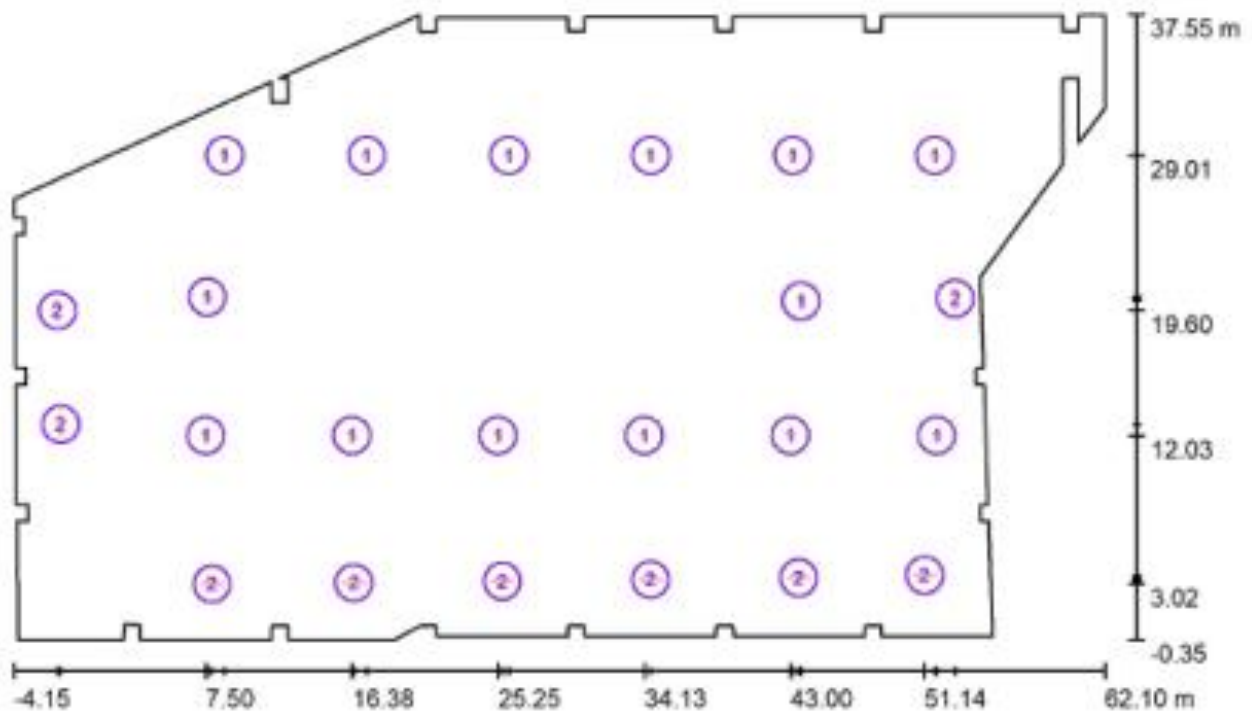
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	27	Lithonia Lighting VAP 228T5L WD ARCHWAY? PASSAGE? POLYCARBONATE ENCLOSURE FOR (2) 28T5 LAMPS, WIDE DISTRIBUTION SPECULAR REFLECTOR

Propuesta 1				
ID	Tipo	Modelo	Ubicación	Cantidad
1	T5	VAP228T5	Circulacion Vehicular	18
1	T5	VAP228T5	Espacios de Parqueo	9
			Total	27

Fuente propia

Figura 17 Distribución de la propuesta 2 LED



Escala 1 : 474

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	14	EATON - LUMARK (FORMER COOPER LIGHTING) QDCAST1B (4PANELS 10°TILT) LUMARK QUADCAST PARKING GARAGE/CANOPY FIXTURE W/4 ROTATING OPTICAL LIGHT PANELS
2	9	Lithonia Lighting FEM L48 3000LM IMAFD WD XX 30K 80CRI FEM L48 3000LM IMAFD WD XX 30K 80CRI

Propuesta 2				
ID	Tipo	Modelo	Ubicación	Cantidad
1	LED	QDCAST 1B	Circulacion Vehicular	14
2	LED	FEM L48 3000LM	Espacios de Parqueo	9
Total				23

Fuente propia

4.3.4. Comprobación de los datos obtenidos para las propuestas 1 y 2

Tabla 8 datos obtenidos del software para propuesta 1

Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80				Valores en Lux, Escala 1:487	
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	47	1.32	144	0.028
Suelo	20	46	1.07	143	0.023
Techo	70	13	0.74	852	0.057
Paredes (83)	50	14	0.00	157	/

Fuente propia

Según la tabla 8 se obtuvo una iluminancia media en el plano útil de 47 Lux, con una máxima de 144 Lux para coeficiente de uniformidad de 0.028 lo que es satisfactorio, y se aprueba la configuración para la propuesta 1

Tabla 9 Datos obtenidos del software para propuesta 2

Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80				Valores en Lux, Escala 1:487	
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	37	1.18	130	0.032
Suelo	20	36	0.84	128	0.023
Techo	70	8.66	0.64	188	0.074
Paredes (83)	50	16	0.00	107	/

Fuente propia

Se obtuvo una iluminancia media en el plano útil de 37 Lux para una máxima de 130 Lux, con coeficiente de uniformidad de 0.032 sigue siendo aceptable, el dato de E_m es un 74% del valor recomendado 50 Luxes, se aprueba la configuración de la propuesta 2.

4.3.5. Comparativo de métodos de cálculo en la iluminación

Al final de ambos métodos de cálculo se toman los datos obtenidos por la simulación en Dialux ya que los datos son más acertados para el local en estudio, el método de los lúmenes se aplicó a la propuesta dos y se obtuvo un valor de nueve luminarias requeridas, contra 14 con la simulación en Dialux, si se comparan los datos el valor no son tan distintos, sin embargo, el cálculo por método de los lúmenes no considera la distribución arquitectónica interna del estacionamiento.

En resumen, se podría decir que el método de los lúmenes no se analizan volúmenes o distribución de las áreas de circulación vehicular, además no contempla la geometría del estacionamiento en totalidad ya que no es una rectangular.

4.4. Calculo de carga demandada

4.4.1. Carga demandada en propuesta 1 Fluorescente

Calculada como la suma de la carga en circulación vehicular más la carga en los espacios de estacionamientos.

- Circulación Vehicular 9 luminarias X 56 Watts = 504 watts
- Circulación Vehicular 9 luminarias X 56 Watts = 504 watts
- Espacios de parqueo 9 luminarias X 56 Watts = 504 watts

Tabla 10 Carga Demandada en KW propuesta 1

Propuesta 1						
ID	Tipo	Modelo	Ubicación	Consumo Unitario (W)	Cantidad	Consumo Total (W)
1	T5	VAP228T5	Circulacion Vehicular	56	9	504
1	T2	VAP228T6	Circulacion Vehicular	56	9	504
1	T5	VAP228T5	Espacios de Parqueo	56	9	504
			Total		27	1512

Fuente Propia

4.4.2. Calculo de carga demandada propuesta 2 LED

Calculada como la suma de la carga en circulación vehicular más la carga en los espacios de estacionamientos.

- Circulación Vehicular 7 luminarias X 54 Watts (Panel de Relay) = 378 watts
- Circulación Vehicular 7 luminarias X 54 Watts (Sensor de movimiento) = 378 watts
- Espacios de parqueo 9 luminarias x 23 Watts (Sensor de movimiento) = 207 Watts

Tabla 11 Carga Demandada en KW propuesta 2

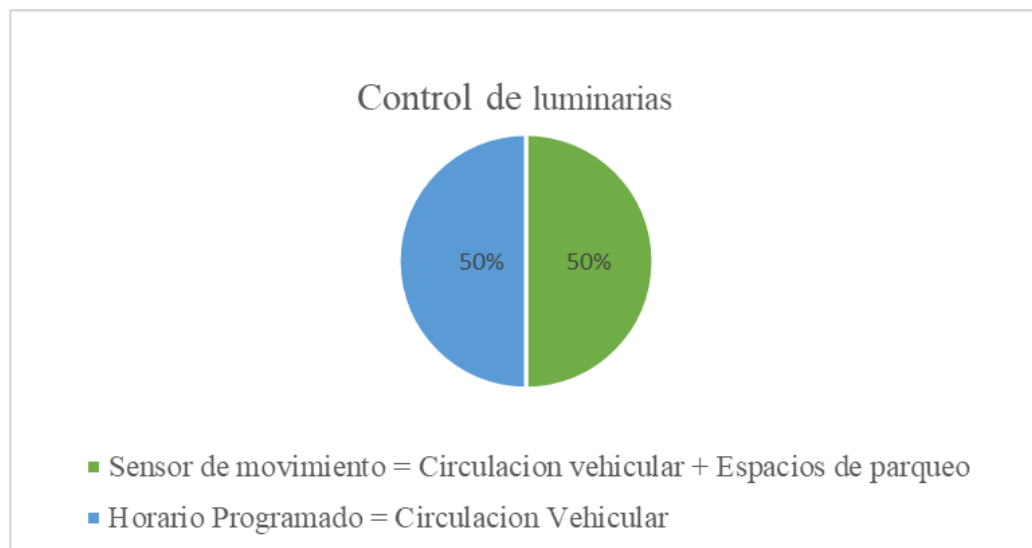
Propuesta 2						
ID	Tipo	Modelo	Ubicación	Consumo Unitario (W)	Cantidad	Consumo Total (W)
1	LED	QDCAST 1B	Circulacion Vehicular	54	7	378
1	LED	QDCAST 1B	Circulacion Vehicular	54	7	378
2	LED	FEM L48 3000LM	Espacios de Parqueo	23	9	207
			Total		23	963

Fuente Propia

4.5. Calculo de consumo anual (Kwh)

El cálculo se realizó en un nivel de estacionamiento, con un total con 27 luminarias de las cuales el 50 % del área de circulación, serán controladas por un panel de relay para que enciendan en un horario de 6am a 8 pm para un total de 9 horas, de esta manera el estacionamiento estará iluminado de manera mínima y necesaria para labores de vigilancia y monitoreo, ahora el restante 50% son 9 luminarias de la circulación vehicular más los espacios de parqueo que se controlaran con sensores de movimiento calculados de tal manera que para el momento que un vehículo o peatón circule por el estacionamiento se encienda el restante 50%, para efectos de cálculo de consumo debido a que resulta difícil medir la cantidad de horas que pueden encender las luminarias controladas por sensores, se ha tomado un horario pico de 6am a 9am como hora de entrada del personal y para la salida un horario pico de 4pm a 7 pm esto para un total de 6 horas diarias.

Figura 18 Control de Luminarias x estacionamiento



Fuente Propia

4.5.1. Consumo para horario programado propuesta 1

El 50% de la iluminación de la circulación vehicular será programada para que enciendan las a las 6 de mañana y se apaguen a las 8 de la noche, esta secuencia aplicada de lunes a viernes sin contemplar fines de semana donde permanecerán apagadas las 24 horas del día.

$$9 \text{ Luminarias VAP228} \times 56 \text{ Watts} = 504 \text{ Watts}$$

Luminarias en control horario de 6am a 8pm, para un día de operacion las luminarias permanen encendidas 9 horas

$$(504\text{watts} \times 9 \text{ Horas}) = 4536 \text{ Wh} \rightarrow 4536 \text{ Wh} / 1000 = 4,536\text{Kwh} \rightarrow \text{Consumo x Dia}$$

4.5.2. Consumo con sensores de presencia propuesta 1

El restante 50% de la iluminación de la circulación vehicular junto con las luminarias de los espacios de parqueo serán controlados con sensores de movimiento su ubicación se ha seleccionado de acuerdo a la cobertura del sensor.

Para el cálculo con sensores de presencia se asume un horario de 6am a 9am para la entrada y la salida de 4pm a 7 pm para un total de 6 horas al día.

$$9 \times 56 \text{ Watts} = 504 \text{ Watts} \rightarrow \text{Circulacion Vehicular}$$

$$9 \times 56 \text{ Watts} = 504 \text{ Watts} \rightarrow \text{Espacios de Parqueo}$$

$$504 \text{ Watts} + 504 \text{ Watts} = 1008 \text{ Watts} \rightarrow \text{Consumo total con sensores de presencia.}$$

Para un día de operacion considerando 6 horas al día

$$(1008 \text{ Watts} \times 6 \text{ Horas}) = 6048 \text{ Wh} \rightarrow 6048\text{Wh} / 1000 = 6,048\text{Kwh} \rightarrow \text{Consumo x Dia}$$

4.5.3. Consumo total anual propuesta 1

Calculando para un año completo se toman solamente los días laborales, en un año promedio hay 261 Días hábiles.

- 4,536Kwh x día → Control con horario programado
- 6,048Kwh x día → Control con sensores de presencia

$4,536 \text{ Kwh} + 6,048 \text{ Kwh} = 10,584 \text{ Kwh} \rightarrow$ Consumo total en Kwh x día para un nivel tipo de estacionamientos

Para un periodo de un año con promedio de 261 días hábiles.

$10,584 \text{ Kwh} \times 261 \text{ Días} = 2762,42 \text{ kwh} \rightarrow$ Consumo en Kwh para un año

Según el ICE la tarifa comercial es de 115,63Kwh³⁵, entonces para un periodo de un año se tendría un consumo de :

$2762,42 \text{ Kwh} \times 115,63 \text{ Kwh} (\text{C}) = \text{C} 319,418 \rightarrow$ Consumo en colones para un Año

De acuerdo a estos datos el consumo total de un nivel de estacionamiento diario sería de 10,584 Kw, calculando únicamente los días laborales en un año que son aproximadamente 261 días se obtiene un consumo anual de 2762,42 kwh , esto multiplicado por la tarifa actual comercial del ICE de C115,63 Kwh , para un año el sistema con iluminación fluorescente consume C 319,418 entonces para los ocho estacionamientos $\text{C} 319,418 \times 8 = \text{C} 2,555,344$ consumo total anual en facturación eléctrica.

³⁵ <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/669c79e9-84c9-4682-b63b-136238ebc7e2/tarifas+ice+gaceta+alcance+106+junio+27+2016.pdf?MOD=AJPERES>

4.5.4. Consumo para horario programado propuesta 2

El 50% de la iluminación de la circulación vehicular será programada para que enciendan las a las 6 de mañana y se apaguen a las 8 de la noche, esta secuencia aplicada de lunes a viernes sin contemplar fines de semana donde permanecerán apagadas las 24 horas del día.

$$(7 \text{ Luminarias Ludmark QD}) \times 54 \text{ Watts} = 378 \text{ Watts}$$

Luminarias en control horario de 6am a 8pm, para un día de operacion las luminarias permanen encendidas 9 horas

$$(378 \text{ Watts} \times 9 \text{ Horas}) = 3402 \text{ Wh} \rightarrow 3402 \text{ Wh} / 1000 = 3,402 \text{ Kwh} \rightarrow \text{Consumo x Dia}$$

4.5.4.1. Consumo con sensores de presencia propuesta 2

El restante 50% de la iluminación de la circulación vehicular junto con las luminarias de los espacios de parqueo serán controlados con sensores de movimiento su ubicación se ha seleccionado de acuerdo a la cobertura del sensor.

Para el cálculo con sensores de presencia se asume un horario de 6am a 9am para la entrada y la salida de 4pm a 7 pm para un total de 6 horas al día.

$$7 \times 54 \text{ Watts} = 378 \text{ Watts} \rightarrow \text{Circulacion Vehicular}$$

$$9 \times 23 \text{ Watts} = 207 \text{ Watts} \rightarrow \text{Espacios de Parqueo}$$

$$378 \text{ Watts} + 207 \text{ Watts} = 585 \text{ Watts} \rightarrow \text{Consumo total con sensores de presencia.}$$

$$(585 \text{ Watts} \times 6 \text{ Horas}) = 3510 \text{ Wh} \rightarrow 3510 \text{ Wh} / 1000 = 3,51 \text{ Kwh} \rightarrow \text{Consumo en Kwh x Dia}$$

4.5.4.2. Consumo total anual propuesta 2

Calculando para un año completo se toman solamente los días laborales, en un año promedio hay 261 Días hábiles.

- 3,402 Kwh x día → Control con horario programado
- 3,510 Kwh x día → Control con sensores de presencia

$3,40 \text{ Kwh} + 3,51 \text{ Kwh} = 6,91 \text{ Kwh} \rightarrow$ Consumo total x día en un nivel tipo de estacionamientos

Para un periodo de un año con promedio de 261 días hábiles.

$6,91 \text{ Kwh} \times 261 \text{ Días} = 1,803.51 \text{ kwh} \rightarrow$ Consumo en Kwh para un año

Según el ICE la tarifa comercial es de 115,63Kwh³⁶, entonces para un periodo de un año se tendría un consumo de :

$1,803.51 \text{ Kwh} \times 115,63 \text{ Kwh} (\text{C}) = \text{C} 208,539 \rightarrow$ Consumo en colones para un Año

De acuerdo a estos datos el consumo total de un nivel de estacionamiento diario sería de 6,91 Kw, calculando únicamente los días laborales en un año que son aproximadamente 261 días se obtiene un consumo anual de 1803,51 kwh , esto multiplicado por la tarifa actual comercial del ICE de C115,63 Kwh , para un año el sistema con iluminación LED consume C 208,539 por estacionamiento, entonces para los ocho estacionamientos $\text{C} 208,539 \times 8 = \text{C} 1,668,313$ consumo total anual en facturación eléctrica.

³⁶ <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/669c79e9-84c9-4682-b63b-136238ebc7e2/tarifas+ice+gaceta+alcance+106+junio+27+2016.pdf?MOD=AJPERES>

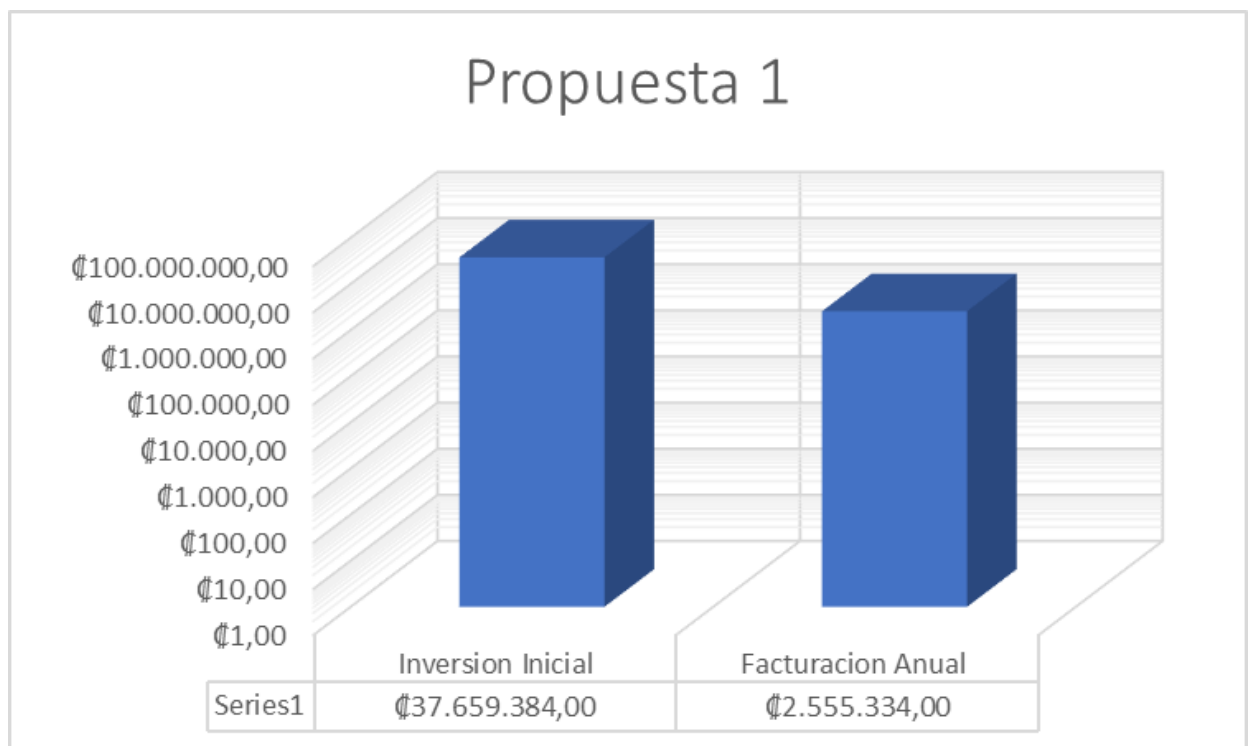
4.6. Cálculos de inversión inicial.

4.6.1. Costo inversión inicial propuesta 1 Luminarias Fluorescentes

Costo total Propuesta 1 VAP228 T5 → $₡174,349^{37}$ x 27 Unidades = $₡4,707,423$ por estacionamiento

Para 8 estacionamientos → $₡4,707,423$ x 8 Niveles = $₡37,659,384$ Total del Proyecto

Figura 19 Grafico Análisis x estacionamiento Propuesta 1



Fuente Propia

³⁷ Arte en LUZ precio de lista

4.6.2. Costo inversión inicial propuesta 2 Luminarias LED

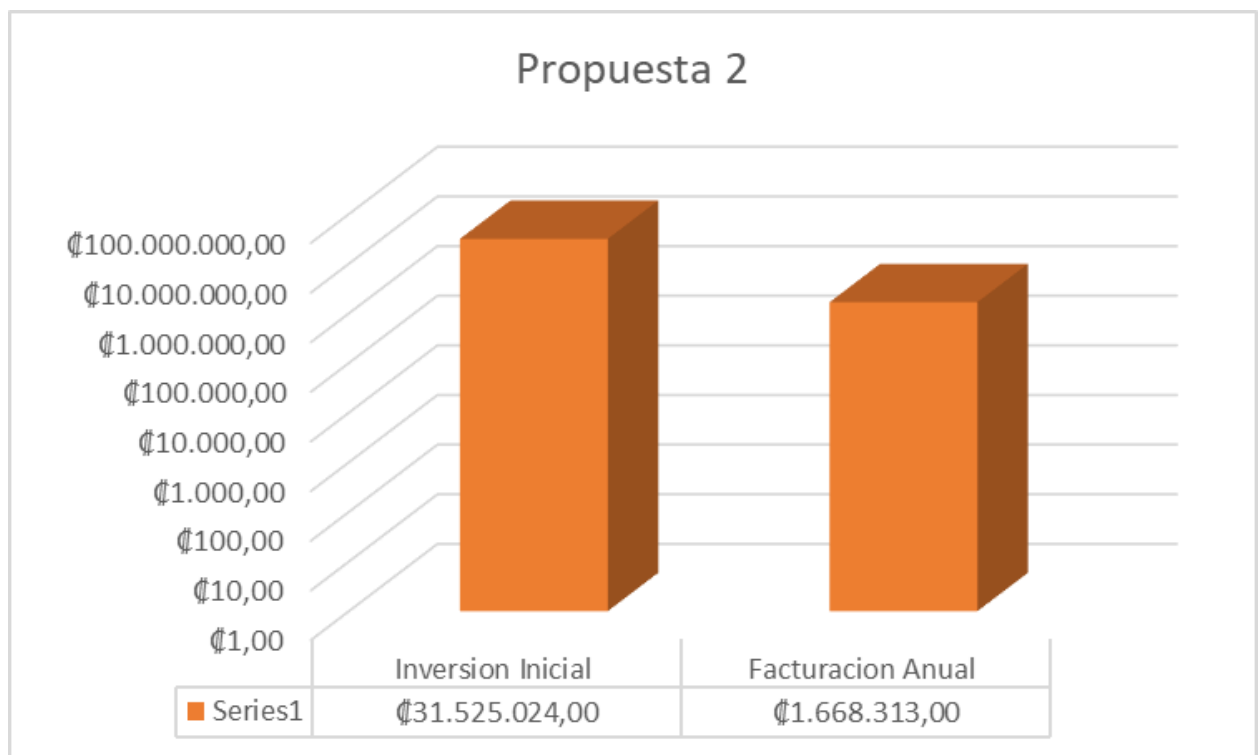
Costo total Luminaria QD Quadcast 1B → $\text{C}\$191,080^{38} \times 14 = \text{C}\$1,265,508$

Costo total Luminaria FEM L48 3000 LM → $\text{C}\$140,612^{39} \times 9 = \text{C}\$2,675,120$

Costo total Propuesta 2 $\text{C}\$1,265,508 + \text{C}\$2,675,120 = \text{C}\$3,940,628$ por estacionamiento

Para 8 estacionamientos → $\text{C}\$3,940,628 \times 8 \text{ Niveles} = \text{C}\$31,525,024$ Total del proyecto

Figura 20 Grafico Análisis x estacionamiento Propuesta 2



Fuente Propia

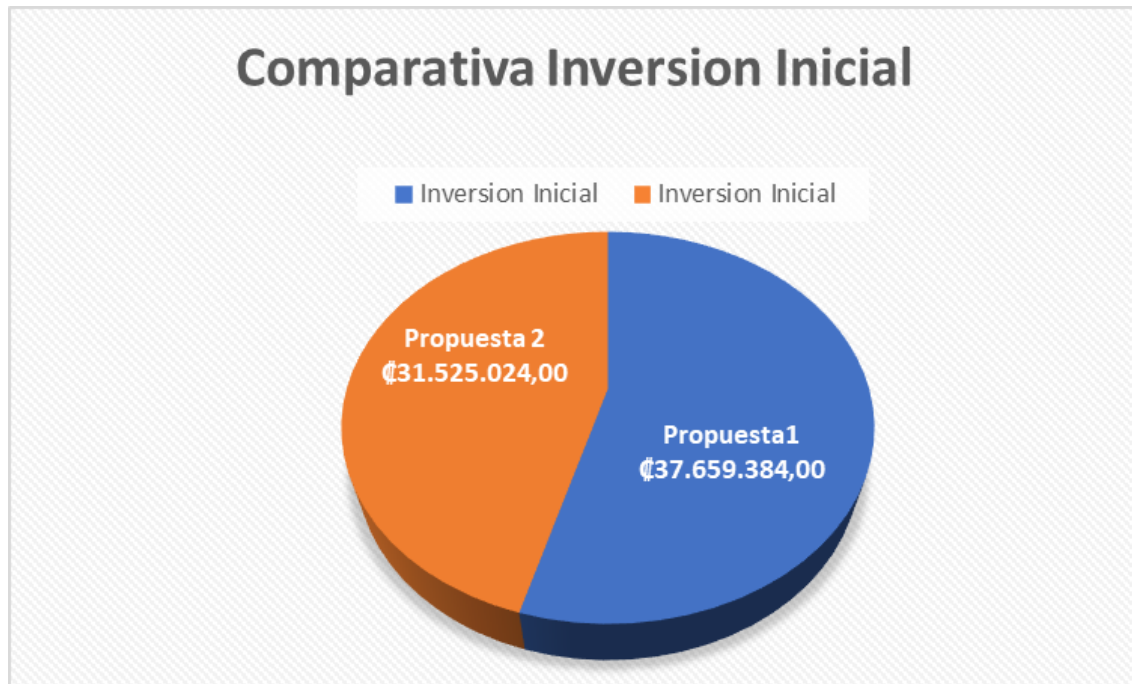
³⁸ EATON electrical S.A precio de lista

³⁹ Arte en Luz precio de lista

4.6.3. Comparativo entre propuestas

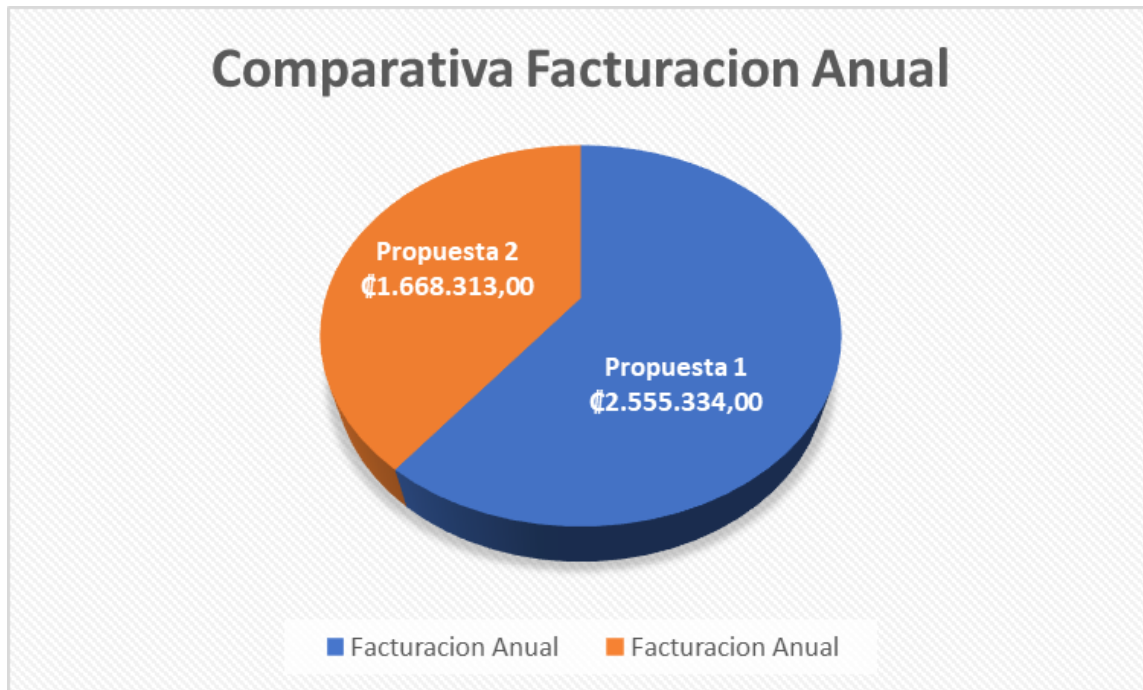
La inversión inicial de la propuesta 1 es de ¢37,659,384 con un consumo anual de ¢ 2,555,344 para el pago de tarifa electrica, el caso de la propuesta 2 es costo de la inversión inicial es ¢31,525,024 con un consumo anual de ¢ 1,668,313 de pago en la tarifa electrica, entonces la propuesta 2 representa un ahorro de inversion inicial por ¢6,134,360 menos que la propuesta 1 , ademas tomando en cuenta un menor consumo y cantidad de luminarias la propuesta 2 se tienen un ahorro en la tarifa electrica de ¢887,031 al año.

Figura 21 Grafico Comparativo Inversión Inicial x estacionamiento



Fuente Propia

Figura 22 Grafico Comparativo Facturación Anual x estacionamiento



Fuente propia

4.7. Análisis VAN y TIR

El cálculo se realizó tomando los valores de facturación anual, y tomando una tasa de descuento del 10% y un aumento anual del 3%⁴⁰ en la tarifa eléctrica proyectado a 7 años se obtienen los siguientes datos:

⁴⁰ <https://www.larepublica.net/noticia/aumento-en-tarifas-electricas-seria-de-3-24-para-clientes-del-ice-en-2018>

Tabla 12 Flujos efectivo neto anual (VAN)

Facturacion anual Propuesta 1		Facturacion anual Propuesta 2	
Inversion Inicial	¢37.627.384,00	Inversion Inicial	¢31.525.024,00
Año 1	¢2.555.344,00	Año 1	¢1.668.312,00
Año 2	¢2.632.004,32	Año 2	¢1.718.361,36
Año 3	¢2.710.964,45	Año 3	¢1.769.912,20
Año 4	¢2.792.293,38	Año 4	¢1.823.009,57
Año 5	¢2.876.062,18	Año 5	¢1.877.699,85
Año 6	¢2.962.344,05	Año 6	¢1.934.030,85
Año 7	¢3.051.214,37	Año 7	¢1.992.051,77

Fuente Propia

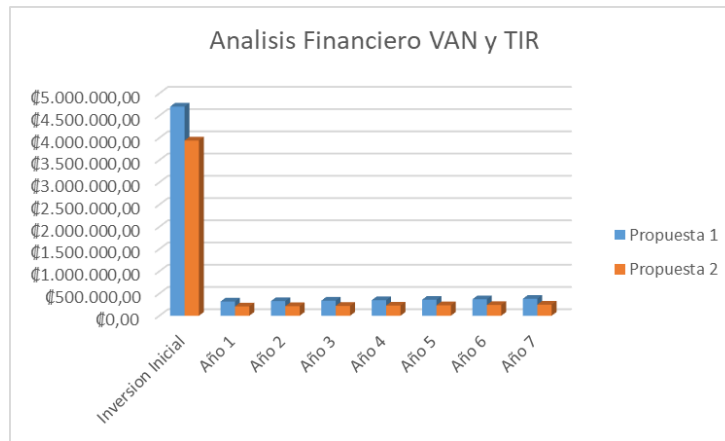
De acuerdo a los flujos anuales para ambas propuestas lo resultados obtenidos:

Propuesta 1 → VAN = Negativo de - ¢24,161,442

Propuesta 2 → VAN = Negativo de - ¢ 22,733,490

Para ambas propuestas se obtienen números negativos, es importante tomar en cuenta que los sistemas de iluminación siempre serán gastos en un proyecto desde su inversión inicial y la facturación a lo largo de los años, nunca van a generar ingresos por lo que es difícil comprobar la rentabilidad de estos sistemas, por lo que el objetivo debe ser buscar una reducción en gasto de construcción y mantenimiento del edificio.

Figura 23 Grafico Flujo de Facturación Anual



Fuente Propia

4.1. Cálculo de corriente de plena carga en motores

4.7.1. Cálculo de corriente a plena carga (FLC) para motores HVAC

La corriente a plena carga se obtiene con base en la tabla 430.250, a partir de los caballos de fuerza y del voltaje de operación del motor.

Para un motor de corriente alterna de 7-1/2 HP a un voltaje de 480 V Trifásico, según T. 430.250 FLC = 14 A ⁴¹.

4.7.2. Tablero de tipo ME

Motor 1HP / 480V / 3 ϕ → según la tabla 430.250 = 2.1A ⁴² = FLC

⁴¹ Tabla 430.250 NEC 2008

⁴² Tabla 430.250 NEC 2008

Motor 2HP / 480V / 3 ϕ → según la tabla 430.250 = 3.4A⁴³ = FLC

4.7.3. Tablero ACN

Motor 10HP / 480V / 3 ϕ → según la tabla 430.250 = 14A⁴⁴ = FLC

4.7.4. Tablero AC1

Los equipos de bombeo en la torre de oficinas

Motor 40HP / 480V / 3 ϕ → tabla 430.250 = 52A⁴⁵ = FLC

Equipos para torre de enfriamiento TE-01, TE-02 dos ventiladores de 5.0 HP + 2 bombas 5.0 HP.

Motor 5 HP / 480V / 3 ϕ → tabla 430.250 = 7.6A⁴⁶ = FLC

4.8. Cálculo de corriente demandada en equipos especiales

En el proyecto existen equipos especiales para acondicionamiento del aire de las oficinas. Esta corriente se determinó con base en el consumo suministrado por el fabricante del equipo, como en el caso de los chiller, tomando un factor de potencia de 0,90.

$$FLC = \frac{KW * 1000}{\sqrt{3} * V * F.P.}$$

⁴³ Tabla 430.250 NEC 2008

⁴⁴ Tabla 430.250 NEC 2008

⁴⁵ Tabla 430.250 NEC 2008

⁴⁶ Tabla 430.250 NEC 2008

Donde:

- FLC= Corriente a plena carga (A)
- KW = Kilowatts
- F.P. = Factor de potencia

$$FLC = \frac{185KW * 1000}{\sqrt{3} * 480 * 0.9}$$

$$FLC = 247A$$

4.9. Cálculo de corriente demandada para motores en un mismo alimentador

4.9.1. Tablero MCIST

Los equipos del sistema hidrosanitario se alimentan desde un panel de control y fuerza. Esta configuración de equipos opera en redundancia, lo que quiere decir que existen motores en respaldo y otros en operación dentro del mismo sistema de bombeo, como es el caso de los equipos pluviales. Estos, a pesar de ser tres motores solamente operan dos y uno es respaldo, por lo que la corriente demandada por los equipos sería únicamente de dos motores. Esta corriente se calculó según el artículo 430.24.

Panel N.º 1 bombeo achique → 2 x 15HP , 480V,3F

→ 1 Operación, 1 respaldo → T.430.250 = 21A⁴⁷ + 0A

Panel 2 Bombeo pluviales → 3 x 40HP, 480V,3F

⁴⁷ Tabla 430.250 NEC 2008

→ 2 Operación, 1 respaldo → T.430.250 = 52A + 52A + 0 A = 104A⁴⁸

Panel N.º 3 Jockey

→ 1 x 7.5HP, 480V, 3F → 1 operación → T.430.250 = 11A⁴⁹ + 0A

4.10. Cálculo de carga demandada para cargas continuas y no continuas

4.10.1. Tomacorrientes y otras cargas de servicio

El artículo 220.14 (I) define 180VA para cada receptáculo, destinados a servir en las áreas de servicio.

Los circuitos ramales en estacionamientos, como en el nivel de la torre, se han agrupado por circuitos tipo

- Circuito de tipos 1 y 2 (sótanos 1 al 8) → 4 x 180 VA = 720VA
- Circuito de tipo 2 (torre de oficinas) → salidas para baño = 1500 VA
- Circuito de tipo 3 (torre de oficinas) → 3 x 180 VA = 540 VA
- Circuito de tipos 4 y 5 (torre oficinas) → secamanos = 588VA

Para el cálculo de los dispositivos secamanos se toman como cargas continuas y con un consumo de 530Watts por dispositivo a 120V. Se hizo la conversión a VA con la siguiente fórmula

$$C.I. = \frac{530WATTS}{0.9}$$

C.I = 588 VA consumo para secamanos.

⁴⁸ Tabla 430.250 NEC 2008

⁴⁹ Tabla 430.250 NEC 2008

4.10.2. Iluminación de estacionamientos y torre de oficinas

Se han calculado dos propuestas de iluminación, la primera con lámparas fluorescentes T5 y la otra con lámparas LED.

4.10.3. Propuesta 1 para estacionamientos con iluminación fluorescente

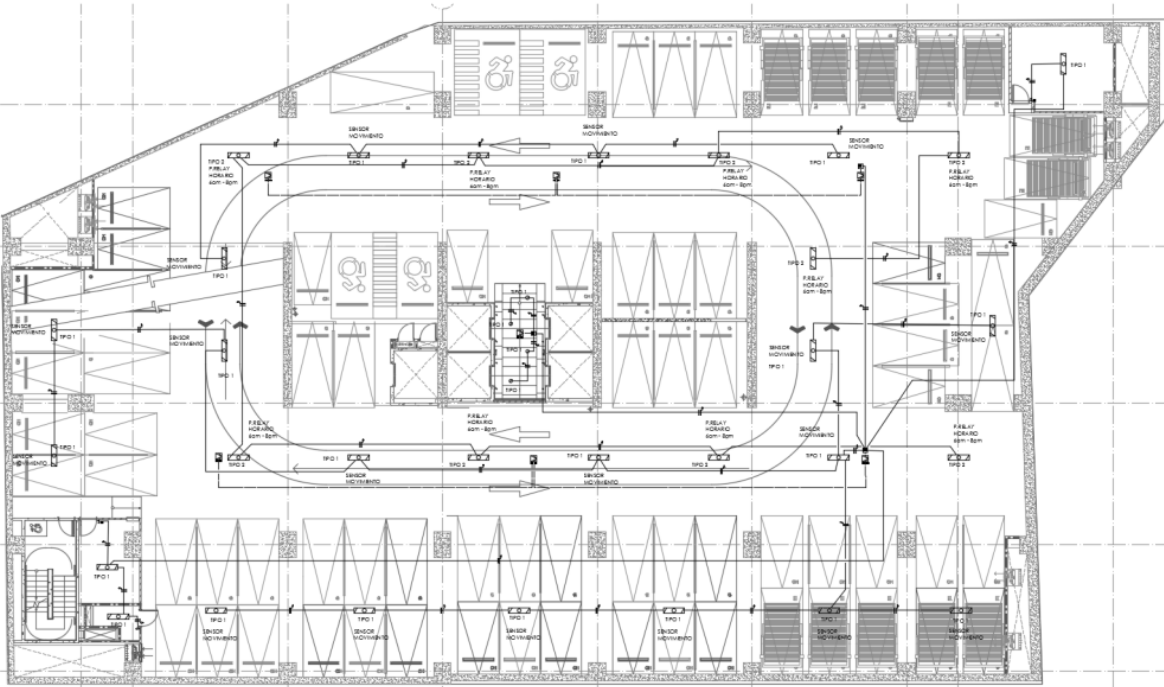
Para el cálculo de la carga en circuitos de iluminación se sumaron las cargas individuales en watts de cada luminaria, y luego se hizo una conversión a VA tomando un factor de potencia de 0,90.

$$C.I.= KW / F.P$$

Donde:

- KW = Potencia consumida por las luminarias en watts
- C.I.= Carga instalada en KVA
- F.P = Factor de potencia

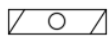
Figura 24 Distribución de la propuesta 1. Fluorescente



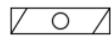
Fuente propia

Tabla 13. Carga demanda. Propuesta 1 para iluminación de estacionamientos del tablero del tipo LN

CIRCUITO
TIPO No.1

∅	4 X 50W = 200W
	21 X 56W = 1176W
Total (W)	1376 WATTS
Total (VA)	$1376W/0.9 = 1528VA$

CIRCUITO
TIPO No.2

∅	4 X 50W = 200W
	13 X 56W = 728W
Total (W)	728 WATTS
Total (VA)	$728W/0.9 = 808VA$

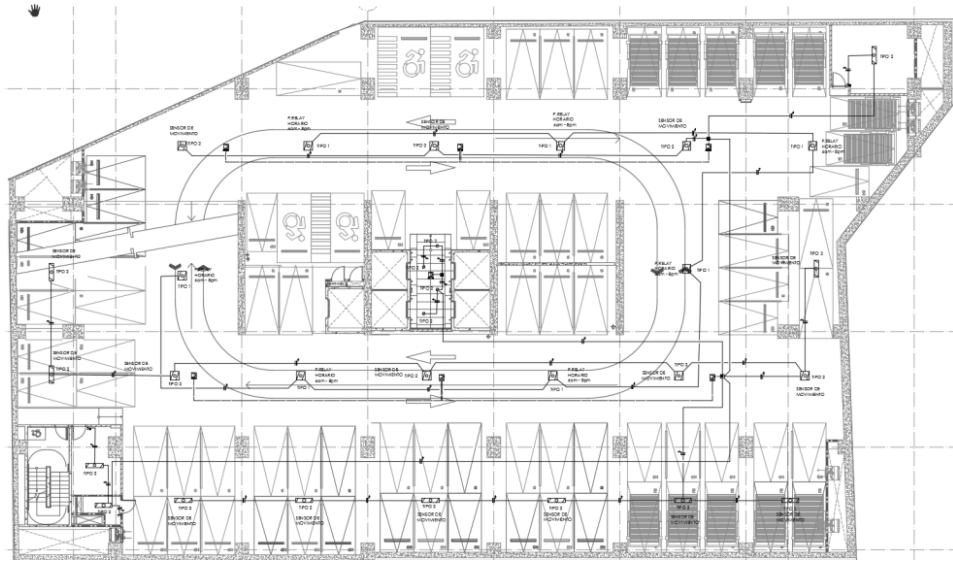
Fuente propia

La tabla muestra la carga demandada en VA por los circuitos de iluminación del tablero tipo LN, para la propuesta 1 con lámparas fluorescentes.

4.10.4. Propuesta 2. Estacionamientos con iluminación LED

Los ocho estacionamientos se han distribuido en dos tableros LS7 / LS3 con dos circuitos típicos. Para el cálculo de la carga se hace la conversión de KW a KVA para un factor de potencia de 0,90


Figura 25 Distribución de la propuesta 2






Fuente propia

Tabla 14 Carga demanda de la propuesta 2 para iluminación de estacionamientos del tablero de tipo LS

CIRCUITO
TIPO No.1

	7 X 54W = 378W
Total (W)	378 WATTS
Total (VA)	$378W/0.9 = 420VA$

CIRCUITO
TIPO No.2

	4 X 50W = 200W
	12 X 23W = 276W
	7 X 54W = 378W
Total (W)	854 WATTS
Total (VA)	$854W/0.9 = 948VA$

Fuente propia

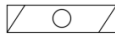
La tabla muestra los consumos en VA para los circuitos de tipos 1 y 2 del tablero LS de iluminación con lámparas LED.

4.10.5. Iluminación para áreas de servicio en la torre de oficinas del tablero de tipo LN

Los 14 niveles se han distribuido en dos tableros típicos LN4 / LN10 con un circuito tipo. Para el cálculo de la carga en VA se hace la conversión para un factor de potencia de 0,90.

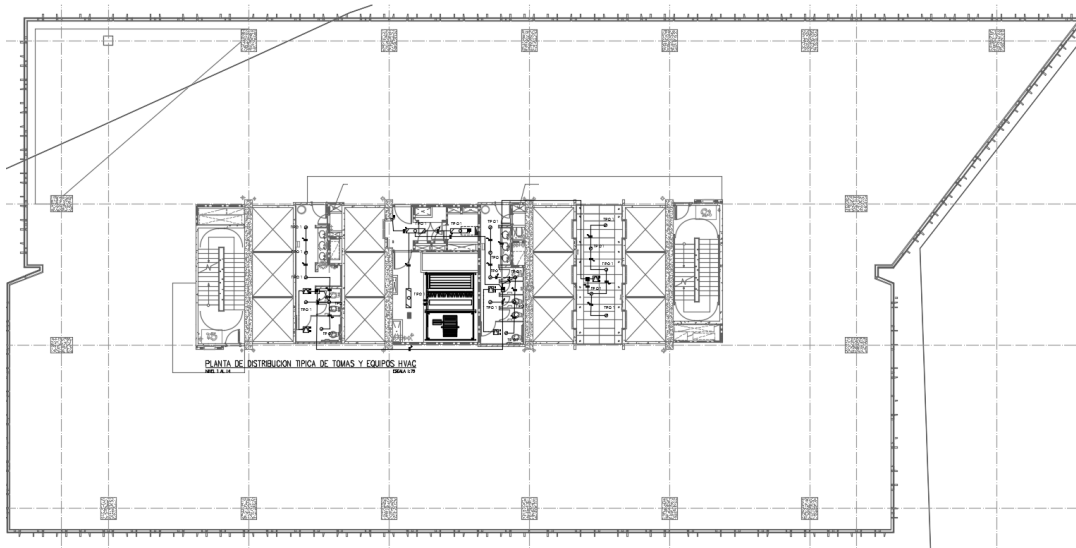
Tabla 15 Carga demanda iluminación de áreas de servicio de la torre de oficinas

CIRCUITO
TIPO No.1

∅	18 X 50W = 900W
	3 X 23W = 69W
Total (W)	969 WATTS
Total (VA)	$969W/0.9 = 1076VA$

Fuente propia

Figura 26. Distribución de la iluminación de la torre de oficinas



Fuente propia

4.11. Cálculo de corrientes de diseño

4.11.1. Cálculo de corriente de diseño y demandada en tomacorrientes generales y otras cargas continuas

Las corrientes de diseño se utilizan para determinar los alimentadores y las protecciones de los circuitos ramales. Para casos como tomacorrientes y circuitos de iluminación se han calculado como cargas continuas, y según el artículo 210.19. A.1 los conductores eléctricos para sistemas de 600 voltios o menos deberán ser seleccionados con una ampacidad permisible no inferior a la carga no continua, más 125% de la carga continua. Entonces se obtiene la corriente de diseño. Para este proyecto se asumen todas las cargas como continuas.

$$I \text{ Demandada} = \frac{VA}{V}$$

$$I \text{ Diseño} = I \text{ Demandada} \times 1,25$$

Donde:

- I = Corriente en los conductores
- VA = Potencia en voltio-amperios
- V = Voltaje de operación

4.11.2. Cálculo de los circuitos ramales para tableros de tomacorrientes en estacionamientos y áreas de servicio

Para el cálculo se toma la carga demandada calculada en la sección 4.3 de este documento

Corriente demanda (A) = Carga demanda (VA) / voltaje de operación del circuito (V)

Circuito de tipos 1 y 2 sótanos $\rightarrow 720VA / 120V = 6A \times 1.25 = 7.5A$

Circuito del tipo 2 torre de oficinas $\rightarrow 1500VA / 120V = 12.5A \times 1.25 = 15.62 A$

Circuito del tipo 3 torre de oficinas $\rightarrow 540VA / 120V = 4.5A \times 1.25 = 5.62 A$

Circuito de los tipos 4 y 5 torre de oficinas $\rightarrow 588VA / 120V = 4.9A \times 1.25 = 6,12 A$

4.11.3. Cálculo de corriente de diseño y demandada para elevadores

El proyecto consta de seis elevadores los cuales serán alimentados cada uno por un transformador de tipo seco con un voltaje primario de 480V trifásico. Para el cálculo de la corriente de

diseño en los elevadores se ha tomado como referencia el artículo 620.13 (C) del NEC, con una eficiencia del motor de 0,90.

$$\text{Corriente demandada x elevador} = 50000 \text{ VA} / 480 \times 1.73 \times 0.90^{50} = 66.9 \text{ A}$$

4.11.4. Cálculo de corrientes de diseño y demandada para circuitos ramales de iluminación

La alimentación de los circuitos ramales de iluminación, tanto para estacionamientos como para oficinas, se realizó a un voltaje de operación de 277V y estas se asumen como cargas continuas. Se realizó el cálculo para ambas propuestas, fluorescente y LED.

4.11.5. Propuesta 1 Estacionamiento con iluminación fluorescente

La corriente se calculó con base en su carga demandada para cada circuito.

$$\text{Corriente demanda (A)} = \text{Carga demanda (VA)} / \text{voltaje de operación del circuito (V)}$$

$$\text{Circuito del tipo 1} \rightarrow 1528 \text{ VA} \rightarrow 1528 \text{ VA} / 277\text{V} = 5.51 \text{ A} \times 1.25 = 6.88 \text{ A}$$

$$\text{Circuito del tipo 2} \rightarrow 828 \text{ VA} \rightarrow 828 \text{ VA} / 277\text{V} = 2.98 \text{ A} \times 1.25 = 3.72 \text{ A.}$$

4.11.6. Propuesta 2. Estacionamientos con iluminación LED

$$\text{Corriente demanda (A)} = \text{Carga demanda (VA)} / \text{voltaje de operación del circuito (V)}$$

$$\text{Circuito de tipo 1} \rightarrow 1528 \text{ VA} \rightarrow 420 \text{ VA} / 277\text{V} = 1.51 \text{ A} \times 1.25 = 1.89 \text{ A}$$

⁵⁰ Ejemplo D10 Anexo D NEC 2008

$$\text{Circuito de tipo 2} \rightarrow 948 \text{ VA} \rightarrow 948 \text{ VA} / 277\text{V} = 3.42 \text{ A} \times 1.25 = 4.27 \text{ A}$$

4.11.7. Iluminación en áreas de servicio de la torre de oficinas

$$\text{Corriente demanda (A)} = \text{Carga demanda (VA)} / \text{Voltaje de operación del circuito (V)}$$

$$\text{Circuito de tipo 1} \rightarrow 1076 \text{ VA} \rightarrow 1076 \text{ VA} / 277\text{V} = 3.88 \text{ A} \times 1.25 = 4.85 \text{ A}$$

4.11.8. Cálculo de corriente de diseño en motores

Según el artículo 430.22 (A) para todo motor considerado de operación continua se deberán calcular los conductores de corriente con un valor no menor de 125% de su corriente a plena carga (FLC), al cual para efectos de este documento se llamará MCA.

$$\text{MCA} = \text{FLC} \times 1,25$$

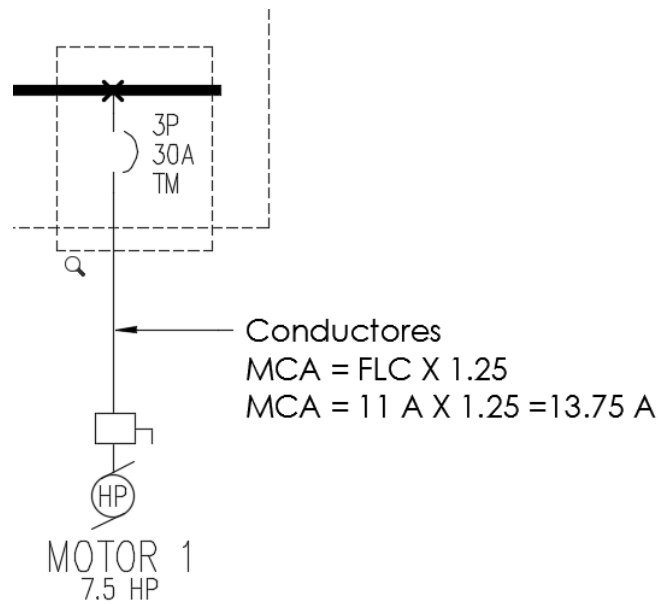
Donde:

- MCA = Ampacidad mínima del circuito en amperios (A)
- FLC = Corriente a plena carga en amperios (valor de tablas 430.249 y 430.250)

$$\text{Para un motor de 7.5HP} \rightarrow 11^{51} \text{ A} \times 1.25 = 13,75 \text{ A}$$

⁵¹ Tabla 430.250 NEC 2008

Figura 27 Ampacidad mínima del circuito



Fuente propia

4.11.9. Corriente de diseño para motores en un mismo alimentador, artículo 430.24

Para el caso de los paneles de control y fuerza de los equipos de bombeo hidrosanitario, la corriente de diseño para conductores se ha calculado de acuerdo con el artículo 430.24, el cual señala que la corriente demandada del conjunto de motores está dada por 125% de la corriente nominal del motor más grande, más la suma de las corrientes a plena carga de los demás motores.

Panel N.º 1 bombeo achique → 2 x 15HP , 480V,3F

→ 1 Operación, 1 respaldo → $MCA = 21A^{52} \times 1.25 = 26,25 A$

Panel N.º 2 Bombeo pluviales → 3 x 40HP, 480V,3F

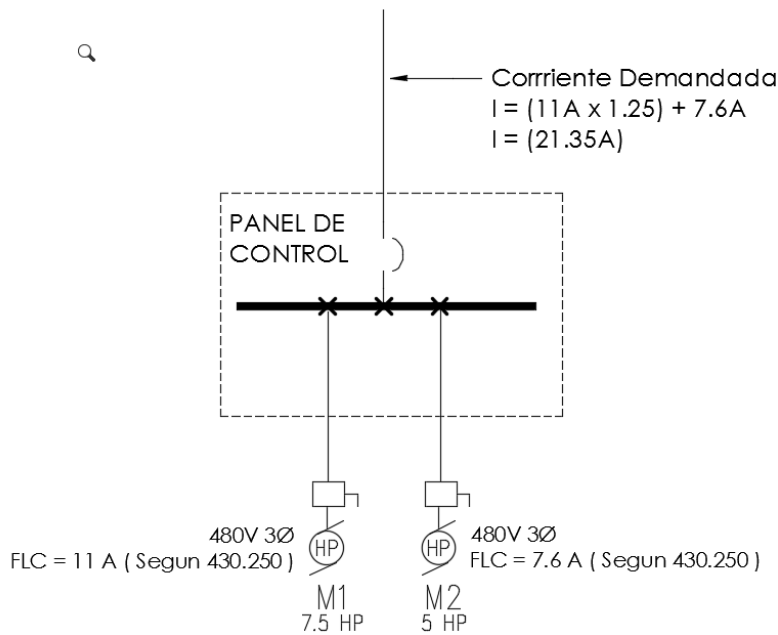
⁵² Tabla 430.250 NEC 2008

→ 2 Operación, 1 Respaldo → $MCA = (52^{53} \text{ A} \times 1.25) + 52^{54} \text{ A} + 0 \text{ A} = 117 \text{ A}$

Panel N.º 3 Jockey

→ 1 x 7.5HP, 480V, 3F → 1 Operación → $MCA = (11 \text{ A}^{55} \times 1.25) + 0 \text{ A} = 13.75 \text{ A}$

Figura 28. Corriente de diseño para motores en un mismo alimentador



Fuente propia

4.12. Cálculo de conductores portadores de corriente

El artículo 110-14(c)(1)(a) establece que para equipos con circuitos de 100 amperios o menos los conductores deberán tener un valor nominal de temperatura de 60 ° C o ser conductores con valores nominales de temperatura mayor, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores se

⁵³ Tabla 430.250 NEC 2008

⁵⁴ Tabla 430.250 NEC 2008

⁵⁵ Tabla 430.250 NEC 2008

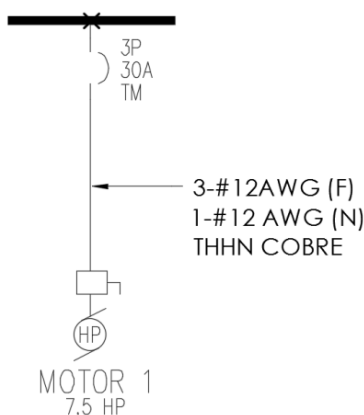
determine tomando como base la ampacidad de 60°C del calibre del conductor seleccionado. El artículo 110-14(c)(1)(b) establece que, para equipo con circuitos con un valor nominal superior a 100 amperios, los conductores deberán tener un valor nominal de temperatura de 75°C o conductores con valores nominales de temperatura mayores, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores se determine tomando como base la ampacidad de 75°C del calibre del conductor seleccionado.

4.12.1. Selección de los conductores portadores de corriente en motores

La selección de los conductores para circuitos de motores se hace de acuerdo con los artículos 430.22 y 430.6 y según la ampacidad de la tabla 310.16.

Un circuito ramal que alimente a un motor trifásico de corriente alterna de 7.5 HP, con un MCA= 13,75⁵⁶A, se hará según la tabla 310.16 Conductores de cobre 12AWG THHN.

Figura 29. Selección de conductores portadores de corriente



Fuente propia

⁵⁶ Tabla 430.250 NEC 2008

Tabla 16. Conductores portadores de corriente en circuitos ramales de motores

Motores Sotanos 8 al 1 (HVAC) TABLERO TIPO ME					
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.248,249,250,251 Nec 2008)	MCA (A)	Conductores portadores de corriente Segun tabla 310.16 No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 ° y a una temperatura de Operacion a 60°
1	1	480 3φ	2.1	2.63	3 - # 12 AWG (Fase) + N/A (neutro) THHN
3	2	480 3φ	3.4	4.25	3 - # 12 AWG (Fase) + N/A (neutro) THHN

Motores Nivel Cuarto Tecnico (HVAC) TABLERO AC1					
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.248,249,250,251 Nec 2008)	MCA (A)	Conductores portadores de corriente Segun tabla 310.16 No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 ° y a una temperatura de Operacion a 60°
3	5	480 3φ	7.6	9.50	3 - # 12 AWG (Fase) + N/A (neutro) THHN
7	40	480 3φ	52	65.00	3 - # 4 AWG (Fase) + N/A (neutro) THHN

Motores Nivel Tipo Oficinas (HVAC) TABLERO TIPO AC					
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.248,249,250,251 Nec 2008)	MCA (A)	Conductores portadores de corriente Segun tabla 310.16 No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 ° y a una temperatura de Operacion a 60°
3	10	480 3φ	14	17.50	3 - # 12 AWG (Fase) + N/A (neutro) THHN

Fuente propia

4.12.2. Selección de conductores para varios motores en un mismo alimentador

Los motores conectados a un mismo alimentador, tanto en circuitos ramales como a alimentadores principales se diseñaron según el artículo 430.22 (A), tomando la corriente de diseño y seleccionando los conductores según su ampacidad en la tabla 310.16 de NEC 2008.

Panel N.º 1 bombeo achique.

$$2 \times 15\text{HP} \rightarrow 1 \text{ Operación} \rightarrow \text{Corriente de diseño} = 26.25 \text{ A}$$

→ T.310.16 , 60 ° → (Fase) 10 AWG THHN + (neutro) N/A

Panel N.º 2 bombeo pluviales

3 x 40HP → 2 Operación, 1 respaldo → Corriente de diseño = 117 A

T.310.16 , 75 ° → (fase) 1/0 AWG THHN (F) + (neutro) N/A

Panel N.º 3 Jockey

→ 1 x 7.5HP → 1 Operación → corrinete de diseño = 11^{57} A x 1.25 = 13.75 A

T.310.16 , 60 ° → (fase) 12 AWG THHN + (neutro) N/A

4.12.3. Selección de conductores para circuitos ramales en elevadores tablero TPEL

Elevador → 1 x 50KVA, 480V 3F → 60.16 A x 1.25 = 75.21 A

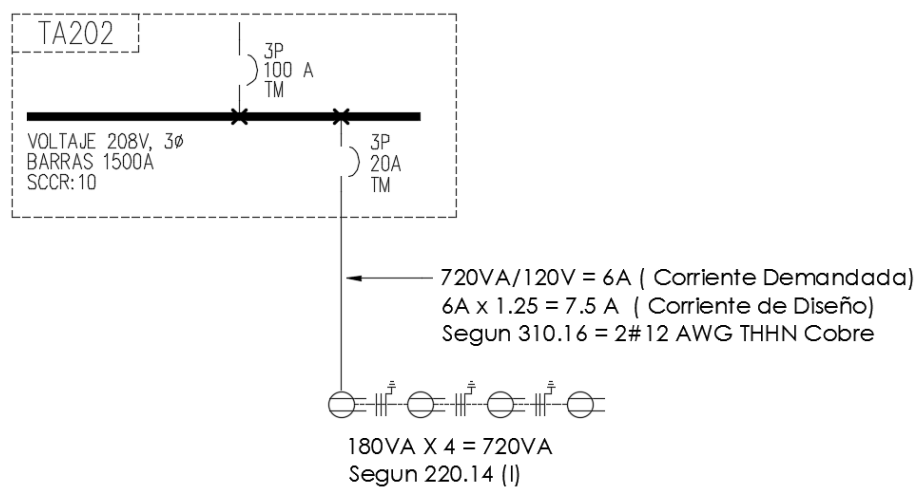
Según T.310.16, a una temperatura de operación de 60 ° → (fase) 4 AWG THHN + neutro N/A

4.12.4. Selección de conductores para circuitos ramales de iluminación y servicios generales

Se seleccionaron según el artículo 210.19 A (1), tomando la corriente de diseño calculada en la sección 4.2.2 de corriente de diseño para cargas continuas y no continuas.

⁵⁷ Tabla 430.250 NEC 2008

Figura 30 Selección de conductores en cargas continuas



Fuente propia

4.12.5. Circuitos ramales de tableros de tipo GS y GN

Tomando la corriente de diseño se determinó la ampacidad de acuerdo con la tabla 310.16 NEC 2008 Ampacidad basada en la tabla 310.16 a una temperatura de operación de 60 °

Circuito de tipos 1 y 2 Sótanos → $6A \times 1.25 = 7.5A \rightarrow T.310.16 = 12 \text{ AWG THHN (F, N)}$

Circuito de tipo 2 Torre oficinas → $12.5A \times 1.25 = 15.62 \text{ A} \rightarrow T.310.16 = 12 \text{ AWG THHN (F, N)}$

Circuito de tipo 3 Torre de oficinas → $4.5A \times 1.25 = 5.62 \text{ A} \rightarrow T.310.16 = 12 \text{ AWG THHN (F, N)}$

Circuito de tipos 4 y 5 Torre oficinas → $4.9A \times 1.25 = 6,12 \text{ A} \rightarrow T.310.16 = 12 \text{ AWG THHN (F, N)}$

4.12.6. Circuitos ramales de tableros LS y LN

Para la propuesta 2 de estacionamientos y circuitos de servicios torre de oficinas se calculó según la ampacidad y según la tabla 310.16, a una temperatura de operación de 60°

4.12.7. Propuesta 2 estacionamientos iluminación LED, tablero de tipo LS

Circuito tipo 1 $\rightarrow 1.51 \text{ A} \times 1.25 = 1.89 \text{ A} \rightarrow \text{T.310.16} = 12 \text{ AWG THHN (F, N)}$

Circuito de tipo 2 $\rightarrow 3.42 \text{ A} \times 1.25 = 4.27 \text{ A} \rightarrow \text{T.310.16} = 12 \text{ AWG THHN (F, N)}$

4.12.8. Iluminación torre oficinas tablero tipo LN

Circuito de tipo 1 $\rightarrow 3.88 \text{ A} \times 1.25 = 4.85 \text{ A} \rightarrow \text{T.310.16} = 12 \text{ AWG THHN (F, N)}$

4.12.9. Selección de conductores para elevadores

Según la ampacidad de la tabla 310.16 a una temperatura de operación de 60 ° para la corriente de diseño

Corriente de diseño = $50000 \text{ VA} / 480 \times 1.73 \times 0.90 = 66.9 \text{ A} \rightarrow \text{T.310.16} = 4 \text{ AWG THHN (F)}$

4.13. Cálculo de dispositivos de protección

4.13.1. Dispositivos de protección para circuitos ramales en motores

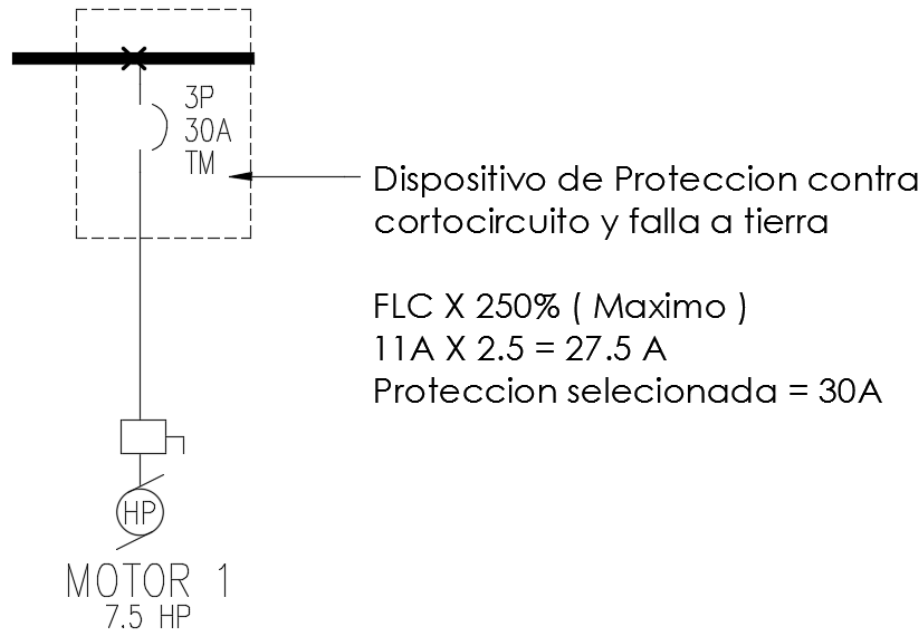
La protección de los circuitos ramales que alimentan motores será por un interruptor de disparo instantáneo contra cortocircuito y falla a tierra. Ha sido seleccionada con base en el artículo 430.52 del NEC 2008, tomando el valor máximo permitido de la tabla y multiplicado por la corriente de plena carga obtenida de las tablas 430.250 del NEC 2008.

Figura 31. Ajuste máximo para dispositivos contra cortocircuito y falla a tierra

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo ¹	Fusible de dos elementos ¹ (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso ²
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de corriente alterna distintos a los de rotor devanado	300	175	800	250
De jaula de ardilla: diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes	300	175	800	250
De diseño B energéticamente eficientes	300	175	1100	250
Síncronos ³	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De corriente continua (tensión constante)	150	150	250	150

Fuente: T.430.22 NEC 2008

Figura 32. Selección de dispositivos de protección termomagnética para motores.



Fuente propia

Tabla 17. Dispositivos de protección en circuitos ramales de motores

Motores Nivel Oficinas TABLERO TIPO ACN				
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.249,250 Nec 2008)	Dispositivo de proteccion de circuitos derivados para motores contra cortocircuito y falla a tierra (Valores comerciales en Amperios)
1	10	480 3φ	14	30

Motores Sotanos 8 al 1 (HVAC) TABLERO TIPO ME				
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.249,250 Nec 2008)	Dispositivo de proteccion de circuitos derivados para motores contra cortocircuito y falla a tierra (Valores comerciales en Amperios)
1	1	480 3φ	2.1	15
3	2	480 3φ	3.4	15

Motores Nivel Cuarto Tecnico (HVAC)				
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.249,250 Nec 2008)	Dispositivo de proteccion de circuitos derivados para motores contra cortocircuito y falla a tierra (Valores comerciales en Amperios)
3	5	480 3φ	7.6	20
7	40	480 3φ	52	90

Motores Nivel Cuarto Tecnico (HVAC)						
Equipo	KW	F.P = Factor de potencia para este caso se asume como 0.90	V = Voltaje de Operación del equipo	(A) Corriente de operación del equipo	MCA (A)	Dispositivo de proteccion de circuitos derivados para motores contra cortocircuito y falla a tierra segun Tabla 430.52 NEC 2008 (Valores comerciales en Amperios)
UGAH-01,02	185	0.9	480 3φ	247.54	309.42	350

Fuente propia

4.13.2. Dispositivos de protección en circuitos ramales de iluminación y cargas de servicio

La protección de los circuitos ramales de tomacorrientes y alumbrado se ha seleccionado según el artículo 215-3 NEC 2008 Protección, en el que se establece que cuando un alimentador suministra energía a cargas continuas o a cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad

nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior a la carga no continua,
más 125% de la carga continua.

4.13.3. Circuitos ramales tableros de tipos GS y GN

Circuito de tipos 1 y 2 Sótanos $\rightarrow 6A \times 1.25 = 7.5A \rightarrow T.240.6 = 20 A$

Circuito de tipo 2 Torre de oficinas $\rightarrow 12.5A \times 1.25 = 15.62 A \rightarrow T.240.6 = 20 A$

Circuito de tipo 3 Torre de oficinas $\rightarrow 4.5A \times 1.25 = 5.62 A \rightarrow T.240.6 = 20 A$

Circuito de tipos 4 y 5 Torre de oficinas $\rightarrow 4.9A \times 1.25 = 6,12 A \rightarrow T.240.6 = 20 A$

4.13.4. Circuitos ramales tableros LS y LN

Según el artículo 210.20 (A) el valor nominal no deber ser menor a la carga no continua más 125% de la carga continua. Se calculó a partir de la corriente demandada.

4.13.5. Propuesta 2 Estacionamientos con iluminación LED tablero de tipo LS

Circuito tipo 1 $\rightarrow 1.51 A \times 1.25 = 1.89 A \rightarrow T.240.6 = 20 A$

Circuito tipo 2 $\rightarrow 3.42 A \times 1.25 = 4.27 A \rightarrow T.240.6 = 20 A$

4.13.6. Iluminación para áreas de servicio torre oficinas tablero tipo de LN

Circuito tipo 1 $\rightarrow 3.88 A \times 1.25 = 4.85 A \rightarrow T.240.6 = 20 A$

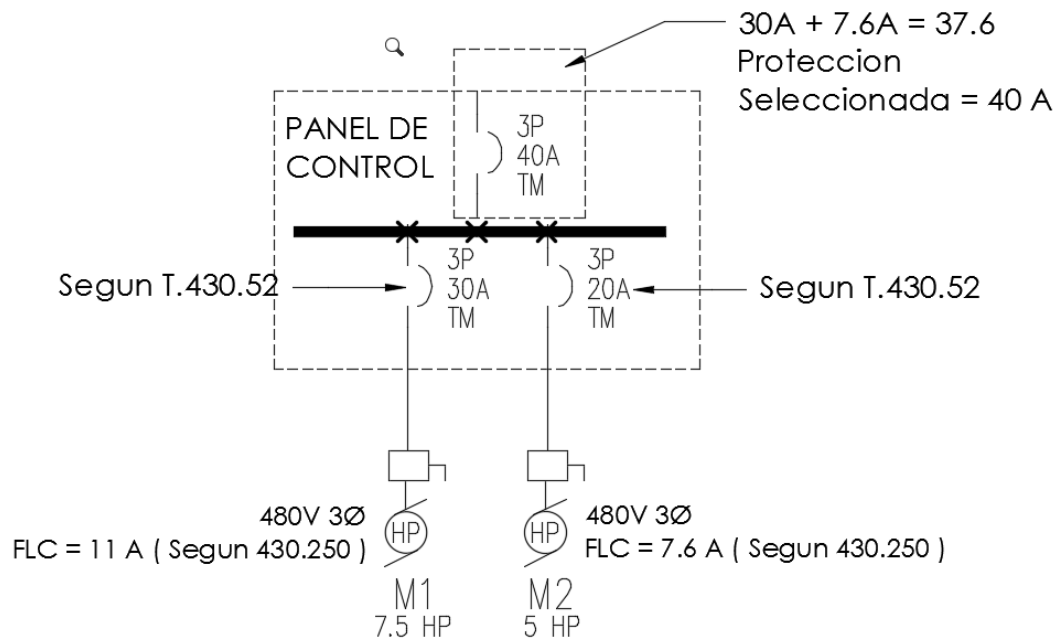
4.13.7. Selección de dispositivos de protección para elevadores

$$\text{Corriente diseño} = 50000 \text{ VA} / 480 \times 1.73 \times 0.90^{58} = 66.9 \text{ A} \rightarrow 240.6 = 70 \text{ A}$$

4.13.8. Cálculo de protecciones para motores en un mismo alimentador

Las protecciones se han seleccionado según el artículo 430.53.C. Se han calculado para que el dispositivo de protección no exceda la suma del dispositivo de mayor valor, más la corriente plena carga del motor más pequeño.

Figura 33. Selección de dispositivos de protección para motores en un mismo alimentador



Fuente propia

⁵⁸ Anexo D ejemplo D10 NEC 2008

4.13.9. Cálculo de protecciones, tablero MCIST

Panel N.º 1 bombeo de achique

2 x 15HP → 1 Operacion → T.430.22 → $21 \text{ A} \times 2.5 = 52.5 \text{ A}$, 240.6 → Dispositivo seleccionado
50 A

Panel N.º 2 Bombeo pluviales

3 x 40HP → 2 operación, 1 respaldo → T.430.22 → $(52 \text{ A} \times 2.0) + 52 \text{ A} = 156 \text{ A}$ → 240.6 = 150 A

Panel N.º 3 Jockey → 1 x 7.5HP → 1 operación → T.430.250 = $11 \text{ A} \times 2.5 = 27.5 \text{ A}$ → 240.6 =
30 A

4.14. Cálculo de conductor de puesta a tierra

La selección de los conductores de puesta a tierra, en equipos y circuitos ramales, se realizó de acuerdo con el artículo 250-122(a) del NEC 2008. Los conductores de tierra deben ser de cobre, de aluminio o de una aleación de cobre, y no deben ser inferiores a lo indicado en la tabla 250-122 y seleccionados con base en el valor del dispositivo de protección.

Para el caso de un circuito ramal de un motor de 7.5 HP con una protección de 30^a, según la tabla el conductor de puesta a tierra será 12 AWG THHN cobre.

Tabla 18. Selección del conductor de puesta a tierra

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Fuente: NEC 200

4.15. Cálculo de carga demandada por equipos y cargas de servicio

4.15.1. Cálculo de la carga instalada en motores

Las cargas de los motores han sido calculadas según sus caballos de fuerza y de acuerdo con la corriente de plena carga tomada de las tablas 430.250 y 430.249 NEC 2008. Estos valores se han multiplicado por el voltaje de operación del equipo, tomando para motores trifásicos el voltaje de línea.

$$C.I = FLC \times V$$

Donde:

- C.I = Carga total instalada (VA)
- V = Voltaje de operación del equipo (V). En caso de ser circuitos trifásicos se deberá calcular con el voltaje de línea.

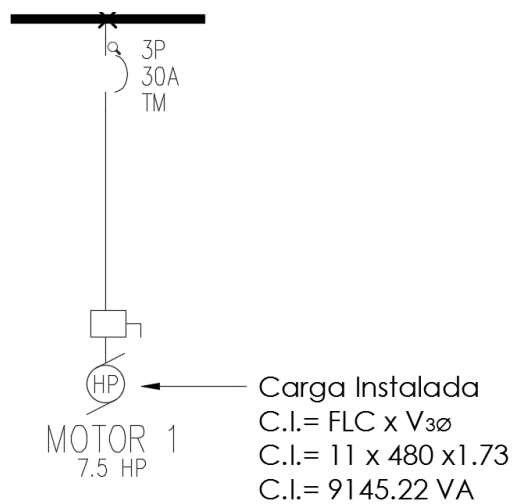
Para el cálculo en circuitos trifásicos se utilizó el voltaje de línea que se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{Voltaje de línea} = V_F * \sqrt{3}$$

Donde:

- VF = voltaje de fase (V)
- VL = voltaje de línea (V)

Figura 34. Carga instalada en motores



Fuente propia

Tabla 19. Carga instalada en circuitos ranales de motores

Motores Sotanos 8 al 1 (HVAC) TABLERO ME					
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.248,249,250,251 Nec 2008)	Carga Total Instalada (VA) C.I = V*FLC	Carga Instada por fase fase (VA)
1	1	480 3φ	2.1	1746	582
3	2	480 3φ	3.4	2827	942

Motores Nivel Cuarto Tecnico (HVAC) TABLERO AC1					
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.248,249,250,251 Nec 2008)	Carga Total Instalada (VA) C.I = V*FLC	Carga Instada por fase fase (VA)
3	5	480 3φ	7.6	6319	2106
7	40	480 3φ	52	43232	14411

Motores Nivel Tipo Oficinas (HVAC) TABLERO TIPO AC					
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.248,249,250,251 Nec 2008)	Carga Total Instalada (VA) C.I = V*FLC	Carga Instada por fase fase (VA)
3	10	480 3φ	14	11639	3880

Motores Nivel Cuarto Tecnico (HVAC) TABLERO AC1						
Equipo	KW	F.P = Factor de potencia para este caso se asume como 0.90	V = Voltaje de Operacion del equipo	(FLC) Corriente de operacion del equipo (A)	Carga Total Instalada (VA) C.I = V*FLC	Carga Instada por fase fase (VA)
UGAH-01,02	185	0.9	480 3φ	247.54	205799	68600

4.15.2. Cálculo de carga instalada en equipos con panel de control y fuerza tablero MCIST

Los sistemas de bombeo con motores en respaldo se toman únicamente para los equipos en operación.

- 3 motores = 2 en operación y 1 como respaldo

- 2 motores = 1 en operación y 1 como respaldo.

Para determinar la carga instalada en los equipos controlados por paneles de control, como los hidrosanitarios, se ha tomado del valor de la corriente demandada, sumando las cargas de los equipos en operación y sin tomar en cuenta la carga aportada por los equipos en reserva.

$$C.I. = V \times MCA$$

Donde:

- V= Voltaje de operación del equipo. En caso de ser trifásicos multiplicar por raíz de tres (V)
- MCA= Ampacidad mínima del circuito (A) según el artículo 430.24

Tabla 20. Carga instalada en equipos de bombeo tablero MCIST

Motores Nivel Cisternas (Hidrosanitario)						
Motor	HP	Voltaje (V)	FLC (A) (Segun T.430.248,2 49,250,251 Nec 2008)	MCA (A) Según Articulo 430.24	Carga Total Instalada (VA) C.I = V*FLC	Carga Instada por fase fase (VA)
Jockey	7.5	480 3φ	11	13,75	11426	3809
Achique	2x15	480 3φ	21	26,25	21814	7271
Triplex Pluviales	3x40	480 3φ	52	117,00	97227	32409
Potable	2x5	480 3φ	7,6	9,50	7895	2632
Potable	2x2	480 3φ	3,4	4,25	3532	1177

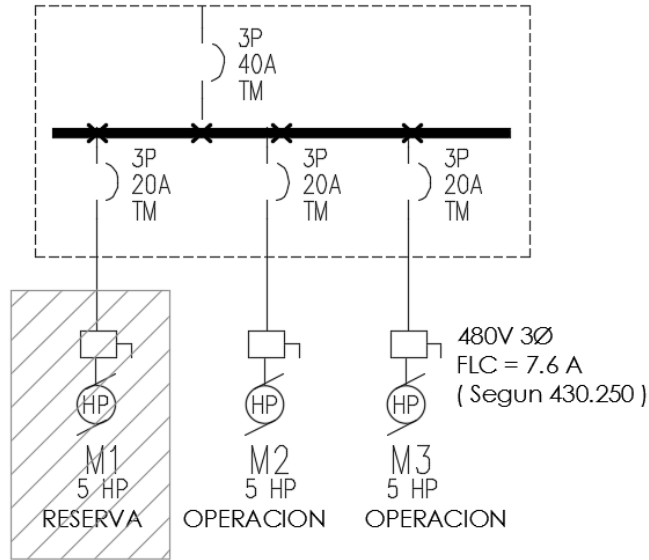
Fuente propia

Figura 35. Cálculo de carga instalada para equipos de bombeo cisternas

$$C.I = (M1 + M2 + M3) \times (480 \times 1.73)$$

$$C.I. = (0A + 7.6A + 7.6A) \times (480 \times 1.73)$$

$$C.I. = 12637.04 \text{ VA}$$



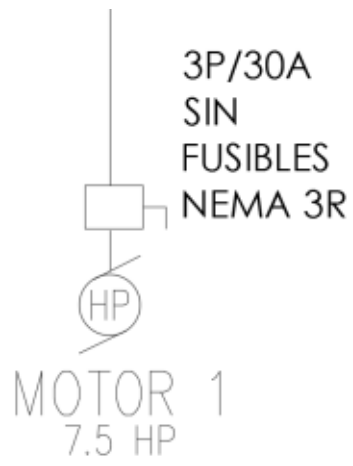
Fuente Propia

4.15.3. Medios de desconexión

Todos los motores se han provisto de un medio de desconexión al pie de los equipos, según lo indicado en el artículo 430.101 del Código Eléctrico. El dispositivo fue seleccionado con base en los siguientes parámetros:

- Clasificación del ambiente de trabajo según NEMA.
- Número de polos
- Corriente del circuito.
- Voltaje de operación del equipo.
- Con fusibles o sin fusibles.

Figura 36. Medios para desconexión



Fuente propia

Tabla 21. Selección de interruptor de seguridad

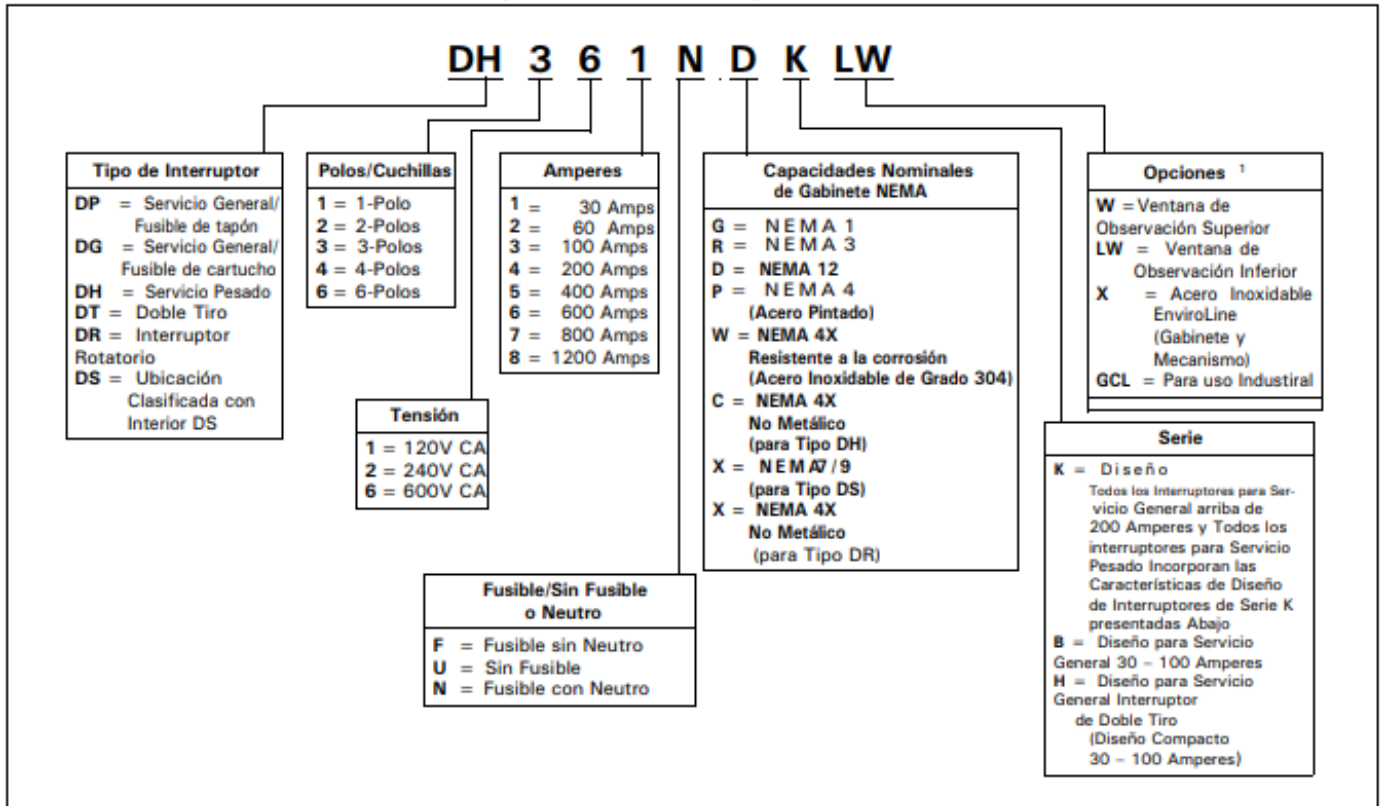


Tabla de selección tomada del catálogo de productos EATON Interruptores de seguridad. Enero 2005

Tabla 22. Interruptores de seguridad

MOTOR (HP)	VOLTAJE (V)	# de polos	Amperios	Fusibles	Clasificación NEMA	Modelo
1	480 3ø	3	30	NO	NEMA 1	DG361UDGCL
2	480 3ø	3	30	NO	NEMA1	DG361UDGCL
7,5	480 3ø	3	30	NO	NEMA 1	DG361UDGCL
10	480 3ø	3	60	NO	NEMA 1	DG362UDGCL
20	480 3ø	3	60	NO	NEMA 1	DG362UDGCL
25	480 3ø	3	100	NO	NEMA 1	DG363UDGCL
40	480 3ø	3	200	NO	NEMA 1	DG364UDGCL

Fuente propia

4.15.4. Cálculo de caída de tensión en circuitos ramales y alimentadores

Se ha realizado con base en el artículo 210.19 (A) (1). La nota 4 menciona que los circuitos ramales no deberán superar una caída de tensión de 3%. Así mismo, la caída máxima de tensión permitida entre circuito ramal y alimentador no deberá superar 5%

El método de cálculo consiste en la aplicación de la ley de OHM, utilizando la resistencia que supone la distancia en el paso de la corriente por el conductor, y sumando la reactancia y resistencia del conductor obtenido de la tabla 9 del NEC 2008. Esto tomando un factor de potencia de 0,90 basado en la tabla 9, para valores de XL y R de Conduit de acero (EMT)

4.15.5. Cálculo de caída de tensión en circuitos trifásicos

$$Caída\ de\ Tension = \sqrt{3} * (IR\cos\theta + IX\sen\theta) * L$$

Donde:

- I= Corriente que fluye en los conductores (A)
- L = Distancia de la fuente a la carga (Km)
- X = Reactancia en corriente alterna según la tabla 9 NEC 2008 (Ohm / Km)
- R = Resistencia en los conductores (Ohm / km)
- Θ = Ángulo de factor de potencia.

Para determinar Θ se asumió un factor de potencia de 0,90, por lo que el cálculo del ángulo está determinado por:

$$\text{Cos}\Theta = 0.90$$

$$\Theta = \text{cos}^{-1} (0.90)$$

$$\Theta = 25.84$$

4.15.6. Cálculo de caídas de tensión en circuitos monofásicos

$$2 * (IR\text{Cos}\Theta + IX\text{sen}\Theta) * L$$

Donde:

- I= Corriente que fluye en los conductores (A)
- L = Distancia de la fuente a la carga (Km)
- X = Reactancia en corriente alterna según la tabla 9 NEC 2008 (Ohm / Km)
- R = Resistencia en los conductores (Ohm / km)
- Θ = Ángulo de factor de potencia.

Luego de obtener la caída de voltaje en el circuito se obtuvo el porcentaje de caída.

$$\%C.T = \frac{100 * CT}{V}$$

Ejemplo de aplicación

Para el caso de un motor de corriente alterna de 1.0 HP.

- $I = 2.1A$
- $L = 15m$
- $X = 0.223 \text{ Ohms/Km}$
- $R = 6.6 \text{ Ohms/Km}$
- $\Theta = 25,84$

Para obtener la caída de tensión desde la fuente al pie del equipo.

$$C.T = \sqrt{3} * \left(2.1A * \frac{6.6ohms}{Km} * \cos 25.84 \right) + \left(2.1A * \frac{0.223ohms}{Km} * \text{sen}25.84 \right) * 0.015Km$$

$$C.T. = 0.32 \text{ V}$$

Para obtener el porcentaje de caída de tensión

$$\%C.T = \frac{100 * 0.32}{480}$$

$$\%C.T. = 0.06 \%$$

Tabla 23 Caídas de tensión, tablero tip GN

CAIDAS DE TENSION EN TABLERO TIPO GN										
Circuito #	Voltaje (V)	I = Corriente en los conductores (A)	Conductores portadores de corriente	Material del conductor	Canalizacion	R = Resistencia en los conductores segun tabla 9 NEC 2008 (Ohms)	X = Reactancia Según tabla 9 NEC 2008 (Ohms / Km)	L = Distancia de la fuente a la carga (m)	$2 * (IR\cos\theta + XI\sen\theta) * L = 1\phi$ Caída Circuitos Trifasicos $1.73 * (IR\cos\theta + XI\sen\theta) * L = 3\phi$ C.T. = Caída de Tension (V)	% Caída de Tension
1	120 1ø	12,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	15	2,26	1,89
2	120 1ø	12,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	12	1,81	1,51
3	120 1ø	12,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	11	1,66	1,38
4	120 1ø	4,9	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	15	0,89	0,74
5	120 1ø	4,9	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	20	1,18	0,99
6	120 1ø	4,9	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	20	1,18	0,99
7	120 1ø	4,9	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	20	1,18	0,99
8	120 1ø	4,9	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	20	1,18	0,99
9	120 1ø	12,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	11	1,66	1,38
10	120 1ø	4,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	25	1,36	1,13
11	120 1ø	4,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	25	1,36	1,13
12	120 1ø	4,9	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	25	1,48	1,23
13	120 1ø	4,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	14	0,76	0,63
14	120 1ø	4,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	14	0,76	0,63
15	120 1ø	4,9	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	14	0,83	0,69
16	120 1ø	12,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	12	1,81	1,51
17	120 1ø	4,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	15	0,82	0,68
18	120 1ø	4,5	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	13	0,71	0,59

Fuente propia

Tabla 24. Caídas de tensión, tablero tipo GS

CAIDAS DE TENSION EN TABLERO TIPO GS										
Circuito #	Voltaje (V)	I = Corriente en los conductores (A)	Conductores portadores de corriente	Material del conductor	Canalizacion	R = Resistencia en los conductores segun tabla 9 NEC 2008 (Ohms)	X = Reactancia Según tabla 9 NEC 2008 (Ohms / Km)	L = Distancia de la fuente a la carga (m)	$2 * (IR\cos\theta + XI\sen\theta) * L = 1\phi$ Caída Circuitos Trifasicos $1.73 * (IR\cos\theta + XI\sen\theta) * L = 3\phi$ C.T. = Caída de Tension (V)	% Caída de Tension
1	120 1ø	9,06	10 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	3,9	0,207	15	0,85	0,10
2	120 1ø	6	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	43	3,12	2,60
3	120 1ø	15,6	10 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	3,9	0,207	30	3,37	2,81
4	120 1ø	6	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	43	3,12	2,60
5	120 1ø	6	10 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	3,9	0,207	90	3,89	3,24
6	120 1ø	6	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	43	3,12	2,60
7	120 1ø	6	10 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	3,9	0,207	90	3,89	3,24
8	120 1ø	6	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	43	3,12	2,60
	120 1ø	0	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	3,9	0,207	0	0,00	0,00
	120 1ø	0	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	0	0,00	0,00

Fuente propia

Tabla 25. Caídas de tensión en tablero LS

CAIDAS DE TENSION EN TABLERO TIPO LS										
Circuito #	Voltaje (V)	I = Corriente en los conductores (A)	Conductores portadores de corriente	Material del conductor	Canalización	R = Resistencia en los conductores segun tabla 9 NEC 2008 (Ohms)	X = Reactancia Según tabla 9 NEC 2008 (Ohms / Km)	L = Distancia de la fuente a la carga (m)	$2 * (IR\cos\Theta + XI\sen\Theta) * L = 1\phi$ Caída Circuitos Trifasicos $1.73 * (IR\cos\Theta + XI\sen\Theta) * L = 3\phi$ C.T. = Caída de Tension (V)	% Caída de Tension
1	277 1ø	1,52	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	120	2,20	0,80
2	277 1ø	3,45	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	130	5,42	1,96
3	277 1ø	1,52	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	125	2,29	0,83
4	277 1ø	3,25	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	122	4,79	1,73
5	277 1ø	1,53	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	134	2,48	0,89
6	277 1ø	3,25	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	127	4,98	1,80
7	277 1ø	1,52	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	135	2,48	0,89
8	277 1ø	3,25	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	127	4,98	1,80

Fuente propia

Tabla 26. Caídas de tensión en tablero ME

CAIDAS DE TENSION EN TABLERO TIPO ME											
Circuito #	Voltaje (V)	I = Corriente en los conductores (A)	Conductores portadores de corriente	Material del conductor	Canalización	R = Resistencia en los conductores segun tabla 9 NEC 2008 (Ohms)	X = Reactancia Según tabla 9 NEC 2008 (Ohms / Km)	L = Distancia de la fuente a la carga (m)	$2 * (IR\cos\Theta + XI\sen\Theta) * L = 1\phi$ Caída Circuitos Trifasicos $1.73 * (IR\cos\Theta + XI\sen\Theta) * L = 3\phi$ C.T. = Caída de Tension (V)	% Caída de Tension	
TIPO 3	1,3,5	480 3ø	3,4	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	70	2,49	0,30
TIPO 4	2,4,6	480 3ø	3,4	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	70	2,49	0,30
TIPO 5	7,9,11	480 3ø	3,4	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	50	1,78	0,21
TIPO 6	8,10,12	480 3ø	3,4	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	50	1,78	0,21
TIPO 7	13,15,17	480 3ø	2,1	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	6	0,13	0,02
TIPO 8	14,16,18	480 3ø	2,1	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	6	0,13	0,02
TIPO 9	19,21,23	480 3ø	2,1	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	30	0,66	0,08
TIPO 10	20,22,24	480 3ø	2,1	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	30	0,66	0,08
TIPO 11	25,27,29	480 3ø	3,4	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	28	0,99	0,12
TIPO 12	26,28,30	480 3ø	3,4	12 AWG THHN (F)	Cobre	EMT	6,6	0,223	55	1,95	0,23

Fuente propia

4.15.7. Selección de tuberías

El NEC establece el llenado de las tuberías como un porcentaje máximo en el que la sumatoria de las áreas exteriores de los conductores no debe sobrepasar este valor, tomando en cuenta el conductor de puesta a tierra.

La cantidad de conductores seleccionada se basa en el artículo 352.22 para tuberías PVC y 358.22 para tuberías EMT en que se limita el llenado a la tabla 1 del capítulo 9. El cálculo se realizó tomando las áreas de la T.5 para conductores THHN, y para las tuberías la tabla T.4 para Conduit EMT.

Tabla 27. Porcentaje de llenado en tuberías

Número de conductores	Todos los tipos de conductores
1	53
2	31
Más de 2	40

Fuente NEC 2008

Ejemplo de aplicación:

8 conductores THHN → T.5 Area 8 AWG THHN = 23.61 mm²

8 x 23.61mm² = 188.88mm² → Área total

Tubería EMT → Para un área de 188.88mm² a 40% → Según T.4 = Tubería seleccionada EMT 1”

4.16. Diagrama unifilar

4.16.1. Carga instalada y carga demandada

Iluminación. Se toman los valores de demanda expuestos en la tabla 220.42, por lo que todas las cargas de los tableros se han calculado a 100% de carga instalada.

Tomacorrientes. Se han calculado de acuerdo con la tabla 220.44 en que los primeros 10VA a 100% y el restante a 50%.

Motores. El artículo 220.50 hace referencia a los artículos 430.24, 25,26, con los que se ha calculado su corriente demandada; por lo que tanto la carga instalada y la demandada como la sumatoria de los tableros típicos de motores asumen un factor de demanda de 100%

4.16.2. Conductores portadores de corriente en tableros principales

Para los alimentadores de equipos protegidos por interruptores aprobados para 80% de su capacidad nominal se multiplicó su corriente por 125% de su valor. Esta corriente fue la utilizada para seleccionar el calibre, de acuerdo con la ampacidad máxima en las tablas 310.16 del NEC

Para la selección de los calibres de alimentadores de equipos protegidos por interruptores aprobados para el 100% de su capacidad nominal se tomó el valor de la corriente demandada, y se ha seleccionado el calibre con una ampacidad de acuerdo con la tabla 310.16 NEC 2008. Para casos de tableros principales se procuró que el alimentador fuera una configuración con conductores en paralelo. La corriente resultante se dividió entre la cantidad de conductores en paralelo utilizados.

4.16.3. Dispositivos de protección

Para los interruptores automáticos se han seleccionado del tipo termomagnéticos por su diseño para las protecciones de corrientes de sobrecarga, y sus elementos magnéticos de censado para la protección de corrientes de corto circuito. Se ha calculado la capacidad nominal del dispositivo de protección para que no sea inferior a la carga no continua, más 125% de la carga continua; esto según el artículo 215.3 NEC 2008

4.16.4. Tableros para distribución de iluminación

4.16.4.1. Tableros de tipo LN

Este tablero alimenta circuitos de iluminación de las áreas de servicios generales de la torre de oficinas. El proyecto cuenta con dos tableros de distribución para la iluminación en el nivel 4 para niveles del 1 al 7 y otro en el nivel 10 para distribución de los niveles 8 al 14. Los circuitos operan a un voltaje de 277V

Tabla 28. Tablero típico LN

CARGA (Volt-Amperes)		DESCRIPCION		Cable Cable (AWG)		# Tub (mm)		Interruptor		% Carga por Fase (VOLT-Amperes)		% Carga por Fase (VOLT-Amperes)		DESCRIPCION		Carga (Volt-Amperes)		Circuito Posición BARRAS		
TOTAL	L1	TOTAL	L2	TOTAL	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	TOTAL	L1	TOTAL	L2	TOTAL	L3
3228		ILUMINACION TIPO 1 N1		12	12	12	13	1	15	TM	X	2152								
2152		ILUMINACION TIPO 1 N3		12	12	12	13	1	15	TM	X		2152							
2152		ILUMINACION TIPO 1 N5		12	12	12	13	1	15	TM	X			2152						
1.00		ILUMINACION TIPO 1 N7		12	12	12	13	1	15	TM	X	1076								
0																				
0																				
0																				
0																				
0																				
0																				
0																				
0																				

Fuente propia

Voltaje = 277/480V, 3 ϕ

C.I = 7532 VA \rightarrow F.U = 1.0 \rightarrow C.D = 7532

Corriente = 7532 VA / 480 x 1.73 = 9.06 A.

Alimentadores. Según 210.19 A (1), ampacidad a 60 ° T.310.16 NEC \rightarrow 4 - 10 AWG THHN (F,N)

Dispositivo de proteccion principal según 210.20 (A) NEC \rightarrow 30 A

Conductor de puesta a tierra según 250.122 NEC \rightarrow 1 - 10 AWG (T)

Canalizacion según tabla 1 capítulo 9 NEC \rightarrow 1 EMT 3/4 “

Caída de tensión \rightarrow LN4 / 35 metros = 0.25% \rightarrow LN10 / 18 metros = 0,12 %

4.16.4.2. Tablero de tipo LS

Este tablero típico alimenta los circuitos ramales de iluminación de estacionamientos. Existen dos tableros en el proyecto, el LS3 para los niveles S1, 2, 3,4 y el LS7 para los niveles S8, 7, 6,5. Los circuitos ramales se alimentan a un voltaje de 277V.

Tabla 29. Tablero de tipo LS

TABLERO: LS7,LS3				NOTAS: TABLERO TIPO LUMINACION SOTANDS (PROPUESTA LED)				CARGA (Volt-Amper)																
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/30/TM (Polos/A/Tipo)	TENSION: 277 / 480	ALIMENTADOR: 4# 10 THHN (F,N)	1# 10 THHN(T), PVC 25mm#	TOTAL L1	2736	TOTAL L2	1368															
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 100	FASES/HILOS: 3/4	BARRAS: COBRE	CARGA TOTAL (AMPS): 6.58	TOTAL L3	1368	FACTOR DE USO F.U	1.00															
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10KA (KA):	FACTOR DE POTENCIA: 0.90	BARRA DE TIERRA: INCLUR	DISTANCIA (M):	PREVISTA F.U=1	0	TOTAL INSTALADO	5472															
TIPO DE RAMAL:	ATORNILLAR	NUMERO DE CIRCUITOS: 18	SPD (KA) 80KA	BARRA DE NEUTRO: 100%	CAIDA DE VOLTAJE (%):	TOTAL DEMANDADO	5472	PROPIEDAD INTELECTUAL DE CIRQUITO S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL. COBCE-0085 V.2.1																
ABREVIATURAS TIPOS DE BREAKER: (TM)TERMOGNAGNETICO, (GPO)FALLA A TIERRA, (AFC)FALLA DE ARCO (EM)INTERRUPTOR NOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION, (ENEC)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE LUMINACION CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.																								
Grupo Posibles Baras	Carga (Volt-Amper)	DESCRIPCION	Cable Cable (AWG)			# Tub (mm)	Interruptor Polos-Amp-Tipo	% Cables Velocidad	Carga por Fase (Volt-Amper) Phase Per Baras de Circuitos			# Cables Velocidad	Interruptor Polos-Amp-Tipo	φ Tub (mm)	Cable Cable (AWG)			DESCRIPCION	Carga (Volt-Amper)	Circuitos Posibles Baras				
			Fase - Neutro - Tierra	L1	L2				L3	Fase - Neutro - Tierra														
1	420	ILUMINACION TIPO 1 S8	12	12	12	13	1	15	TM	X	1368			X	1	15	TM	13	12	12	12	ILUMINACION TIPO 2 S8	948	2
3	420	ILUMINACION TIPO 1 S7	12	12	12	13	1	15	TM	X		1368		X	1	15	TM	13	12	12	12	ILUMINACION TIPO 2 S7	948	4
5	420	ILUMINACION TIPO 1 S6	12	12	12	13	1	15	TM	X			1368	X	1	15	TM	13	12	12	12	ILUMINACION TIPO 2 S6	948	6
7	420	ILUMINACION TIPO 1 S5	12	12	12	13	1	15	TM	X	1368			X	1	15	TM	13	12	12	12	ILUMINACION TIPO 2 S5	948	8
9	0																						0	10
11	00																						0	12
13	0										0												0	14
15	0																						0	16
17	0																						0	18

Fuente propia

Voltaje = 277/480V 3φ

C.I = 5472 VA → F.U = 1.0 → C.D = 5472

Corriente = 5472 VA / 480 x 1.73 = 6.58 A

Alimentadores. Según 210.19 A (1), ampacidad a 60° T.310.16 NEC → 4 - 10 AWG THHN (F,N)

Dispositivo de proteccion principal según 210.20 (A) NEC → 30 A

Conductor de puesta a tierra según 250.122 NEC → 1 – 10 AWG (T)

Canalización según la tabla 1 capítulo 9 NEC → 1 EMT 3/4 “

Caída de tensión → LS7 / 30 metros = 0.20% → LS3 / 15 metros = 0.10 %

4.16.5. Tableros para distribución de tomacorrientes y cargas de servicio

4.16.5.1. Tablero de tipo GS

Este tablero es el modelo o tipo para los tomacorrientes y cargas de servicio de los estacionamientos. Existen dos uno LS3 para niveles del sótano 1 al 4 y otro LS7 para niveles del S5 al 8. Estos tableros se alimentan de un voltaje de 120/208 mediante un transformador de tipo seco de 15KVA, con un voltaje primario a 480V y en el secundario 120/208V.

Tabla 30. Tablero de tipo GS

TABLERO: GS7,GS3		NOTAS: TABLERO TIPO TOMACORRIENTES SOTANOS										CARGA (Watt-Amp)				
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/30/TM (Polos/A/Tipo)	TENSION:	120 / 208	ALIMENTADOR:	4# 10 THHN (F,N) 1# 10 THHN(T), PVC 25mm#	TOTAL L1					2880				
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 100	FASES/HILOS:	3/4	BARRAS:	COBRE	TOTAL L2					1440				
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10KA (KA):	FACTOR DE POTENCIA:	0.90	BARRA DE TIERRA:	INCLUR	TOTAL L3					1440				
TIPO DE RAMAL:	ATORNILLAR	NUMERO DE CIRCUITOS: 18	SPD (KA) BOKA		BARRA DE NEUTRO:	100%	FACTOR DE USO F.U					1.00				
							CARGA TOTAL (AMPS):					15.99				
							DISTANCIA (M):					-				
							CAIDA DE VOLTAJE (%):					-				
							PREVISTA F.U=1					0				
							TOTAL INSTALADO					5760				
							TOTAL DEMANDADO					5760				
ABREVIATURAS TIPOS DE BREAKER: (TM)TIERNO MAGNETICO, (GFD)FALLA A TIERRA, (AFD)FALLA DE ARCO (EM)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION, (EME)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE LUMINACION CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.																
Circuito Posibles Barres	Carga (Volt-Amp)	DESCRIPCION	Cable Cable (AWG)			# Tub (mm)	Interruptor	% Critico Voltaje	Carga por Fase (Volt-Amp) Demand por Fase de los Circuitos	% Critico Voltaje	Interruptor	# Tub (mm)	Cable Cable (AWG)	DESCRIPCION	Carga (Volt-Amp)	Circuito Posibles Barres
			Fase - Neutro - Tierra			Polos-Amp-Tipo		L1				Fase - Neutro - Tierra				
1	720	TOMAS TIPO 2 GENERALES S8	12 12 12	13	1	15 TM	3.24	1440			2.60	1 15 TM	13 12 12 12	TOMAS TIPO 1 GENERALES S8	720	2
3	720	TOMAS TIPO 2 GENERALES S7	12 12 12	13	1	15 TM	3.24		1440		2.80	1 15 TM	13 12 12 12	TOMAS TIPO 1 GENERALES S7	720	4
5	720	TOMAS TIPO 2 GENERALES S6	12 12 12	13	1	15 TM	3.24			1440	2.60	1 15 TM	13 12 12 12	TOMAS TIPO 1 GENERALES S6	720	6
7	720	TOMAS TIPO 2 GENERALES S5	12 12 12	13	1	15 TM	3.24	1440			2.80	1 15 TM	13 12 12 12	TOMAS TIPO 1 GENERALES S5	720	8
9	0														0	10
11	0														0	12
13	0							0							0	14
15	0														0	16
17	0														0	18

Fuente propia

$$\text{Voltaje} = 120/208V \quad 3\phi$$

$$C.I = 5760 \text{ VA} \rightarrow F.U = 1.0 \rightarrow C.D = 5760$$

$$\text{Corriente} = 5760 \text{ VA} / 208 \times 1.73 = 16.0 \text{ A}$$

Alimentadores. Según 210.19 A (1), ampacidad a 60 ° T.310.16 NEC → 4 - 10 AWG THHN (F,N)

Dispositivo de proteccion principal según 210.20 (A) NEC → 30 A

Conductor de puesta a tierra según 250.122 NEC → 1 – 10 AWG (T)

Canalización según la tabla 1 capítulo 9 NEC → 1 EMT 3/4 “

Caída de tensión → GS7 / 30 metros = 2.88% → GS3 / 15 metros = 1,44%

4.16.5.2. Tablero de tipo GN

Este tablero es el modelo tipo para los tomacorrientes y cargas de servicio de los niveles de oficinas, únicamente para áreas de servicios o comunes. Existen tres uno GN3 para niveles del sótano 1 al 5 y otro GN8 para niveles del 6 al 8, y el último GN12 para niveles 9 al 14. Estos tableros se alimentan de un voltaje de 120/208 mediante un transformador de tipo seco de 15KVA, con un voltaje primario a 480V y en el secundario a 120/208V.

Tabla 31. Tablero de tipo GN

TABLERO: <i>GN3,8,12</i>		NOTAS: TABLERO TIPO TOMACORRIENTES NIVELES OFICINAS						CARGA (Vol-Amper)						
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/50/TM (Poles/A/Tipo)	TENSION:	127 / 208	ALIMENTADOR:	4# 6 THHN (F.N) 1# 10 THHN(T), PVC 25mmø	TOTAL L1	6432						
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 100	FASES/HILOS:	3/4	BARRAS:	COBRE	TOTAL L2	4392						
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10KA (KA):	FACTOR DE POTENCIA:	0,90	BARRA DE TIERRA:	INCLUR	TOTAL L3	5256						
TIPO DE RAMAL:	ATORNILLAR	NÚMERO DE CIRCUITOS: 18	SPD (KA) 80KA	BARRA DE NEUTRO:	100%	CAIDA DE VOLTAJE (%):	FACTOR DE USO F.U	0,81						
ABREVIATURAS TIPOS DE BREAKER: (TM)TERMOAGNÉTICO, (GF)FALLA A TIERRA, (AF)FALLA DE ARCO (EM)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACIÓN, (EME)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE LUMINACIÓN CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.							PREMIA F.U=1	0						
							TOTAL INSTALADO	16080						
							TOTAL DEMANDADO	13025						
Grupo Puesta Barro	Carga (Vol-Amper)	DESCRIPCION	Cable Cable (AWG) Fase - Neutro - Tierra	# Tub (mm)	Interruptor Poles-Amp-Tipo	# Cables Voltaje	Carga por Fase (Vol-Amper) Fase 1 Fase 2 Fase 3	# Cables Voltaje	Interruptor Poles-Amp-Tipo	φ Tub (mm)	Cable Cable (AWG) Fase - Neutro - Tierra	DESCRIPCION	Carga (Vol-Amper)	Cables Puestas Barro
1	1500	TOMAS TIPO 2 NIVEL 1	12 12 12 13	1 15 TM	2040				1 15 TM	13	12 12 12	TOMAS TIPO 3 NIVEL 1	540	2
3	588	TOMAS TIPO 4 NIVEL 1	12 12 12 13	1 15 TM		1176			1 15 TM	13	12 12 12	TOMAS TIPO 5 NIVEL 1	588	4
5	1500	TOMAS TIPO 2 NIVEL 2	12 12 12 13	1 15 TM			2040		1 15 TM	13	12 12 12	TOMAS TIPO 3 NIVEL 2	540	6
7	588	TOMAS TIPO 4 NIVEL 2	12 12 12 13	1 15 TM	1176				1 15 TM	13	12 12 12	TOMAS TIPO 5 NIVEL 2	588	8
9	1500	TOMAS TIPO 2 NIVEL 3	12 12 12 13	1 15 TM		2040			1 15 TM	13	12 12 12	TOMAS TIPO 3 NIVEL 3	540	10
11	588	TOMAS TIPO 4 NIVEL 3	12 12 12 13	1 15 TM		1176			1 15 TM	13	12 12 12	TOMAS TIPO 5 NIVEL 3	588	12
13	1500	TOMAS TIPO 2 NIVEL 4	12 12 12 13	1 15 TM	2040				1 15 TM	13	12 12 12	TOMAS TIPO 3 NIVEL 4	540	14
15	588	TOMAS TIPO 4 NIVEL 4	12 12 12 13	1 15 TM		1176			1 15 TM	13	12 12 12	TOMAS TIPO 5 NIVEL 4	588	16
17	1500	TOMAS TIPO 2 NIVEL 5	12 12 12 13	1 15 TM			2040		1 15 TM	13	12 12 12	TOMAS TIPO 3 NIVEL 5	540	18

Fuente propia

Voltaje = 120/208V 3φ

C.I = 16080 VA → F.U = 0.81 → C.D = 13025

Corriente = 13025 VA / 208 x 1.73 = 36.15 A

Alimentadores. Según 210.19 A (1), ampacidad a 60 ° T.310.16 NEC → 6- 10 AWG THHN (F,N)

Dispositivo de proteccion principal según 210.20 (A) NEC → 50 A

Conductor de puesta a tierra según 250.122 NEC → 1 – 10 AWG (T)

Canalizacion según la tabla 1 capítulo 9 NEC → 1 EMT 1“

Caída de tensión → GN37 / 18 metros = 1,68% → GN8 / 22 metros = 2,06%

→ GN12 / 30 metros = 2,81 %

4.16.6. Equipos especiales HVAC / Hidrosanitario

4.16.7. Tablero del tipo ME

Es el tablero tipo para circuitos ramales de equipos de HVAC de los estacionamientos. En el proyecto existen ocho tableros de este tipo distribuidos en cada nivel de los estacionamientos.

Tabla 32. Tablero de tipo ME

TABLERO: <i>MES8,7,6,5,4,3,2,1</i>			NOTAS: TABLERO TIPO PARA EQUIPOS HVAC SOTANOS										CARGA (Volt-Amps)					
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/40/TM (Poles/A/Tipo)	TENSION:	277 / 480	ALIMENTADOR:	4# 8 THHN (F,N) 1# 10 THHN(T), PVC 25mm#						TOTAL L1	8337					
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 125	FASES/HILOS:	3/4	BARRAS:	COBRE	CARGA TOTAL (AMPS):	29						TOTAL L2	7976			
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10 KA (KA):	FACTOR DE POTENCIA:	0.90	BARRA DE TIERRA:	INCLUR	DISTANCIA (M):							TOTAL L3	8006			
TIPO DE RAMAL:	ATORNILLAR	NUMERO DE CIRCUITOS: 42	SPD (KA)	80 KA	BARRA DE NEUTRO:	100%	CAIDA DE VOLTAJE (%):							FACTOR DE USO F.U	1.00			
ABREVIATURAS TIPOS DE BREAKER: (TM)TERMO-MAGNETICO, (GFI)FALLA A TIERRA, (AFI)FALLA DE ARCO (EM)INTERRUPTOR NOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION, (ENI)INTERRUPTOR NOTORIZADO CONTROL DE LUMINACION CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.										PREVISION FU=1					TOTAL INSTALADO	24319		
										TOTAL DEMANDADO					24319	PROPIEDAD INTELECTUAL DE CIRQUITO S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL. COBRE-DIBIENES 12.1		
Grupo Puestas Barres	Carga (Volt-Amps)	DESCRIPCION	Cable Cable (AWG)		# Tub (mm)	Interruptor	# Cables	Carga por Fase (Volt-Amps)			# Cables	Interruptor	# Tub (mm)	Cable Cable (AWG)		DESCRIPCION	Carga (Volt-Amps)	Grupo Puestas Barres
Fase - Neutro - Tierra						Poles-Amp-Tipo	L1	L2	L3	Voltaje	Poles-Amp-Tipo		Fase - Neutro - Tierra					
1,3,5	942	VI-1	12	- 12	13	3 15 TM	0.30	1884		0.30	3 15 TM	13	12	- 12	VI-2	942	2,4,6	
	942	TIPO 3 - 2HP	12	/	/	/		1884			/	/	12	/	TIPO 4 - 2HP	942	/	
	942	/	12	/	/	/				1884	/	/	12	/	/	942	/	
7,9,11	942	VI-3	12	- 12	13	3 15 TM	0.21	1884		0.21	3 15 TM	13	12	- 12	VI-4	942	8,10,12	
	942	TIPO 5 - 2HP	12	/	/	/		1884			/	/	12	/	TIPO 6 - 2HP	942	/	
	972	/	12	/	/	/				1914	/	/	12	/	/	942	/	
13,15,17	581	VE-1	12	- 12	13	3 15 TM	0.13	1523		0.13	3 15 TM	13	12	- 12	VE-2	942	14,16,18	
	581	TIPO 7 - 1HP	12	/	/	/		1162			/	/	12	/	TIPO 8 - 1HP	581	/	
	581	/	12	/	/	/				1162	/	/	12	/	/	581	/	

Voltaje = 277/480V 3 ϕ

C.I = 24319 VA \rightarrow F.U = 1.0 \rightarrow C.D = 24319 VA

Corriente = 24319 VA / 480 x 1.73 = 29.25 A

Alimentadores. Según 430.24, ampacidad a 60 ° T.310.16 NEC \rightarrow 4 – 8 AWG THHN (F,N)

Dispositivo de proteccion principal según 430.53 NEC \rightarrow 40 A

Conductor de puesta a tierra según 250.122 NEC \rightarrow 1 – 10 AWG (T)

Canalizacion según la tabla 1 capítulo 9 NEC \rightarrow 1 EMT 1 “

Caída de tensión \rightarrow MES8 / 30 metros = 0,66 % \rightarrow MES7 / 26.5 metros = 0,58%

\rightarrow MES6 / 23 metros = 0.50% \rightarrow MES5 / 19,5 metros = 0.45% \rightarrow MES4 / 16 metros = 0,35%

\rightarrow MES3 / 12,5 metros = 0.30% \rightarrow MES2 / 9 metros = 0.21% \rightarrow MES1 / 4.5 metros = 0,10%

4.16.8. Tablero de tipo ACN

Tablero para equipos HVAC de la torre de oficinas. El tablero alimenta circuitos ramales de las manejadoras de aire de los niveles de oficinas. Se distribuyen en dos tableros para la torre de oficinas, el ACN4 para niveles del 1 al 7 y el ACN10 para niveles del 8 al 14.

4.16.9. Tablero MCIST

Tabla 34. Tablero MCIST

TABLERO: MCIST			NOTAS: TABLERO TIPO PARA EQUIPO HIDROSANITARIO						CARGA (Watt-Amps)													
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/175/TM (Polos/A/Tipo)	TENSION:	277 / 480	ALIMENTADOR:	4# 2/0 THHN (F,N) 1# 6 THHN(T), PVC 50mmØ	TOTAL	L1	37688													
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 225	FASES/HILOS:	3/4	BARRAS:	COBRE	TOTAL	L2	37688													
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10 KA	FACTOR DE POTENCIA:	0.90	BARRA DE TIERRA:	INCLUR	TOTAL	L3	37688													
TIPO DE RAMAL:	ATORNILLAR	NUMERO DE CIRCUITOS: 42	SPD (KA)	80 KA	BARRA DE NEUTRO:	100%	PREVISTA F.U=1		0													
ABREVIATURAS TIPOS DE BREAKER: (TM)THERMOMAGNETICO, (GF)FALLA A TIERRA, (AF)FALLA DE ARCO (EM)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION, (ENE)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE LUMINACION CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.							DISTANCIA (M):	35	TOTAL INSTALADO	113064												
							CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.51	TOTAL DEMANDADO	113064												
PROPIEDAD INTELECTUAL DE CIRQUITO S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL. COCCE-0005 V.2.1																						
Grupo Poles/Barras	Carga (Watt-Amps)	DESCRIPCION	Cable Cable (AWG)			# Tub (mm)	Interruptor	# Circuitos Voltaje	Carga por Fase (Watt-Amps) Demand por Phase & Voltage			# Circuitos Voltaje	Interruptor	# Tub (mm)	Cable Cable (AWG)			DESCRIPCION	Carga (Watt-Amps)	Circuitos Poles/Barras		
			Fase - Neutro - Tierra	Fase - Neutro - Tierra	Fase - Neutro - Tierra				L1	L2	L3				Fase - Neutro - Tierra	Fase - Neutro - Tierra	Fase - Neutro - Tierra					
1,3,5	5819	PANEL 1 ACHIQUE	10	-	10	19	3	50	TM	-	34640											
	5819	2 X 15 HP / 1 RESPALDO	10								34640											
	5819		10																			
7,9,11	3048	PANEL 3 JOCKEY	12	-	12	13	3	30	TM	-	3048									0	8	
	3048	7.5 HP	12								3048										00	10
	3048		12																		0	12
	0										0										0	14
	0																				0	16
	0																				0	18

Fuente propia

$$\text{Voltaje} = 277/480\text{V } 3\phi$$

$$\text{C.I} = 113064 \text{ VA} \rightarrow \text{F.U} = 1.0 \rightarrow \text{C.D} = 113064 \text{ VA}$$

$$\text{Corriente} = 113064 \text{ VA} / 480 \times 1.73 = 135.99 \text{ A}$$

Alimentadores. Según 430.24, ampacidad a 75 ° T.310.16 NEC → 4 – 2/0 AWG THHN (F,N)

Dispositivo de proteccion principal según 430.53 NEC → 175 A

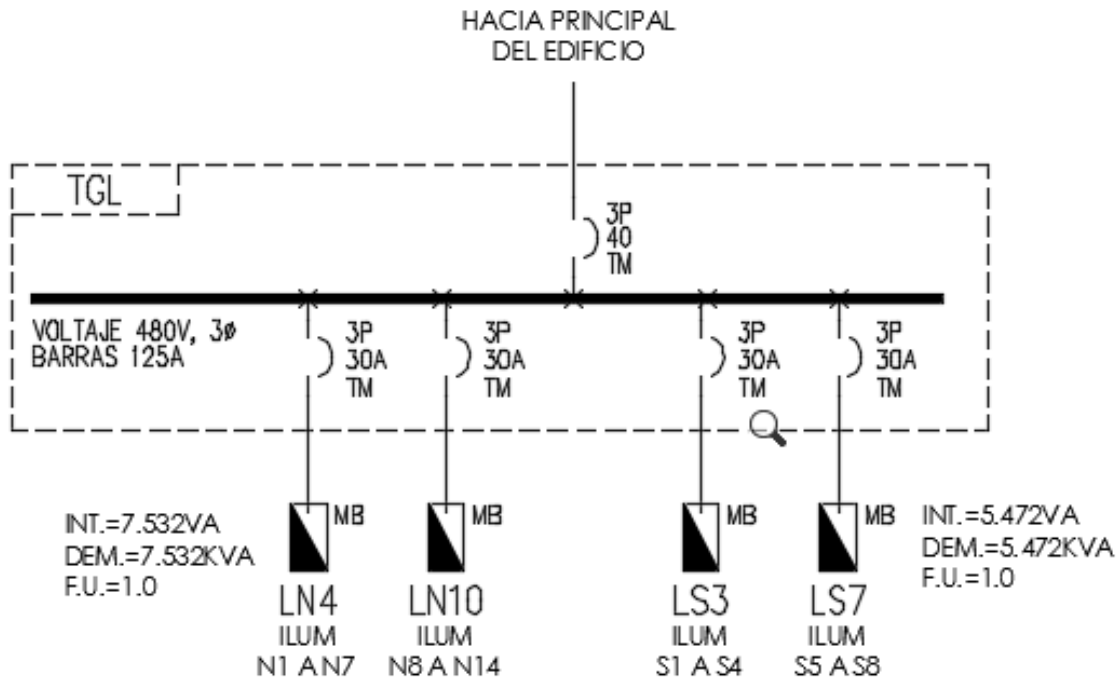
Conductor de puesta a tierra según 250.122 NEC → 1 – 6 AWG (T)

Canalizacion según la tabla 1 capítulo 9 NEC → 1 EMT 2-1/2“

Caída de tensión → 35 metros = 0,59%

4.16.10. Tableros de distribución principal

4.16.10.1. TGL



-Carga instalada
 $(7.532\text{KVA}) \times 2$
 $(5.472\text{KVA}) \times 2$
 Total Instalada= 26.0 KVA
 F.U.= 1.0
 Total demandada = 26.0KVA
 Corriente Total =
 $26.0\text{ KVA} / 480 \times 1.73A$
 Corriente Total = 31.28A

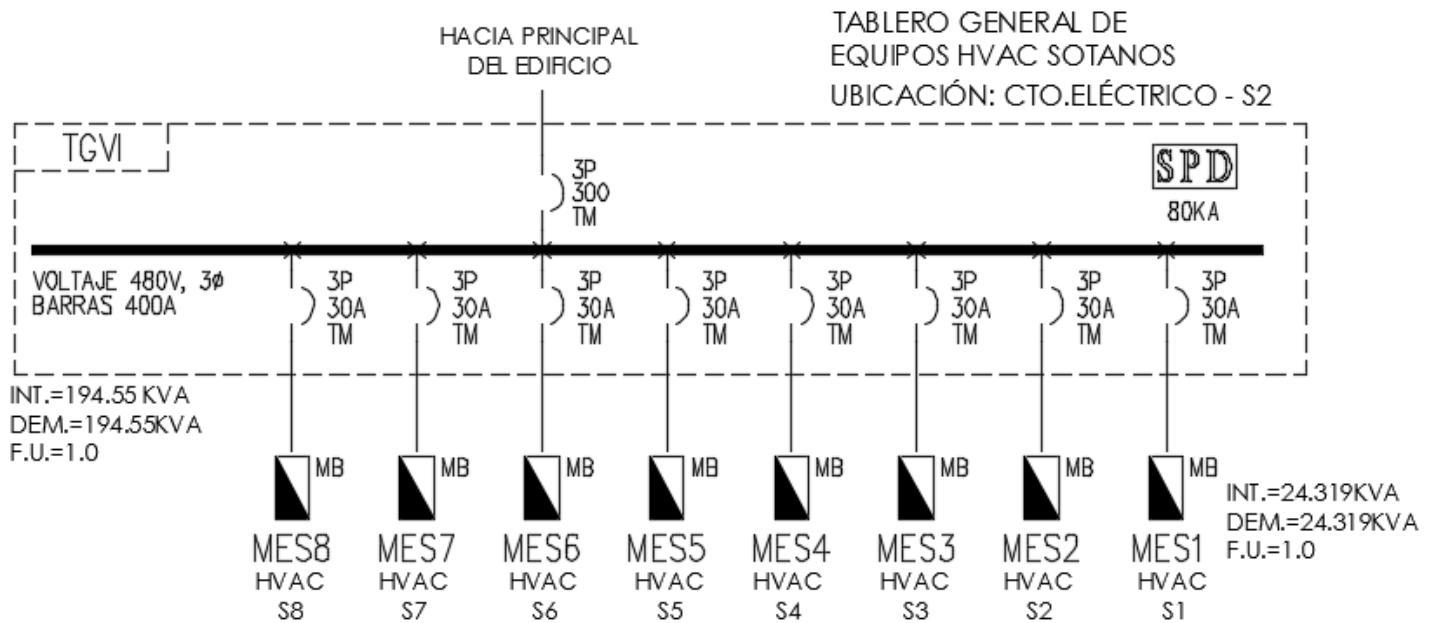
-Conductores
 $31.28A \times 1.25 = 39.10A$
 $I.310.16 = 4 - 8\text{ AWG THHN Cobre}$
 1-EMT 25mm

-Puesta a tierra 250.122
 10 AWG THHN Cobre

-caída de tensión
 5m = 0.13%

Carga demandada	Corriente total	Alimentadores	Protección	Caída tensión
26 KVA	31.28 A	10 AWG	30 A	0.13%

4.16.10.2. Tablero TGVI



-Carga instalada
(24.319) X 2
Total Instalada= 194.55 KVA
F.U.= 1.0
Total demandada = 194.55KVA
Corriente Total =
194.55 KVA / 480 X 1.73A
Corriente Total = 234A

-Proteccion
Proteccion 234A X 1.25 = 292.5A
Proteccion seleccionada = 300A

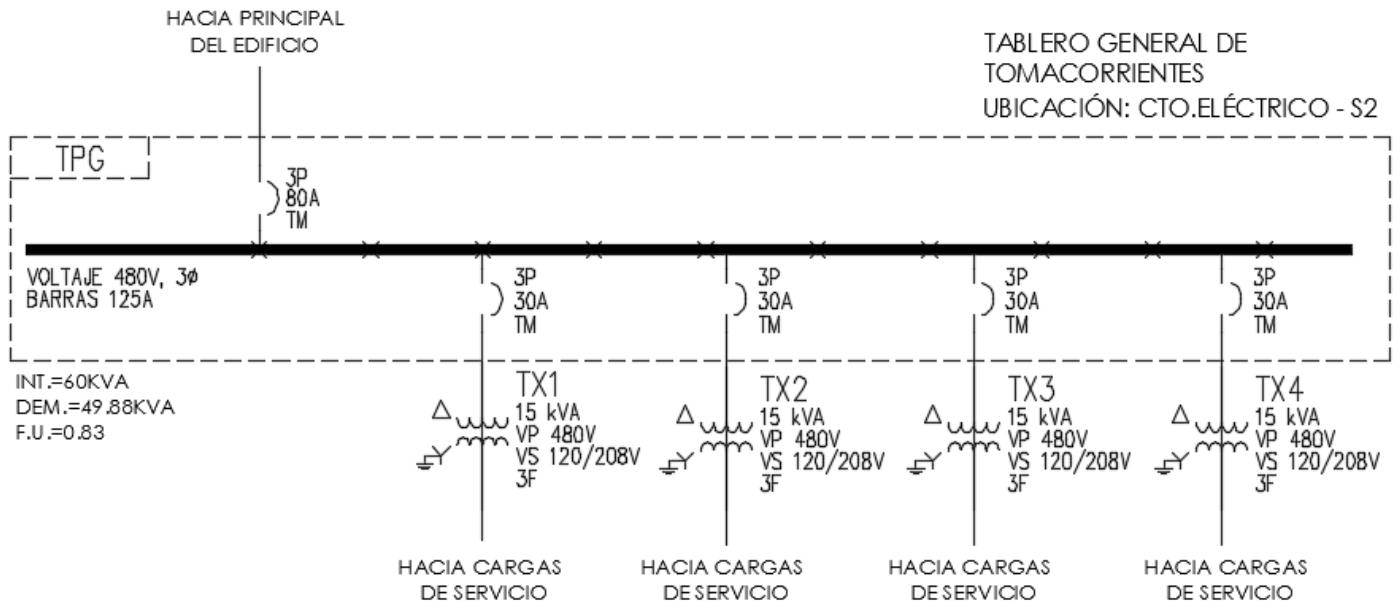
-Conductores
234A X 1.25 = 292.5A
T.310.16 = 3 - 350 MCM Cobre (F)
1-EMT 100mm

-Puesta a tierra 250.122
4 AWG THHN Cobre

-caida de tension
5m = 0.07%

Carga demandada	Corriente total	Alimentadores	Protección	Caída de tensión
194.55 KVA	234 A	350 MCM	300 A	0.07%

4.16.10.3. Tablero TGP



-Carga instalada
(15KVA) X 4
Total Instalada= 60 KVA
F.U.= 0.83
Total demandada = 49.8KVA
Corriente Total =
49.8 KVA / 480 X 1.73A
Corriente Total = 59.9A

-Proteccion
Proteccion 59.9A X 1.25 = 74.87A
Proteccion seleccionada = 80A

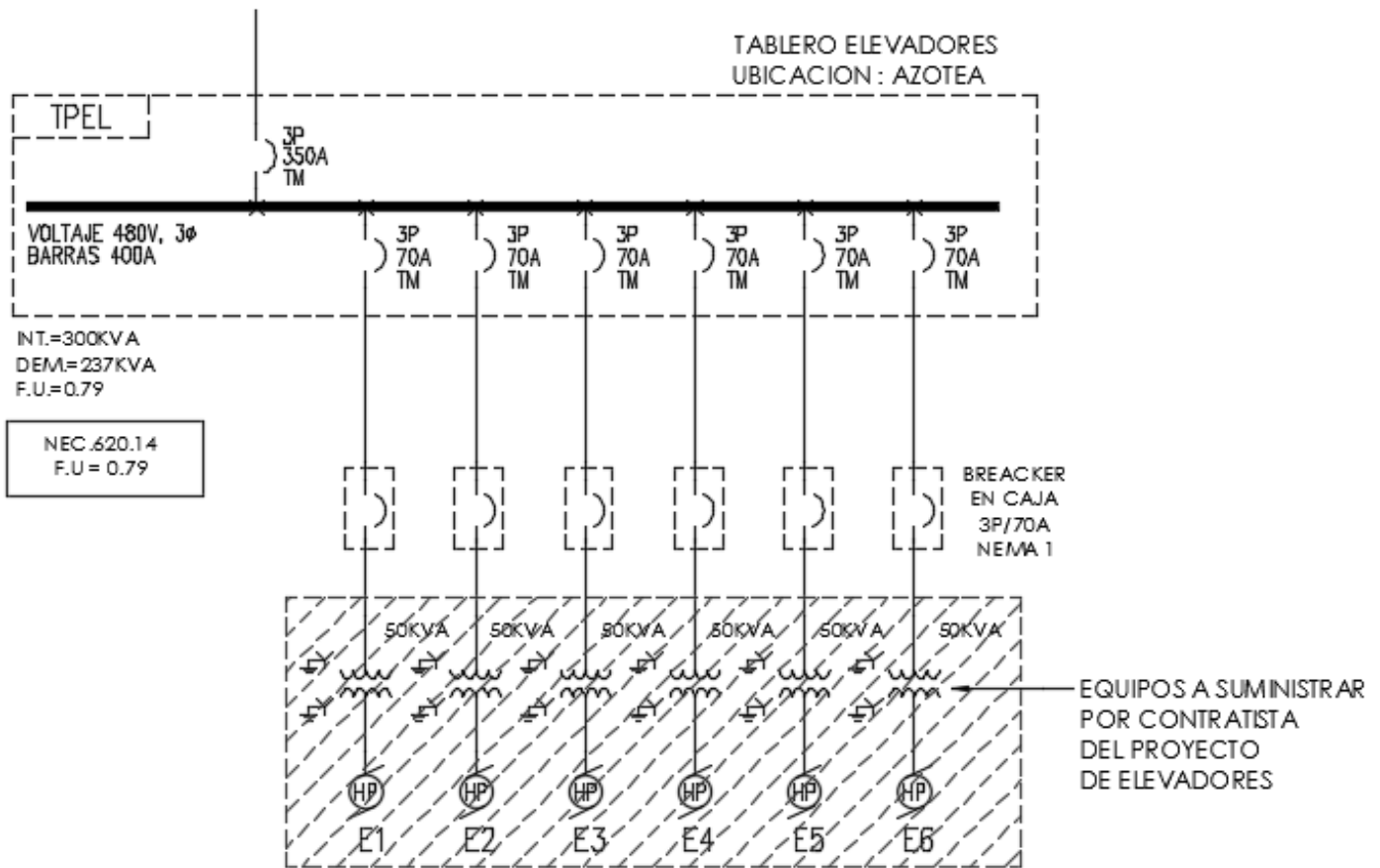
-Conductores
59.9A X 1.25 = 74.87A
T.310.16 = 3 - 2 AWG THHN Cobre (F)
1-EMT 38mm

-Puesta a tierra 250.122
8 AWG THHN Cobre

-caida de tension
5m = 0.07%

Carga demandada	Corriente total	Alimentadores	Protección	Caída de tensión
49.8 KVA	59.9 A	2 AWG	80 A	0,07%

4.16.10.4. Tablero TPEL



-Carga instalada

(50KVA) X 6

Total Instalada= 300 KVA

F.U.= 0.79

Total demandada = 237KVA

Corriente Total =

237 KVA / 480 X 1.73A

Corriente Total = 285.19A

-Proteccion

Proteccion 285.19 A X 1.25 = 356A

Proteccion seleccionada = 350A

-Conductores

285.19A X 1.25 = 356A

T.310.16 = 2 X (3/0 -AWG THHN Cobre (F))

2 X (-EMT 63mm)

-Puesta a tierra 250.122

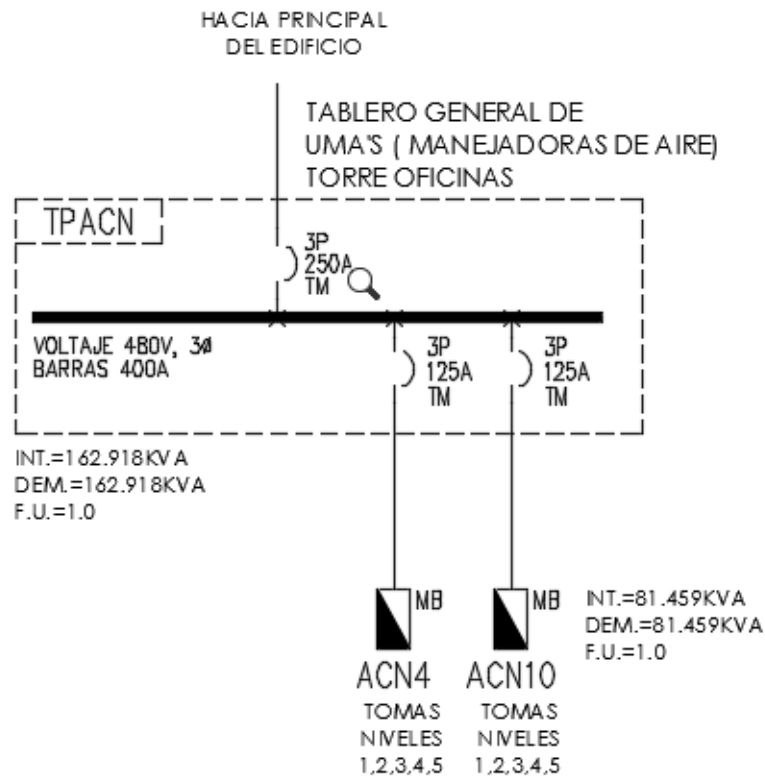
2 AWG THHN Cobre

-caida de tension

5m = 0.09%

Carga demandada	Corriente total	Alimentadores	Protección	Caída tensión
237 KVA	285.19 A	2 x 3/0 AWG	350A	0,09%

4.16.10.5. Tablero TPACN



-Carga instalada
(81.459KVA) X 2
Total Instalada= 162.918 KVA
F.U.= 1.0
Total demandada = 162.918KVA
Corriente Total =
162.918 KVA / 480 X 1.73A
Corriente Total = 196.05A

-Proteccion
Proteccion 196.05A X 1.25 = 245.06A
Proteccion seleccionada = 250A

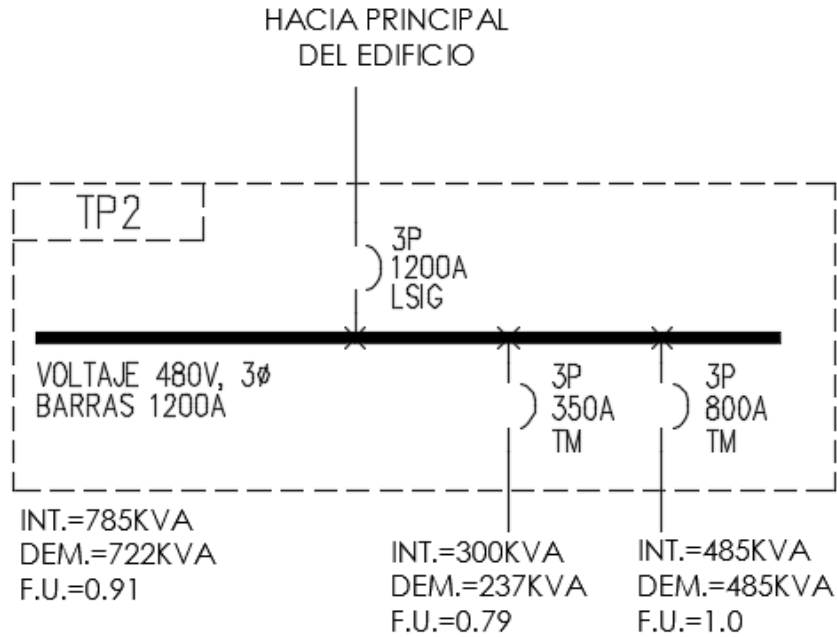
-Conductores
196.05A X 1.25 = 245.06A
T.310.16 = 3 - 250 MCM Cobre (F)
1-EMT 75mm

-Puesta a tierra 250.122
4 AWG THHN Cobre

-caida de tension
5m = 0.07%

Carga instalada	Corriente total	Alimentadores	Protección	Caída de tensión
162.9 KVA	196 A	250 AWG	250 A	0,07%

4.16.10.6. Tablero principal TP2



Total Instalada= 785 KVA
F.U.= 0.91

Total demandada = 722KVA
Corriente Total =
 $722 \text{ KVA} / 480 \times 1.73 \text{ A}$
Corriente Total = 868.8A

-Proteccion

Proteccion $868.8 \text{ A} \times 1.25 = 1086 \text{ A}$
Proteccion seleccionada = 1200A

-Conductores

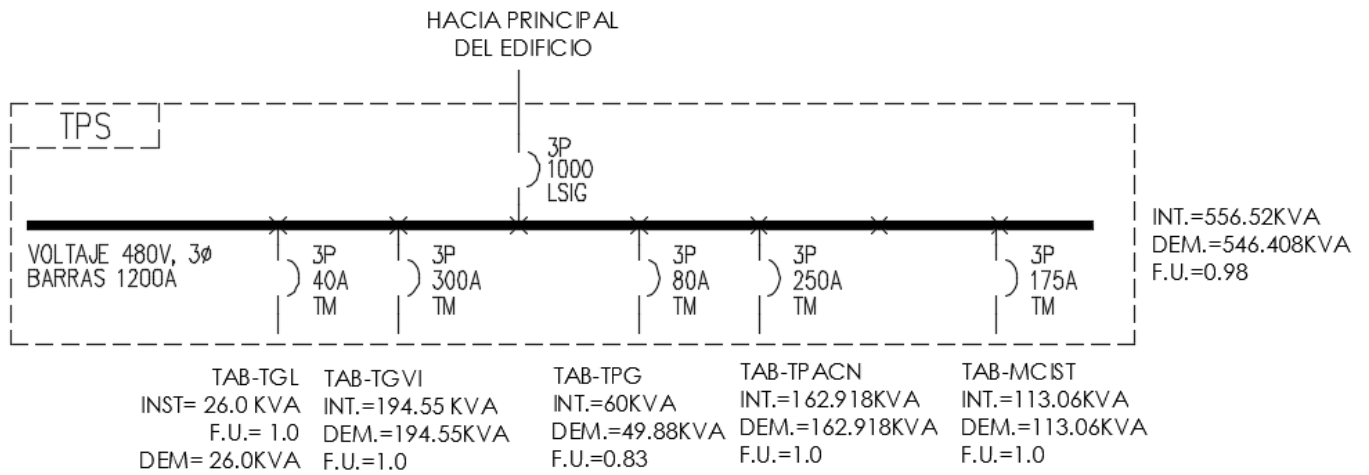
$868.8 \text{ A} \times 1.25 = 1086 \text{ A}$
 $T.310.16 = 4 \times (3-350 \text{ MCM Cobre (F)})$
 $4 \times (1\text{-EMT } 100\text{mm})$

-Puesta a tierra 250.122
 $4 \times 3/0 \text{ AWG THHN Cobre}$

-caida de tension
 $80\text{m} = 1.01\%$

Carga demandada	Corriente total	Alimentadores	Protección	Caída de tensión
722 KVA	868 A	4 x 350 MCM	1200 A	1,01 %

4.16.10.7. Tablero TPS



Total Instalada= 556.52KVA
F.U.= 0.98
Total demandada = 546.408KVA
Corriente Total =
546.4 KVA / 480 X1.73A
Corriente Total = 657.53A

-Conductores
868.8A X 1.25 = 1086A
T.310.16 = 3 X (3-400 MCM Cobre (F))
3 X (1-EMT 100mm)

-Puesta a tierra 250.122
3 X 2/0 AWG THHN Cobre

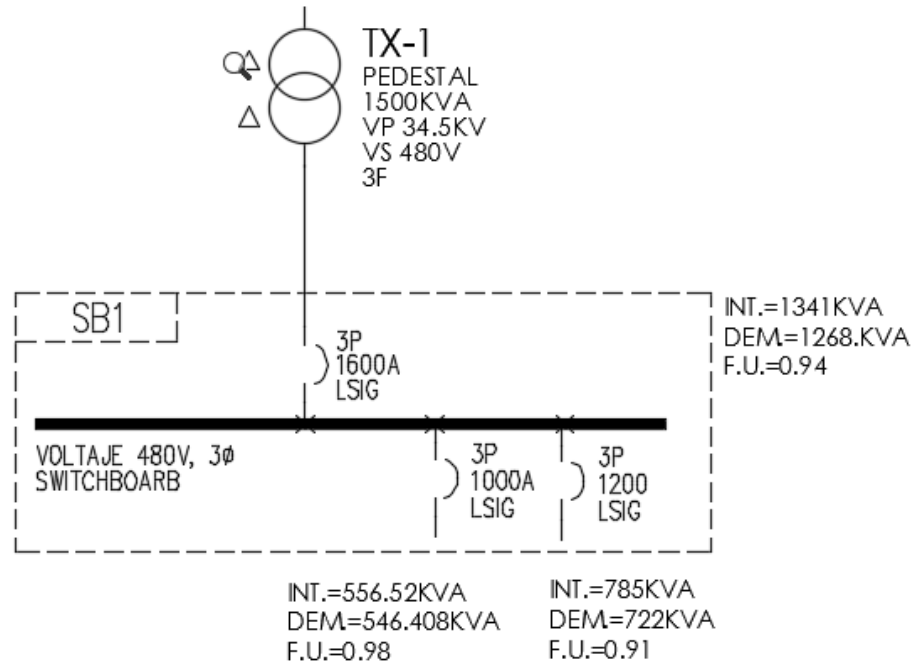
-Proteccion
Proteccion 657.53 A X 1.25 = 821A
Proteccion seleccionada = 1000A

-caida de tension
8m = 0.09%

Carga demandada	Corriente total	Alimentadores	Protección	Caída de tensión
556 KVA	657.53 A	3 x 400 MCM	1000 A	0,09%

4.16.10.8. SB1 distribución principal

SB1 equipo de distribución principal del edificio



Total Instalada= 1341 KVA

F.U.= 0.94

Total demandada = 1268KVA

Corriente Total =

1268 KVA / 480 X 1.73A

Corriente Total = 1525.87A

-Proteccion

Proteccion 1525.87 A X 100% rated = 1528.87A

Proteccion seleccionada = 1600A

-Conductores

1525.8A x 100% rated = 1525.8A

T.310.16 = 6 X (3-300 MCM Cobre (F))

6 X (1-EMT 75mm)

-Puesta a tierra 250.122

6 X 4/0 AWG THHN Cobre

-caida de tension

50m = 0.83%

4.16.11. Selección del transformador y acometida final

4.16.11.1. Carga instalada y demandada total por el proyecto

$1500\text{KVA} \times 1000 / 480\text{V} \times 1.73 = 1804 \text{ A}$

Conductores portadores de corriente = $1804 \text{ A} / 6 \text{ paralelos} = 300.7 \text{ A}$

T.310.16 para una temperatura de operación de $75^\circ = 350 \text{ MCM}$ cobre

Dispositivo de protección principal listado 100% Rated = 2000 A

Conductor de puesta a tierra según 250.66 = 1/0 AWG THHN COBRE

Tubería EMT conductores 3F + 1N + 1T a un 40% de llenado = 3 pulgadas.

La carga total instalada total del proyecto fue de 1341 KVA. Con una carga demandada de 1268 KVA se obtuvo un factor de uso de 0,98. Para el transformador se ha seleccionado un equipo de pedestal trifásico con un voltaje secundario de 480V y capacidad de 1500KVA. Se hizo el cálculo para este equipo teniendo como un dispositivo de protección principal de 2000A, con una acometida principal en 6 paralelos y con una ampacidad de 300A en cobre, con calibres 350 MCM (Fase), 1/0 AWG THHN (tierra); en una canalización de 3 pulgadas, considerando el conductor de puesta a tierra. El artículo 240-13 Protección de los equipos contra falla de tierras dice que se establece el requerimiento de que todos los dispositivos de protección con capacidad nominal de 1000 o más amperios en sistema de conexión estrella, con voltaje nominal a tierra de entre 150V-600V, deberán tener protección a de falla de tierra. Por ello todos los dispositivos de protección del proyecto mayores a 1000A a un voltaje de 277/480 V se especificaron con protección de falla a tierra.

4.16.11.2. Conductor de neutro de la acometida

El cálculo del conductor de neutro de la acometida principal del edificio se calculó según el artículo 220.61 del NEC, considerando la carga del neutro como el máximo desequilibrio de la carga.

En este caso el desequilibrio máximo es la suma de las cargas demandadas de los sistemas de iluminación, más las cargas de tomacorrientes generales.

$$\text{Tablero TGL} + \text{Tablero TGP} = 26 \text{ KVA} + 49.8 \text{ KVA} = 75.8 \text{ KVA}$$

$$75\text{KVA} / 277\text{V} = 270\text{A}$$

$$\text{T.310.16} = 300 \text{ MCM Cobre}$$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Lo expuesto a lo largo de este trabajo permite llegar a las siguientes conclusiones:

Se han diseñado dos propuestas utilizando la simulación de escenarios en Dialux, la ubicación y cantidad de luminarias son el resultado de pruebas en la arquitectura del estacionamiento aplicando las curvas fotométricas de las luminarias con el software a varios sectores de la planta hasta obtener valores más eficientes, buscando datos próximos a los 50 lux que recomienda la norma INTECO, tomando de referencia valores como coeficientes de uniformidad un valor importante para la eficiencia partiendo de que es el resultado de la división de la iluminancia media entre la mínima por lo que entre más próximo a uno sea este número más eficiente será la distribución de flujo luminoso, además de iluminancia máxima, media y mínima como lo muestran las tablas 8 y 9 de la sección 4.3. Para ambas propuestas se obtuvieron valores de eficiencia energética como lo muestran los anexos L y Q.

Se calculó la carga total instalada y demandada por el proyecto en base a las corrientes de diseño por cada sistema según los artículos NEC como se expone en la sección 4.12 de este documento, para obtener la relación entre carga instalada y demandada se aplican los factores de las tablas 220.44, 620.14, 220.42 la sumatoria de las cargas instaladas y demandadas se muestra en el tablero principal SB1 con una carga instalada total de 1341 KVA y una demandada de 1268 KVA. Se ha seleccionado un transformador con capacidad de 1500KVA, tomando el valor inmediato superior en el mercado. La acometida se calculado en la sección 4.17.8 ajustando los datos a la capacidad del transformador.

En el capítulo cuatro secciones 4.13 y 4.14 se muestran los procedimientos para seleccionar los alimentadores, basados en la ampacidad de cada circuito, con el cálculo de las caídas de tensión calculadas en la sección 4.18 se han ajustado los conductores según los artículos 210-19(a)(1) nota

4 y 215-2(a)(3) para tener con caídas menores al 3% en circuitos ramales e inferiores al 2% en alimentadores , de esta manera la suma de caídas de tensión ente circuito ramal y alimentador sea menor al 5%..

De acuerdo a los cálculos de consumo realizados en la sección 4.5 se determinó que la propuesta 2 representa un ahorro de ¢887,031 en facturación eléctrica anual, con un ahorro en inversión inicial al proyecto de ¢6,134,360 en relación a la propuesta 1, a partir de estos resultados se tomó la decisión de que la propuesta 2 significa un ahorro en inversión inicial y costo de mantenimiento al proyecto , tomando en cuenta que la iluminación tanto en inversión inicial como facturación eléctrica siempre representará un gasto en el proyecto, al realizar un análisis VAN los flujos netos no tendrán aporte de ingresos, ese valor positivo de los ingresos en los flujos de caja no se verá reflejado por lo que los valores solo tendrán el aporte del gasto producido por la facturación eléctrica, entonces el análisis con VAN no es la referencia para tomar una decisión ya que su aplicación es para proyectos de inversión donde se busca una rentabilidad, pero la iluminación es un gasto en el proyecto del que no se obtienen ingresos, entonces el objetivo es buscar el ahorro tanto en inversión inicial como consumo eléctrico. Ahora es importante tomar en cuenta que la vida útil de LED está en un promedio de 50 mil horas contra las 20 mil horas de lámparas fluorescentes T5. El análisis VAN en la sección 4.7 muestra los resultados para ambas propuestas donde obtienen valores negativos.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda la selección de un transformador de pedestal trifásico con un voltaje secundario de 480V y una capacidad de 1500KVA, como equipo principal de distribución del proyecto. Además,

es recomendable realizar un presupuesto de la acometida principal y mostrar la rentabilidad de la utilización de una acometida en 6 paralelos con calibre 350 MCM.

Se recomienda la revisión de los conductores y aplicar los factores de corrección por temperatura y agrupamiento, según los valores de las tablas del NEC 310-15(b) (16), 310-15(b) (17), 310-15(b) (18), 310-15(b) (19), 310-15(b) (20), y ajustar los calibres en caso de ser necesario.

Para la iluminación de los estacionamientos se recomienda el uso de la propuesta 2 de iluminación con LED, debido al ahorro que representa con respecto a la iluminación fluorescente, tanto en consumo como en inversión inicial.

REFERENCIAS

NFPA70, NEC, (2008). *Código Eléctrico Nacional*, NFPA, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471.

Arquitectura ETS. Luminotecnia, *método de los lúmenes*

PDH Course E426 (2014). David A. Snyder. *Voltage Drop Calculation*, 5272 Meadow States Drive

Acuity Brands (2017). Productos. Acuity brands/products.

<https://www.acuitybrands.com/products/detail/128362/lighting-controls-and-design/blue-box-lt/blue-box-lt>

Ana Serrano-Tierza.^a Abelardo Martínez-Iturbe ^b, Oscar Guarddon-Muñoz ^c & José Luis Santolaya-Sáenz, (2014) · *Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso*, <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/45442/53687>

APÉNDICES

Apéndice A: Transformador de pedestal trifásico

Catalog Data CA202003EN
Effective April 2016

Three-phase pad-mounted compartmental type transformer

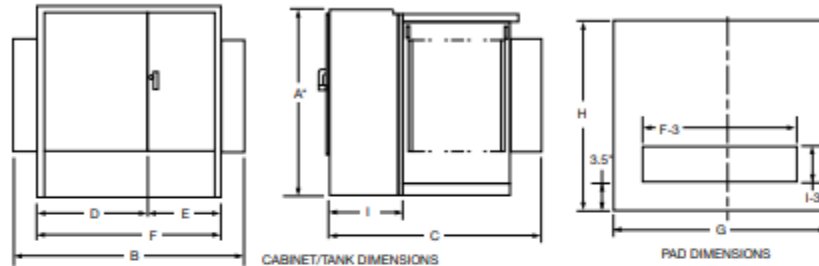


Figure 2. Transformer and pad dimensions.

* Add 9" for Bay-O-Nut fusing.

Table 7. Fluid-filled--aluminum windings 55/65 °C Rise¹

kVA Rating	65° Rise DEAD-FRONT--LOOP OR RADIAL FEED--BAY-O-NET FUSING OIL FILLED--ALUMINUM WINDINGS									Gallons of Fluid	Approx. Total Weight (lbs.)
	A*	B	C	D	E	F	G	H	I		
45	50	68	39	42	25	68	72	43	20	110	2,100
75	50	68	39	42	25	68	72	43	20	115	2,250
112.5	50	68	49	42	25	68	72	53	20	120	2,350
150	50	68	49	42	25	68	72	53	20	125	2,700
225	50	72	51	42	30	72	76	55	20	140	3,150
300	50	72	51	42	30	72	76	55	20	160	3,650
500	50	89	53	42	30	72	93	57	20	190	4,650
750	64	89	57	42	30	72	93	61	20	270	6,500
1000	64	89	59	42	30	72	93	63	20	350	8,200
1500	73	89	85	42	30	72	93	90	24	410	10,300
2000	73	72	87	42	30	72	76	91	24	490	12,500
2500	73	72	99	42	30	72	76	103	24	530	14,500
3000	73	84	99	46	37	84	88	103	24	620	16,700
3750	84	85	108	47	38	85	88	112	24	660	19,300
5000	84	96	108	48	48	96	100	112	24	930	25,000
7500	94	102	122	54	48	102	100	126	24	1,580	41,900

Apéndice B: Tabla NEC 250.42

Table 220.42 Lighting Load Demand Factors

Type of Occupancy	Portion of Lighting Load to Which Demand Factor Applies (Volt-Amperes)	Demand Factor (%)
Dwelling units	First 3000 or less at	100
	From 3001 to 120,000 at	35
	Remainder over 120,000 at	25
Hospitals*	First 50,000 or less at	40
	Remainder over 50,000 at	20
Hotels and motels, including apartment houses without provision for cooking by tenants*	First 20,000 or less at	50
	From 20,001 to 100,000 at	40
	Remainder over 100,000 at	30
Warehouses (storage)	First 12,500 or less at	100
	Remainder over 12,500 at	50
All others	Total volt-amperes	100

*The demand factors of this table shall not apply to the calculated load of feeders or services supplying areas in hospitals, hotels, and motels where the entire lighting is likely to be used at one time, as in operating rooms, ballrooms, or dining rooms.

Apéndice C: Tabla NEC 250.66

Table 250.66 Grounding Electrode Conductor for Alternating-Current Systems

Size of Largest Ungrounded Service-Entrance Conductor or Equivalent Area for Parallel Conductors ^a (AWG/kcmil)		Size of Grounding Electrode Conductor (AWG/kcmil)	
Copper	Aluminum or Copper-Clad Aluminum	Copper	Aluminum or Copper-Clad Aluminum ^b
2 or smaller	1/0 or smaller	8	6
1 or 1/0	2/0 or 3/0	6	4
2/0 or 3/0	4/0 or 250	4	2
Over 3/0 through 350	Over 250 through 500	2	1/0
Over 350 through 600	Over 500 through 900	1/0	3/0
Over 600 through 1100	Over 900 through 1750	2/0	4/0
Over 1100	Over 1750	3/0	250

Notes:

1. Where multiple sets of service-entrance conductors are used as permitted in 230.40, Exception No. 2, the equivalent size of the largest service-entrance conductor shall be determined by the largest sum of the areas of the corresponding conductors of each set.
2. Where there are no service-entrance conductors, the grounding electrode conductor size shall be determined by the equivalent size of the largest service-entrance conductor required for the load to be served.

^aThis table also applies to the derived conductors of separately derived ac systems.

^bSee installation restrictions in 250.64(A).

Apéndice D: Tabla NEC 250.122

Table 250.122 Minimum Size Equipment Grounding Conductors for Grounding Raceway and Equipment

Rating or Setting of Automatic Overcurrent Device in Circuit Ahead of Equipment, Conduit, etc., Not Exceeding (Amperes)	Size (AWG or kcmil)	
	Copper	Aluminum or Copper-Clad Aluminum*
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1200
6000	800	1200

Note: Where necessary to comply with 250.4(A)(5) or (B)(4), the equipment grounding conductor shall be sized larger than given in this table.

Apéndice E: Tabla NEC 310.16

Table 310.16 Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated 0 Through 2000 Volts, 60°C Through 90°C (140°F Through 194°F), Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried), Based on Ambient Temperature of 30°C (86°F)

Size AWG or kcmil	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.13(A).]						Size AWG or kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Types TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Types TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM			
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14*	20	20	25	—	—	—	—
12*	25	25	30	20	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

Apéndice F: Tabla NEC 430.250

Table 430.250 Full-Load Current, Three-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are typical for motors running at speeds usual for belted motors and motors with normal torque characteristics.

The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120, 220 to 240, 440 to 480, and 550 to 600 volts.

Horsepower	Induction-Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes)							Synchronous-Type Unity Power Factor* (Amperes)			
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1½	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4	—	—	—	—	—
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
3	—	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
7½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

*For 90 and 80 percent power factor, the figures shall be multiplied by 1.1 and 1.25, respectively.

Apéndice G: Tabla 4 Capítulo 9 NEC 2008

Table 4 Dimensions and Percent Area of Conduit and Tubing
(Areas of Conduit or Tubing for the Combinations of Wires Permitted in Table 1, Chapter 9)

Article 358 — Electrical Metallic Tubing (EMT)													
Metric Designator	Trade Size	Nominal Internal Diameter		Total Area 100%		60%		1 Wire 53%		2 Wires 31%		Over 2 Wires 40%	
		mm	in.	mm ²	in. ²	mm ²	in. ²	mm ²	in. ²	mm ²	in. ²	mm ²	in. ²
16	½	15.8	0.622	196	0.304	118	0.182	104	0.161	61	0.094	78	0.122
21	¾	20.9	0.824	343	0.533	206	0.320	182	0.283	106	0.165	137	0.213
27	1	26.6	1.049	556	0.864	333	0.519	295	0.458	172	0.268	222	0.346
35	1¼	35.1	1.380	968	1.496	581	0.897	513	0.793	300	0.464	387	0.598
41	1½	40.9	1.610	1314	2.036	788	1.221	696	1.079	407	0.631	526	0.814
53	2	52.5	2.067	2165	3.356	1299	2.013	1147	1.778	671	1.040	866	1.342
63	2½	69.4	2.731	3783	5.858	2270	3.515	2005	3.105	1173	1.816	1513	2.343
78	3	85.2	3.356	5701	8.846	3421	5.307	3022	4.688	1767	2.742	2280	3.538
91	3½	97.4	3.834	7451	11.545	4471	6.927	3949	6.119	2310	3.579	2980	4.618
103	4	110.1	4.334	9521	14.753	5712	8.852	5046	7.819	2951	4.573	3808	5.901

Apéndice H: Tabla 5 NEC 2008 Conductores THHN

Table 5 *Continued*

Type	Size (AWG or kcmil)	Approximate Diameter		Approximate Area	
		mm	in.	mm ²	in. ²
THHN, THWN, THWN-2	14	2.819	0.111	6.258	0.0097
	12	3.302	0.130	8.581	0.0133
	10	4.166	0.164	13.61	0.0211
	8	5.486	0.216	23.61	0.0366
	6	6.452	0.254	32.71	0.0507
	4	8.230	0.324	53.16	0.0824
	3	8.941	0.352	62.77	0.0973
	2	9.754	0.384	74.71	0.1158
	1	11.33	0.446	100.8	0.1562
	1/0	12.34	0.486	119.7	0.1855
	2/0	13.51	0.532	143.4	0.2223
	3/0	14.83	0.584	172.8	0.2679
	4/0	16.31	0.642	208.8	0.3237
	250	18.06	0.711	256.1	0.3970
	300	19.46	0.766	297.3	0.4608
Type: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFE, PTF, PTFE, TFE, THHN, THWN, THWN-2, Z, ZF, ZFF					
THHN, THWN, THWN-2	350	20.75	0.817	338.2	0.5242
	400	21.95	0.864	378.3	0.5863
	500	24.10	0.949	456.3	0.7073
	600	26.70	1.051	559.7	0.8676
	700	28.50	1.122	637.9	0.9887
	750	29.36	1.156	677.2	1.0496
	800	30.18	1.188	715.2	1.1085
	900	31.80	1.252	794.3	1.2311
	1000	33.27	1.310	869.5	1.3478

Apéndice I: Tabla 8 NEC 2008 Propiedades de los conductores

Table 8 Conductor Properties

Size (AWG or kcmil)	Conductors								Direct-Current Resistance at 75°C (167°F)						
	Area			Stranding		Overall			Copper						
	Circular		Quantity	Diameter		Diameter		Area		Uncoated		Coated		Aluminum	
	mm ²	mils		mm	in.	mm	in.	mm ²	in. ²	ohm/ km	ohm/ kFT	ohm/ km	ohm/ kFT	ohm/ km	ohm/ kFT
18	0.823	1620	1	—	—	1.02	0.040	0.823	0.001	25.5	7.77	26.5	8.08	42.0	12.8
18	0.823	1620	7	0.39	0.015	1.16	0.046	1.06	0.002	26.1	7.95	27.7	8.45	42.8	13.1
16	1.31	2580	1	—	—	1.29	0.051	1.31	0.002	16.0	4.89	16.7	5.08	26.4	8.05
16	1.31	2580	7	0.49	0.019	1.46	0.058	1.68	0.003	16.4	4.99	17.3	5.29	26.9	8.21
14	2.08	4110	1	—	—	1.63	0.064	2.08	0.003	10.1	3.07	10.4	3.19	16.6	5.06
14	2.08	4110	7	0.62	0.024	1.85	0.073	2.68	0.004	10.3	3.14	10.7	3.26	16.9	5.17
12	3.31	6530	1	—	—	2.05	0.081	3.31	0.005	6.34	1.93	6.57	2.01	10.45	3.18
12	3.31	6530	7	0.78	0.030	2.32	0.092	4.25	0.006	6.50	1.98	6.73	2.05	10.69	3.25
10	5.261	10380	1	—	—	2.588	0.102	5.26	0.008	3.984	1.21	4.148	1.26	6.561	2.00
10	5.261	10380	7	0.98	0.038	2.95	0.116	6.76	0.011	4.070	1.24	4.226	1.29	6.679	2.04
8	8.367	16510	1	—	—	3.264	0.128	8.37	0.013	2.506	0.764	2.579	0.786	4.125	1.26
8	8.367	16510	7	1.23	0.049	3.71	0.146	10.76	0.017	2.551	0.778	2.653	0.809	4.204	1.28
6	13.30	26240	7	1.56	0.061	4.67	0.184	17.09	0.027	1.608	0.491	1.671	0.510	2.652	0.808
4	21.15	41740	7	1.96	0.077	5.89	0.232	27.19	0.042	1.010	0.308	1.053	0.321	1.666	0.508
3	26.67	52620	7	2.20	0.087	6.60	0.260	34.28	0.053	0.802	0.245	0.833	0.254	1.320	0.403
2	33.62	66360	7	2.47	0.097	7.42	0.292	43.23	0.067	0.634	0.194	0.661	0.201	1.045	0.319
1	42.41	83690	19	1.69	0.066	8.43	0.332	55.80	0.087	0.505	0.154	0.524	0.160	0.829	0.253
1/0	53.49	105600	19	1.89	0.074	9.45	0.372	70.41	0.109	0.399	0.122	0.415	0.127	0.660	0.201
2/0	67.43	133100	19	2.13	0.084	10.62	0.418	88.74	0.137	0.3170	0.0967	0.329	0.101	0.523	0.159
3/0	85.01	167800	19	2.39	0.094	11.94	0.470	111.9	0.173	0.2512	0.0766	0.2610	0.0797	0.413	0.126
4/0	107.2	211600	19	2.68	0.106	13.41	0.528	141.1	0.219	0.1996	0.0608	0.2050	0.0626	0.328	0.100
250	127	—	37	2.09	0.082	14.61	0.575	168	0.260	0.1687	0.0515	0.1753	0.0535	0.2778	0.0847
300	152	—	37	2.29	0.090	16.00	0.630	201	0.312	0.1409	0.0429	0.1463	0.0446	0.2318	0.0707
350	177	—	37	2.47	0.097	17.30	0.681	235	0.364	0.1205	0.0367	0.1252	0.0382	0.1984	0.0605
400	203	—	37	2.64	0.104	18.49	0.728	268	0.416	0.1053	0.0321	0.1084	0.0331	0.1737	0.0529
500	253	—	37	2.95	0.116	20.65	0.813	336	0.519	0.0845	0.0258	0.0869	0.0265	0.1391	0.0424
600	304	—	61	2.52	0.099	22.68	0.893	404	0.626	0.0704	0.0214	0.0732	0.0223	0.1159	0.0353
700	355	—	61	2.72	0.107	24.49	0.964	471	0.730	0.0603	0.0184	0.0622	0.0189	0.0994	0.0303
750	380	—	61	2.82	0.111	25.35	0.998	505	0.782	0.0563	0.0171	0.0579	0.0176	0.0927	0.0282
800	405	—	61	2.91	0.114	26.16	1.030	538	0.834	0.0528	0.0161	0.0544	0.0166	0.0868	0.0265
900	456	—	61	3.09	0.122	27.79	1.094	606	0.940	0.0470	0.0143	0.0481	0.0147	0.0770	0.0235
1000	507	—	61	3.25	0.128	29.26	1.152	673	1.042	0.0423	0.0129	0.0434	0.0132	0.0695	0.0212
1250	633	—	91	2.98	0.117	32.74	1.289	842	1.305	0.0338	0.0103	0.0347	0.0106	0.0554	0.0169
1500	760	—	91	3.26	0.128	35.86	1.412	1011	1.566	0.02814	0.00858	0.02814	0.00883	0.0464	0.0141
1750	887	—	127	2.98	0.117	38.76	1.526	1180	1.829	0.02410	0.00735	0.02410	0.00756	0.0397	0.0121
2000	1013	—	127	3.19	0.126	41.45	1.632	1349	2.092	0.02109	0.00643	0.02109	0.00662	0.0348	0.0106

Apéndice J: Tabla 9 NEC 2008 Resistencia en los conductores

Table 9 Alternating-Current Resistance and Reactance for 600-Volt Cables, 3-Phase, 60 Hz, 75°C (167°F) — Three Single Conductors in Conduit

Size (AWG or kcmil)	Ohms to Neutral per Kilometer Ohms to Neutral per 1000 Feet															Size (AWG or kcmil)
	X_L (Reactance) for All Wires		Alternating-Current Resistance for Uncoated Copper Wires			Alternating-Current Resistance for Aluminum Wires			Effective Z at 0.85 PF for Uncoated Copper Wires			Effective Z at 0.85 PF for Aluminum Wires				
	PVC, Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Aluminum Conduit	Steel Conduit		
14	0.190 0.058	0.200 0.073	10.2 3.1	10.2 3.1	10.2 3.1	—	—	—	8.9 2.7	8.9 2.7	8.9 2.7	—	—	—	14	
12	0.177 0.054	0.223 0.068	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	10.5 3.2	10.5 3.2	10.5 3.2	5.6 1.7	5.6 1.7	5.6 1.7	9.2 2.8	9.2 2.8	9.2 2.8	12	
10	0.164 0.050	0.207 0.063	3.9 1.2	3.9 1.2	3.9 1.2	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	5.9 1.8	5.9 1.8	5.9 1.8	10	
8	0.171 0.052	0.213 0.065	2.56 0.78	2.56 0.78	2.56 0.78	4.3 1.3	4.3 1.3	4.3 1.3	2.26 0.69	2.26 0.69	2.30 0.70	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	8	
6	0.167 0.051	0.210 0.064	1.61 0.49	1.61 0.49	1.61 0.49	2.66 0.81	2.66 0.81	2.66 0.81	1.44 0.44	1.48 0.45	1.48 0.45	2.33 0.71	2.36 0.72	2.36 0.72	6	
4	0.157 0.048	0.197 0.060	1.02 0.31	1.02 0.31	1.02 0.31	1.67 0.51	1.67 0.51	1.67 0.51	0.95 0.29	0.95 0.29	0.98 0.30	1.51 0.46	1.51 0.46	1.51 0.46	4	
3	0.154 0.047	0.194 0.059	0.82 0.25	0.82 0.25	0.82 0.25	1.31 0.40	1.35 0.41	1.31 0.40	0.75 0.23	0.79 0.24	0.79 0.24	1.21 0.37	1.21 0.37	1.21 0.37	3	
2	0.148 0.045	0.187 0.057	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1.05 0.32	1.05 0.32	1.05 0.32	0.62 0.19	0.62 0.19	0.66 0.20	0.98 0.30	0.98 0.30	0.98 0.30	2	
1	0.151 0.046	0.187 0.057	0.49 0.15	0.52 0.16	0.52 0.16	0.82 0.25	0.85 0.26	0.82 0.25	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.79 0.24	0.79 0.24	0.82 0.25	1	
1/0	0.144 0.044	0.180 0.055	0.39 0.12	0.43 0.13	0.39 0.12	0.66 0.20	0.69 0.21	0.66 0.20	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1/0	
2/0	0.141 0.043	0.177 0.054	0.33 0.10	0.33 0.10	0.33 0.10	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	2/0	
3/0	0.138 0.042	0.171 0.052	0.253 0.077	0.269 0.082	0.259 0.079	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.289 0.088	0.302 0.092	0.308 0.094	0.43 0.13	0.43 0.13	0.46 0.14	3/0	
4/0	0.135 0.041	0.167 0.051	0.209 0.062	0.220 0.067	0.207 0.063	0.33 0.10	0.36 0.11	0.33 0.10	0.243 0.074	0.256 0.078	0.262 0.080	0.36 0.11	0.36 0.11	0.38 0.11	4/0	
250	0.135 0.041	0.171 0.052	0.171 0.052	0.187 0.057	0.177 0.054	0.279 0.085	0.296 0.090	0.282 0.086	0.217 0.066	0.230 0.070	0.240 0.073	0.308 0.094	0.322 0.098	0.33 0.10	250	
300	0.135 0.041	0.167 0.051	0.144 0.044	0.161 0.049	0.148 0.045	0.233 0.071	0.249 0.076	0.236 0.072	0.194 0.059	0.207 0.063	0.213 0.065	0.269 0.082	0.282 0.086	0.289 0.088	300	
350	0.131 0.040	0.164 0.050	0.125 0.038	0.141 0.043	0.128 0.039	0.200 0.061	0.217 0.066	0.207 0.063	0.174 0.053	0.190 0.058	0.197 0.060	0.240 0.073	0.253 0.077	0.262 0.080	350	
400	0.131 0.040	0.161 0.049	0.108 0.033	0.125 0.038	0.115 0.035	0.177 0.054	0.194 0.059	0.180 0.055	0.161 0.049	0.174 0.053	0.184 0.056	0.217 0.066	0.233 0.071	0.240 0.073	400	

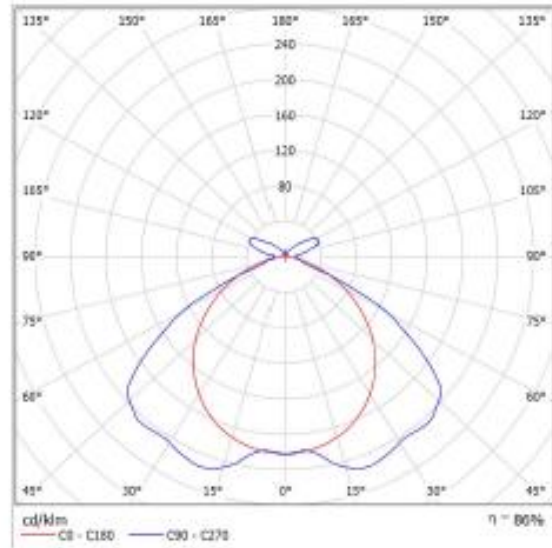
Apéndice K: Curva Fotometrica Luminaria VAP228T5 (Propuesta 1)

**Lithonia Lighting VAP 228T5L WD ARCHWAY? PASSAGE? POLYCARBONATE ENCLOSURE FOR (2) 28T5 LAMPS, WIDE DISTRIBUTION SPECULAR REFLECTOR /
Hoja de datos de luminarias**

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Clasificación luminarias según CIE: 90
Código CIE Flux: 48 82 97 90 85

Emisión de luz 1:

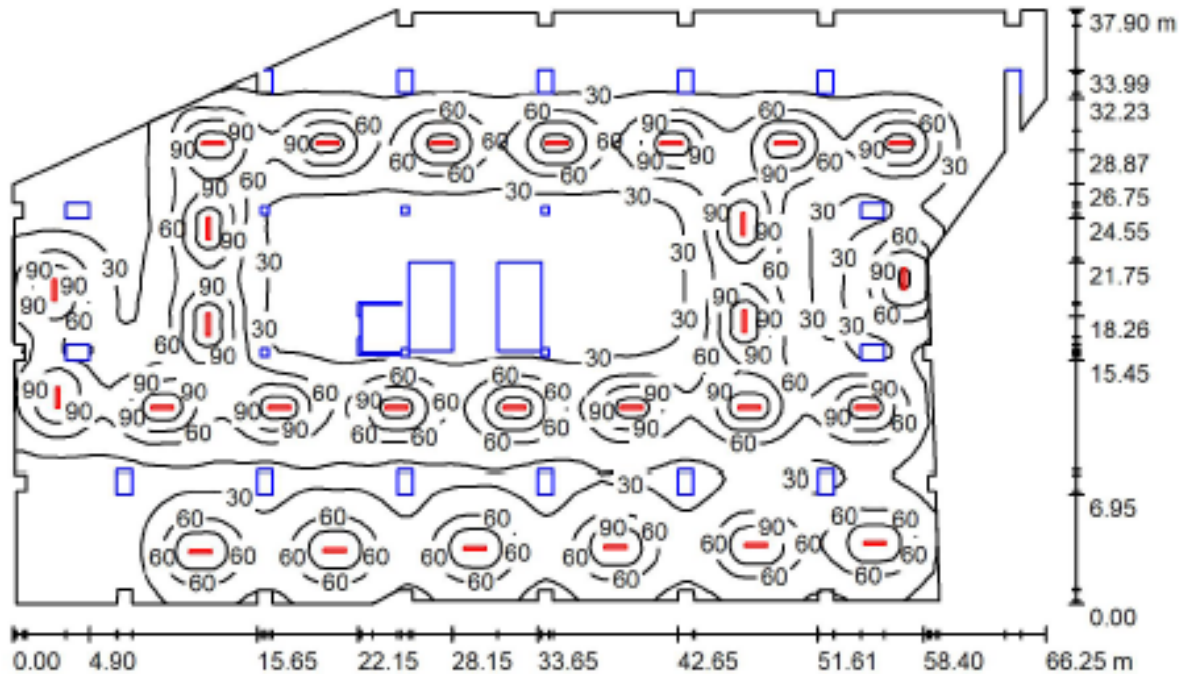


Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
α Techo	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
α Paredes	50	30	50	20	30	50	30	50	20	30	
α Suelo	20	30	20	20	20	20	20	20	20	20	
Distancia del local X Y		Módulo en perpendicular al eje de lámpara					Módulo longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	26.7	26.9	26.2	17.3	17.8	26.6	17.9	17.1	16.2	26.7
	3H	26.9	27.9	17.2	18.2	18.8	26.6	17.9	17.2	16.2	26.8
	4H	17.1	20.1	17.6	18.6	18.1	26.6	17.9	17.2	16.2	26.7
	6H	17.2	20.1	17.7	18.6	18.1	26.7	17.7	17.2	16.2	26.7
4H	2H	17.2	20.0	17.7	18.2	18.1	26.7	17.6	17.2	16.1	26.6
	3H	17.1	20.0	17.6	18.2	18.2	26.7	17.6	17.2	16.1	26.6
	4H	26.5	17.5	26.9	17.9	18.4	17.1	18.1	17.9	16.6	26.1
	6H	17.7	20.9	18.2	18.6	18.6	17.6	18.2	17.9	16.7	26.3
8H	2H	20.1	20.0	18.6	18.2	19.9	17.4	18.1	17.9	16.6	26.2
	3H	20.2	20.9	18.8	18.4	20.0	17.2	18.9	17.9	16.6	26.1
	4H	20.2	20.0	18.8	18.4	20.0	17.4	17.9	17.9	16.5	26.1
	6H	20.2	20.7	18.9	19.2	19.9	17.4	17.9	18.0	16.9	26.1
12H	2H	20.2	20.7	18.9	19.2	19.9	17.4	17.9	18.0	16.9	26.1
	3H	20.0	20.6	18.6	19.2	19.6	17.4	18.0	18.0	16.9	26.1
	4H	20.2	20.6	18.8	19.2	19.9	17.4	17.9	18.1	16.6	26.1
	6H	20.2	20.6	18.8	19.2	19.9	17.5	17.9	18.1	16.4	26.2
12H	2H	20.0	20.5	18.8	19.1	19.6	17.2	17.9	17.9	16.5	26.1
	3H	20.2	20.6	18.8	19.2	19.9	17.4	17.9	18.0	16.4	26.1
	4H	20.2	20.6	18.8	19.2	19.9	17.4	17.9	18.1	16.4	26.1
	6H	20.2	20.6	18.8	19.2	19.9	17.4	17.9	18.1	16.4	26.1
Variación de la posición del espectador para aproximación 5-órbita luminaria											
S = 1.0H	+0.2 / -0.3					+0.3 / -0.3					
S = 1.3H	+0.8 / -0.9					+0.0 / -1.0					
S = 2.0H	+1.0 / -1.1					+1.0 / -1.0					
Tabla estándar		B000					B002				
Sumario de configuración		0.9					-0.4				
Índice de deslumbramiento calculado en relación a 1000lx. Flujo luminoso total											

Apéndice L: Curvas isolux propuesta 1

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:487

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	46	1.29	143	0.028
Suelo	20	45	1.05	142	0.023
Techo	70	13	0.73	851	0.057
Paredes (83)	50	14	0.00	155	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

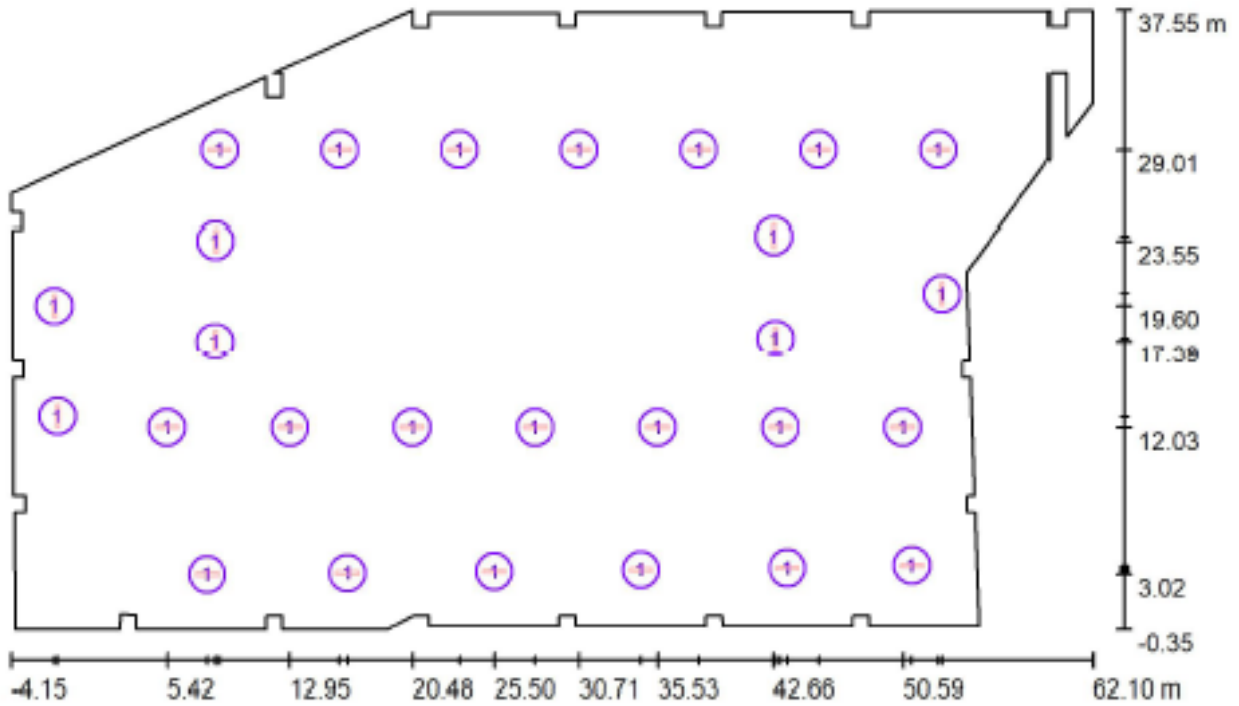
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	27	Lithonia Lighting VAP 228T5L WD ARCHWAY? PASSAGE? POLYCARBONATE ENCLOSURE FOR (2) 28T5 LAMPS, WIDE DISTRIBUTION SPECULAR REFLECTOR (1.000)	4448	5200	60.9
Total:			120104	140400	1644.3

Valor de eficiencia energética: 0.77 W/m² = 1.65 W/m²/100 lx (Base: 2141.60 m²)

Apéndice M: Ubicacion luminarias propuesta 1

Local 1 / Luminarias (ubicación)

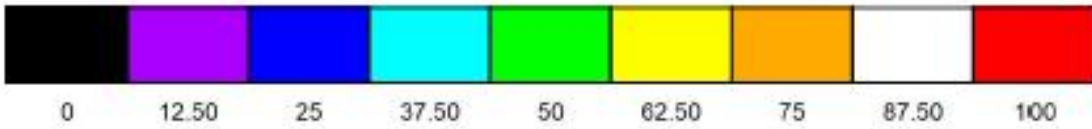
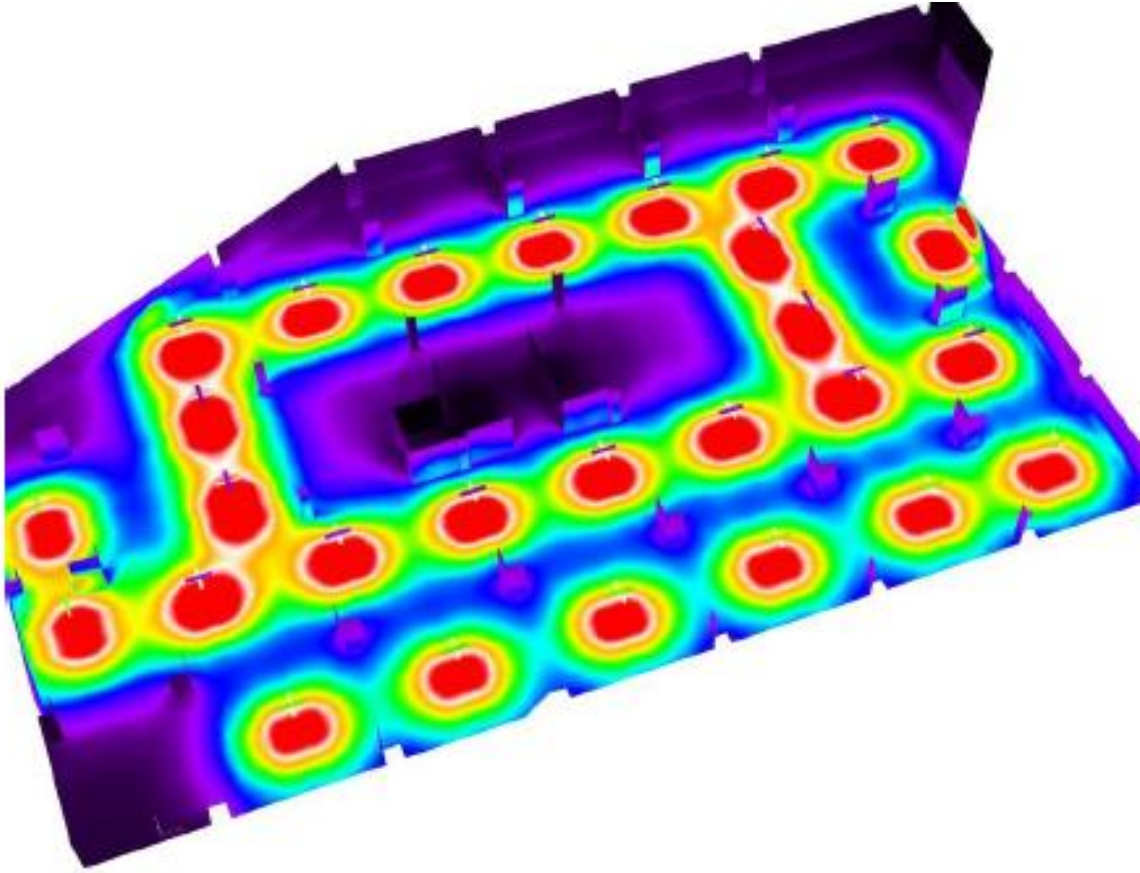


Escala 1 : 474

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	27	Lithonia Lighting VAP 228T5L WD ARCHWAY? PASSAGE? POLYCARBONATE ENCLOSURE FOR (2) 28T5 LAMPS, WIDE DISTRIBUTION SPECULAR REFLECTOR

Apéndice N: : Render 3D colores falsos Propuesta 1

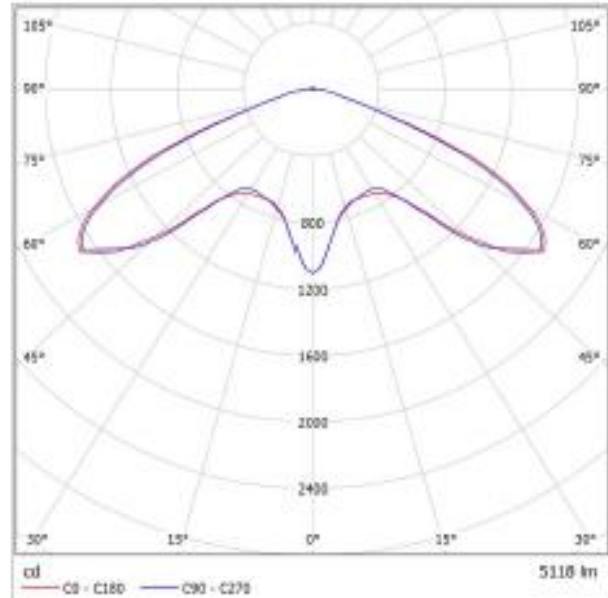


Apéndice O: Curva Fotometrica Luminaria QDCAST1B propuesta 2

**EATON - LUMARK (FORMER COOPER LIGHTING) QDCAST1B (4PANELS 10°TILT)
LUMARK QUADCAST PARKING GARAGE/CANOPY FIXTURE W/4 ROTATING OPTICAL
LIGHT PANELS / Hoja de datos de luminarias**

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 98
Código CIE Flux: 24 61 94 98 100

Emisión de luz 1:

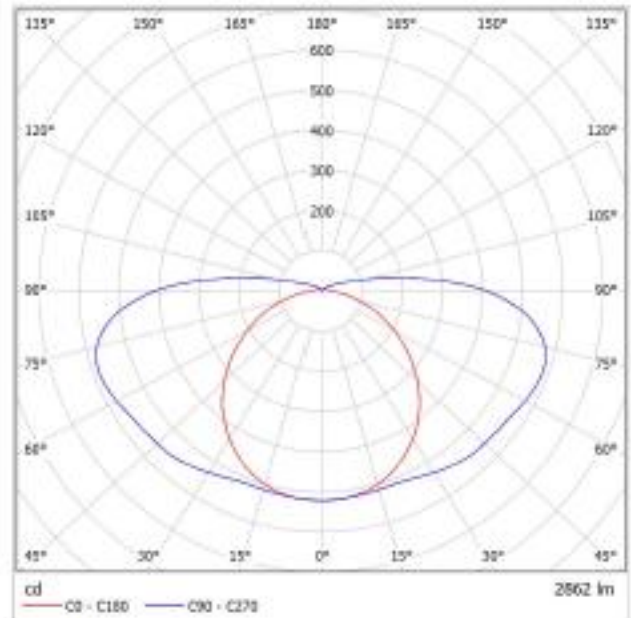
Valoración de deslumbramiento según UGR											
		30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Techo		30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Suelo		30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Tamaño del local	X	Y	Mirada en perpendicular al eje de lámpara				Mirada longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	22.8	23.6	24.0	23.7	26.8	22.8	23.4	24.1	25.7	26.0
	3H	25.5	27.0	25.9	27.1	27.7	25.4	26.0	25.8	27.2	27.5
	4H	25.7	27.1	26.0	27.4	27.7	25.5	25.9	25.9	27.2	27.6
	6H	25.6	26.9	26.0	27.3	27.7	25.5	26.4	26.4	27.2	27.5
	8H	25.6	26.9	26.0	27.3	27.6	25.5	26.7	26.9	27.1	27.6
12H	25.6	26.0	26.0	27.2	27.6	25.5	26.7	25.9	27.1	27.4	
4H	2H	24.9	25.3	25.3	26.7	27.8	24.9	26.3	25.3	26.6	27.0
	3H	26.9	25.1	27.3	28.4	28.8	26.7	28.0	27.2	28.3	28.7
	4H	27.1	26.2	27.6	28.6	29.0	27.0	28.1	27.4	28.5	28.9
	6H	27.1	26.1	27.6	28.5	29.0	27.0	28.0	27.5	28.4	28.8
	8H	27.2	26.0	27.6	28.5	28.9	27.0	27.9	27.5	28.3	28.8
12H	27.2	27.9	27.6	28.4	28.9	27.0	27.8	27.5	28.3	28.8	
8H	4H	27.6	25.4	28.0	28.9	29.3	27.5	28.3	27.9	28.8	29.2
	6H	27.7	26.4	28.2	28.9	29.4	27.6	28.1	28.1	28.8	29.3
	8H	27.6	26.4	28.3	28.9	29.4	27.6	28.3	28.2	28.7	29.3
	12H	27.6	26.3	28.3	28.8	29.4	27.7	28.2	28.2	28.7	29.2
	12H	27.6	26.4	28.3	28.8	29.3	27.5	28.3	28.0	28.7	29.2
6H	27.6	28.4	28.3	28.9	29.4	27.7	28.3	28.2	28.8	29.3	
8H	27.6	28.4	28.4	28.8	29.4	27.7	28.2	28.2	28.7	29.3	
Variación de la posición del espectador para operaciones C-entre luminarias											
S = 1.2H				+0.3 / -0.1						+0.3 / -0.1	
S = 1.5H				+0.3 / -0.5						+0.4 / -0.5	
S = 2.0H				+0.8 / -1.2						+0.9 / -1.4	
Tabla estándar				B008						B004	
Sumando de corrección				18.7						18.8	
Valor de deslumbramiento corregido en relación a 5118lm. Nota luminaria total											

Apéndice P: Curva fotométrica luminaria FEM L48. Propuesta 2

Lithonia Lighting FEM L48 3000LM IMAFD WD XX 30K 80CRI FEM L48 3000LM IMAFD WD XX 30K 80CRI / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



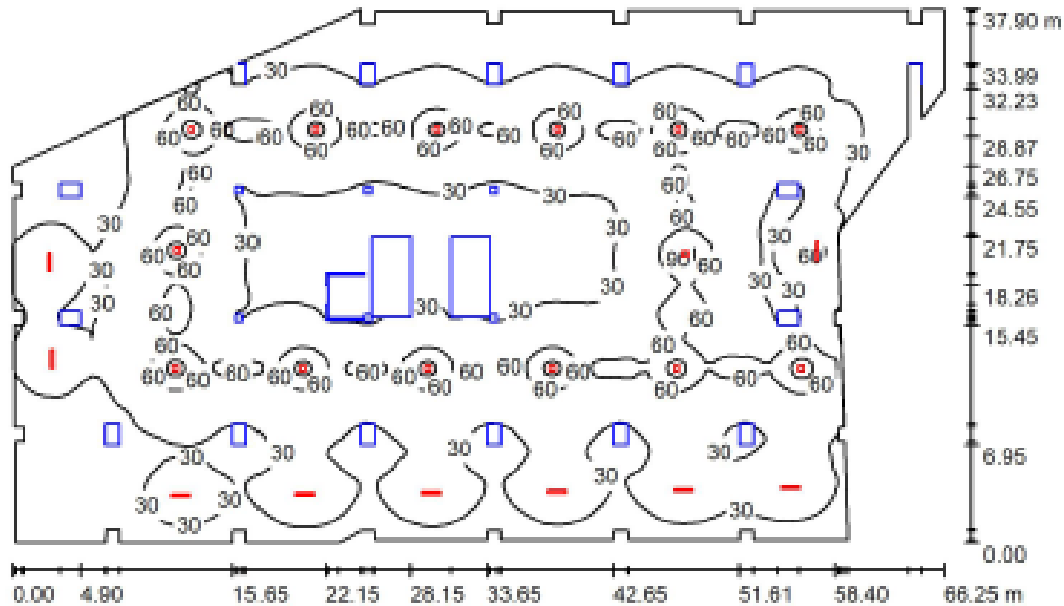
Clasificación luminarias según CIE: 90
Código CIE Flux: 30 57 81 90 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		30	30	50	50	80	80	90	90	100	
α Tachas		90	30	50	20	30	50	30	50	20	
α Foristas		30	30	30	20	20	30	30	30	20	
α Suelo		30	30	30	20	20	30	30	30	20	
Tamaño del local		Flecha en perpendicular al eje de lámpara					Flecha longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
3H	2H	13.4	14.8	13.8	15.3	15.7	36.4	17.9	16.8	18.2	28.7
	3H	15.0	16.3	15.4	16.7	17.2	39.2	20.7	18.8	21.1	31.6
	4H	15.6	16.9	16.1	17.4	17.9	39.9	22.1	21.4	23.8	33.1
	6H	16.1	17.3	16.7	17.8	18.4	42.3	23.5	22.8	24.8	34.6
	8H	16.3	17.6	16.8	18.2	18.5	43.0	24.1	23.1	24.6	35.2
4H	2H	15.0	16.2	15.5	16.7	17.2	17.0	15.3	17.5	18.8	19.3
	3H	16.8	17.9	17.3	18.4	19.0	20.3	21.4	23.8	21.9	22.5
	4H	17.6	18.6	18.2	19.2	19.8	22.0	23.0	22.5	23.5	24.1
	6H	18.2	19.1	18.9	19.8	20.4	22.6	24.5	24.2	25.1	25.7
	8H	18.6	19.4	19.2	20.0	20.7	24.4	25.2	25.0	25.8	26.5
8H	2H	19.0	19.9	19.6	20.4	21.1	22.3	23.2	22.9	23.8	24.4
	4H	20.0	20.8	20.7	21.4	22.0	24.3	25.2	24.9	25.8	26.3
	6H	20.5	21.1	21.1	21.7	22.4	25.2	25.9	25.8	26.5	27.2
	8H	20.8	21.4	21.4	22.0	22.7	26.1	26.7	26.8	27.3	28.1
	12H	4H	20.4	20.2	20.8	20.7	21.4	22.4	23.2	23.0	23.7
6H		20.6	21.3	21.2	21.9	22.6	24.4	25.0	25.0	25.6	26.4
8H		21.2	21.7	21.8	22.4	23.1	25.4	26.0	26.1	26.6	27.3
Variante de la posición del espectador para separaciones (s) entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2				
S = 2.0H		+0.4 / -0.4					+0.3 / -0.3				
Tabla estándar		BC17					BC12				
Sumario de clasificación		9.9					13.0				
Valor de deslumbramiento corregido en relación a 2862lm. Véase luminaria total.											

Apéndice Q: Curvas isolux. Propuesta 2

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:487

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Piano útil	/	37	1.17	130	0.032
Suelo	20	36	0.83	126	0.023
Techo	70	8.61	0.64	187	0.074
Paredes (83)	50	16	0.00	107	/

Piano útil:

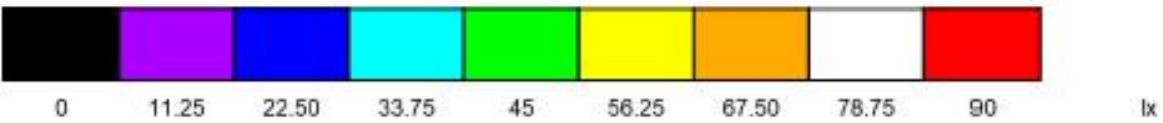
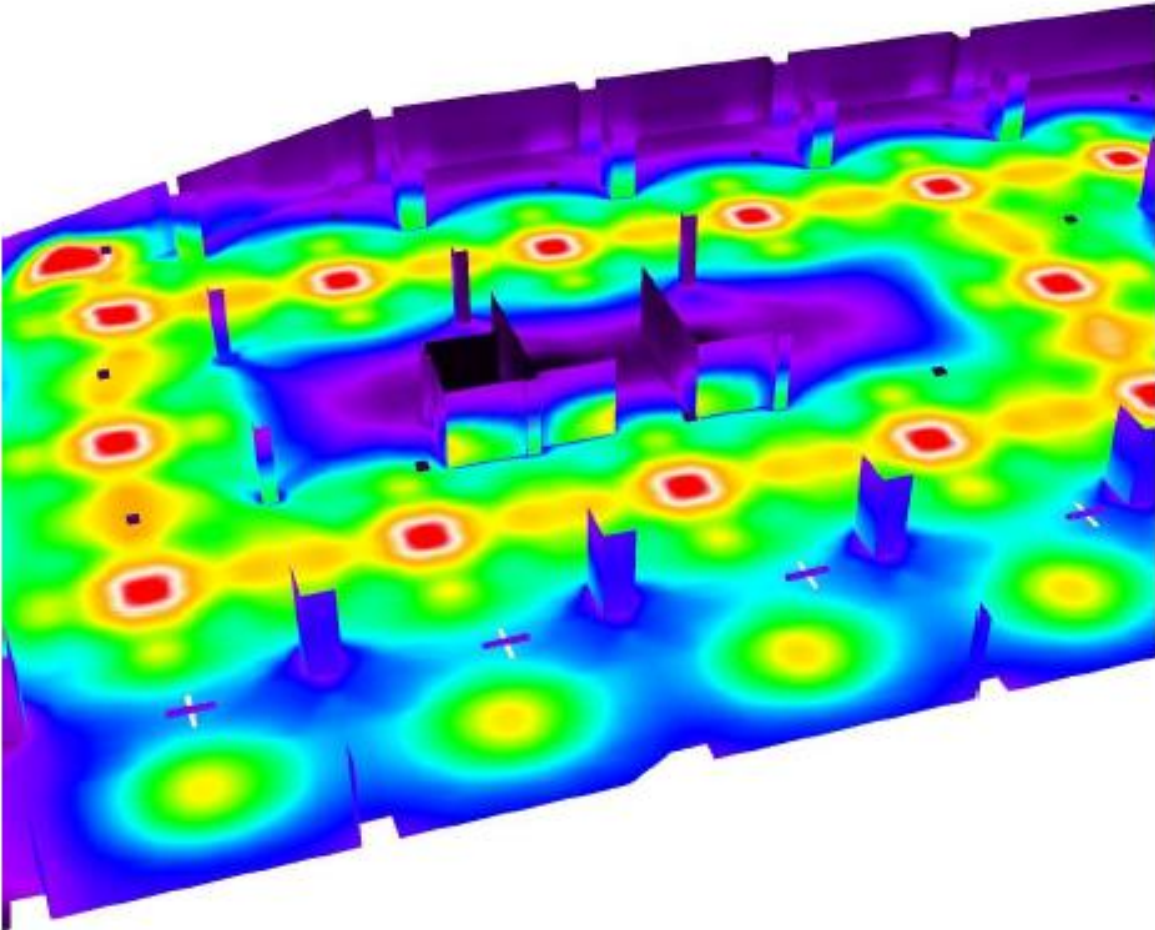
Altura: 0.000 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	EATON - LUMARK (FORMER COOPER LIGHTING) QDCAST18 (4PANELS 10" TILT) LUMARK QUADCAST PARKING GARAGE/CANOPY FIXTURE W/4 ROTATING OPTICAL LIGHT PANELS (1.000)	5118	5118	54.0
2	9	Lithonia Lighting FEM L48 3000LM IMAFD WD XX 30K 80CRI FEM L48 3000LM IMAFD WD XX 30K 80CRI (1.000)	2862	2862	22.2
			Total: 97410	Total: 97410	955.4

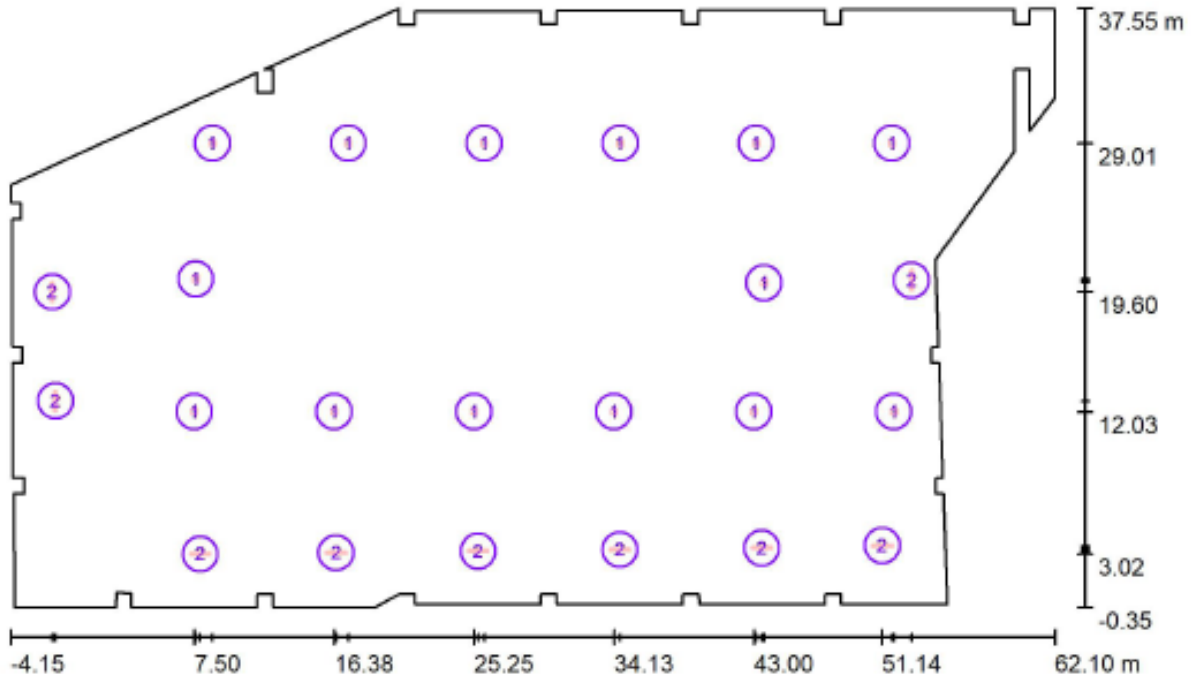
Valor de eficiencia energética: 0.45 W/m² - 1.22 W/m²/100 lx (Base: 2141.60 m²)

Local 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



Apéndice S: Ubicación de luminarias. Propuesta 2

Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 474

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	14	EATON - LUMARK (FORMER COOPER LIGHTING) QDCAST1B (4PANELS 10°TILT) LUMARK QUADCAST PARKING GARAGE/CANOPY FIXTURE W/4 ROTATING OPTICAL LIGHT PANELS
2	9	Lithonia Lighting FEM L48 3000LM IMAFD WD XX 30K 80CRI FEM L48 3000LM IMAFD WD XX 30K 80CRI

Apéndice T:Ficha tecnica Luminaria 228T5 Propuesta 1



FEATURES & SPECIFICATIONS

INTENDED USE — Ideal for use in applications where smart, energy-efficient fixtures are desired. Typical applications include, parking garage, canopy, transportation, school, hospital and retail/retail environments where moisture or dust is a concern. Polycarbonate enclosure protects fixture while remaining easy to service and clean. Certain airborne contaminants can diminish the integrity of acrylic and/or polycarbonate.

[Click here for Acrylic/Polycarbonate Compatibility table for available uses.](#)

CONSTRUCTION — UV-stabilized, injection-molded, impact-resistant, frosted polycarbonate housing with continuous poured-in-place, closed-off gasket. 20-gauge steel channel and channel cover. Tool-less ballast and wiring access. Fixture design allows for 10-12% uplight.

OPTICS — UV-stabilized, injection-molded, impact-resistant, clear transparent, polycarbonate lens with aesthetic rib detail (.000" thick). Clear transparent, impact-resistant, polycarbonate latches standard fit for 1-20 lamp-mounting screws included. Stainless steel latches also available. Reflectors are precision-finished, high-performance, segmented optics utilizing premium special aluminum and optimized for both 1- and 2-lamp configurations. Provides 95% reflectivity and warranted for 25 years.

ELECTRICAL — Ballasts: Thermally protected, resetting, Class P, RFL, Sound Rating A+, 90°C rated Advance Cool Running™ ballast standard for T5HO. T5 ballast starting temperature is -10°C (10°F) and T5HO starting temperature is -25°C (-10°F).

Lamps: 4100K lamps standard. Sealed with latching lamp holders for ease of in-lamping and to minimize disconnection due to vibration or incidental contact.

INSTALLATION — Stainless steel surface spring-mounting brackets standard (2 included). A variety of stainless steel mounting options available: surface conduit only on each end and on top, j-box mounting and mounting brackets for suspension with at least cable (cable not included). Optional stainless steel V-hooks available for chain hanging (chain not included). For horizontal mounting on a wall, application must be under a covered ceiling and OMB option recommended. 1/2" - 3/4" RD.

LISTINGS — CSA Certified to UL and C-UL standards, NOM Certified (see Options). CSA listed for ambient operation up to 40°C (104°F). VAP is wet-location listed for covered-ceiling applications. Product will be listed for damp location when horizontally wall mounted. IP65 and IP66 rated.

WARRANTY — 1-year limited warranty. Complete warranty terms located at

www.archway.com/Customers/Service/Service_and_conditions.aspx

For installed Rough Service Product(s), Acuity warrants that, for the lifetime of the product(s), the poly-

Catalog Number
Notes
Type



carbonate lens and/or polycarbonate housing will withstand breakage resulting from occasional physical abuse and rough handling like "Tough Service Warranty", notwithstanding the standard exclusion set forth at www.archway.com/Customers/Service/Service_and_conditions.aspx.

Note: Actual performance may differ as a result of end-user environment and application. Specifications subject to change without notice.

00000044000000000000 Lead times will vary depending on options selected. Consult with your sales representative. **Example: VAP 254L**

Series	Lamp type ¹	Shielding	Distribution	Voltage	Ballast configuration >>>																	
VAP	<table border="1"> <tr> <td>T5HO lamps</td> <td>T5 lamps</td> <td>T8 lamps</td> </tr> <tr> <td>254L 1 lamp, 54W</td> <td>220T5L 1 lamp, 20W</td> <td>221L 1 lamp, 20W</td> </tr> <tr> <td>254L 2 lamps, 54W</td> <td>220T5L 2 lamps, 20W</td> <td>221L 2 lamps, 20W</td> </tr> </table>	T5HO lamps	T5 lamps	T8 lamps	254L 1 lamp, 54W	220T5L 1 lamp, 20W	221L 1 lamp, 20W	254L 2 lamps, 54W	220T5L 2 lamps, 20W	221L 2 lamps, 20W	(blank) Clear polycarbonate	<table border="1"> <tr> <td>White ballast cover</td> <td>Wide distribution</td> </tr> <tr> <td>(blank) General distribution</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Special ballast</td> <td></td> </tr> <tr> <td>WD</td> <td>Wide distribution</td> </tr> </table>	White ballast cover	Wide distribution	(blank) General distribution		Special ballast		WD	Wide distribution	(blank) MVOLT; 120V-277V HVOLT 347V-480V	(blank) One ballast 2/1 Two 1-lamp ballasts
T5HO lamps	T5 lamps	T8 lamps																				
254L 1 lamp, 54W	220T5L 1 lamp, 20W	221L 1 lamp, 20W																				
254L 2 lamps, 54W	220T5L 2 lamps, 20W	221L 2 lamps, 20W																				
White ballast cover	Wide distribution																					
(blank) General distribution																						
Special ballast																						
WD	Wide distribution																					
> Ballast	Lamps installed ²	Options ³	WLF	WLFEND	WLFENDz	WLFEN	QMB	CMB	JSB	CSOB	LSC											
T5/T5HO (blank) 1.0 BE, PMS GB20S .80 BE, stop dimming (100% - 50%) ^{4,5} GB30S .90 BE, PMS, stop dimming ⁶ JL (blank) 1.10 BE, IS GB10S .80 BE, IS GB10SL .76 BE, IS GB10PS .80 BE, PS BSNP .87 BE, PS stop dimming ^{4,5}	(blank) 05 CR, 041 LP100 05 CR, 030 LP105 05 CR, 035 LP150 05 CR, 030	CLR Internal fast-blow fusing ⁷ E114DW Emergency lighting (1400 lumens) ⁸ MS_ Wet location motion sensor with bracket, wired on/off ^{9,10,11} MS_ D Wet location motion sensor with bracket wired for 0/100 dimming ^{12,13} PE Photoelectric cell (button type) ¹⁴ RF1 Radio interference filter, one per fixture EsoCW Cold weather battery pack ¹⁵	WLF Wet location fitting (two outboard, top) WLFEND Wet location fitting (one end) WLFENDz Wet location fittings (both ends) ¹⁶ WLFEN Wet location fitting (two inboard, top) QMB Quick-mount ceiling bracket ¹⁷ CMB Chain-mount bracket ^{18,19} JSB Junction box snap bracket ²⁰ CSOB 6" white cold, 16/3, no plug, wet location LSC Lens safety clip	CS01 6" Brad fastener 16/3 cold and straight blade plug set CS01 z1 12" Brad fastener 16/3 cold and straight blade plug set IS Homemade shield UPS Uplight shield LCP1 Pneumatic light control film ²¹ LCP2 Opaque light control film LCP3 Stippled light control film STSL Stainless steel latches NOM NOM Certified																		

Accessories: Order as separate catalog number. (Clips optional)
VAPWB Surface spring-mount bracket 001120001 One based on rib, Two T50, lamp resistant screws with under-rip pin
VAPWB Chain-mount ceiling bracket 001120001V Two T50 screwdriver for use with lamp resistant screws with under-rip pin
VAPWB Chain-mount bracket
VAPWB Junction box snap bracket
HC36 Wire hook and 1/2" chain set (two per package) ²²

- Notes:**
- To order fixtures WITHOUT lamps, remove the "L" from the description (example: 254L 122).
 - Not available with 2025 or 1-lamp T5HO.
 - Available with 2-lamp only.
 - Available with 2025 only. Recommended for applications with ambient temperatures 50°F (10°C) and above.
 - Available with 2025 only. Recommended for applications with ambient temperatures 50°F (10°C) and above.
 - Available with T5HO only. Recommended for applications with ambient temperatures 50°F (10°C) and above.
 - Alternate lamp color need only be specified if pre-installed lamps are provided.
 - For additional options, consult factory.
 - Must specify voltage.
 - Must specify voltage, T50 or 2T7 only.
 - GB20PS recommended.
 - For mounting up to 10', specify MSB; for mounting up to 30', specify MSZL.
 - For use with stop dimming ballast.
 - Not available with MSB.
 - Not available with comb, sensors or photo cell option.
 - Accessories may be ordered as separate catalog numbers.
 - Requires HC36 option.
 - For stainless steel, specify STS (example: HC36 STS).
 - Requires chain mount bracket (CMB) option.

Apéndice U:Ficha tecnica Luminaria QDCAST 1B Propuesta 2

STOCKING ORDERING INFORMATION

Sample Stock Number: QDCAST1B

Product	Description	Accessories (Order Separately)
QDCAST1B	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Grey with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 120V-277V, 50/60 Hz	QDPBG-Quadcast 6" Pendant Bird Guard
QDCAST1B-MSP-A-12	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Grey with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 120-277V, 50/60 Hz. Includes Integral ON/OFF Occupancy Sensor and Photocontrol	QDCOV-Quadcast Cover*
QDCAST1B-MSP-03M-L12*	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Grey with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 120-277V, 50/60 Hz. Includes Integral Occupancy Sensor and Photocontrol for Dimming	
QDCAST1B-347V	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Grey with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 347V, 60Hz	
QDCAST1B-347V-MSP-A-12*	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Grey with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 347V, 60 Hz. Includes Integral ON/OFF Occupancy Sensor and Photocontrol	
QDCAST1B-347V-MSP-03M-L12*	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Grey with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 347V, 60 Hz. Includes Integral Occupancy Sensor and Photocontrol for Dimming	

NOTE: 1. Factory set to 20% power reduction after 15 minutes of inactivity. Dimming driver and integral photo sensor included. 2. Dimming driver and integral photo sensor included. 3. QDCOV can be used in applications without a sensor or with the MSP integrated sensor.

POWER CONSUMPTION

Voltage	Current (amps)	Power (Watts)
120V	0.48A	58W
208V	0.27A	58W
240V	0.24A	58W
277V	0.21A	58W
347V	0.17A	62W

CR/CCT TABLE

LED Information	QDCAST1B-XX	QDCAST1B-347V
Delivered Lumens	5100	4900
CCT (kelvin)	4000	4000
Color Rendering Index (CRI)	70	70

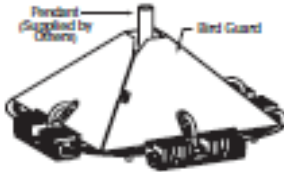
LUMEN MULTIPLIER

Ambient Temperature	Lumen Multiplier
10°C	1.04
15°C	1.03
25°C	1.00
40°C	0.96

LUMEN MAINTENANCE

Ambient Temperature	TM-21 Lumen Maintenance (60,000 Hours)	Theoretical L70 (Hours)
25°C	≥90%	≥520,000
40°C	≥80%	≥300,000

Pendant Bird Guard (QDPBG)



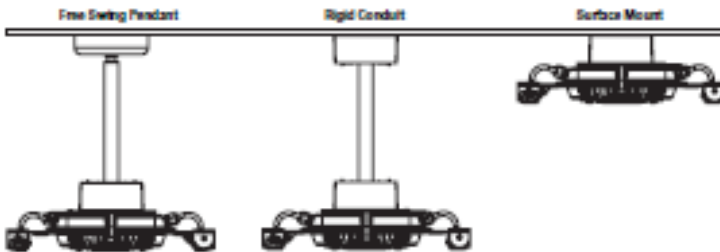
Occupancy Sensor (QDCAST1B-MSP)



Quadcast Cover (QDCOV)



TYPICAL MOUNTING CONFIGURATIONS (PENDANT STEM AND J-BOXES SUPPLIED BY OTHERS)



Eaton
 221 Highway 88 South
 Peachtree City, GA 30269
 P: 770-689-6000
www.eaton.com/lighting

Specifications and dimensions subject to change without notice.

LED1300315N
 2017-06-29 13:32:46

Apéndice V:Ficha tecnica Luminaria QDCAST 1B Propuesta 2

STOCKING ORDERING INFORMATION

Sample Stock Number: QDCAST1B

Product	Description	Accessories (Order Separately)
QDCAST1B	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Gray with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 120V-277V, 50/60 Hz	QDPBG-Quadcast® Pendant Bird Guard
QDCAST1B-MSP-A12	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Gray with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 120-277V, 50/60 Hz. Includes Integral ON/OFF Occupancy Sensor and Photocontrol	QDCOV-Quadcast® Cover*
QDCAST1B-MSP-08M-L12*	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Gray with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 120-277V, 50/60 Hz. Includes Integral Occupancy Sensor and Photocontrol for Dimming	
QDCAST1B-36V	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Gray with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 36V, 60Hz	
QDCAST1B-36V-MSP-A12*	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Gray with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 36V, 60 Hz. Includes Integral ON/OFF Occupancy Sensor and Photocontrol	
QDCAST1B-36V-MSP-08M-L12*	LED Parking/Garage/Canopy Luminaires, Concrete Gray with Four Integral Locking Light Panels and Quick-Mount Bracket System, 36V, 60 Hz. Includes Integral Occupancy Sensor and Photocontrol for Dimming	

NOTE: 1. Factory set to 20% power reduction after 10 minutes of inactivity. Dimming of 10% and integral photo sensor included. 2. Dimming of 10% and integral photo sensor included. 3. QDCOV can be used in applications without a sensor or with the MSP integrated sensor.

POWER CONSUMPTION

Voltage	Current (amps)	Power (Watts)
120V	0.45A	54W
208V	0.27A	56W
360V	0.36A	56W
277V	0.21A	58W
36V	0.17A	62W

CRU/CCT TABLE

LED Information	QDCAST1B-XX	QDCAST1B-36V
Delivered Lumens	5100	4923
CCT (Kelvin)	4000	4000
Color Rendering Index (CRI)	70	70

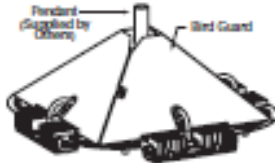
LUMEN MULTIPLIER

Ambient Temperature	Lumen Multiplier
10°C	1.06
15°C	1.02
25°C	1.00
40°C	0.90

LUMEN MAINTENANCE

Ambient Temperature	TM-21 Lumen Maintenance (50,000 Hours)	Theoretical L70 (Hours)
25°C	≥95%	≥525,000
40°C	≥95%	≥505,000

Pendant Bird Guard (QDPBG)



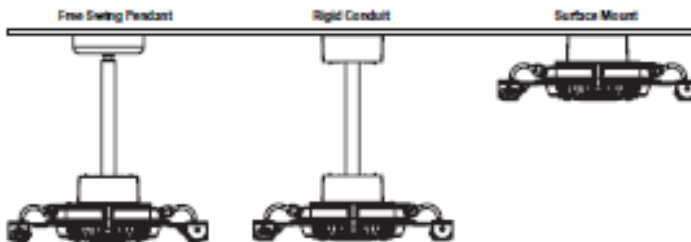
Occupancy Sensor (QDCAST1B-MSP)



Quadcast Cover (QDCOV)



TYPICAL MOUNTING CONFIGURATIONS (PENDANT STEM AND J-BOXES SUPPLIED BY OTHERS)



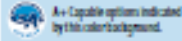
Eaton
1021 Highway K South
Fountain Valley, CA 92708
P: 714-888-6300
www.eaton.com/lighting

Specifications and dimensions subject to change without notice.

12513007EN
2017-04-25 13:32:40

Apéndice X :Ficha tecnica Luminaria FEM Propuesta 2

FEM LED Low-Profile Enclosed and Gasketed



ORDERING INFORMATION Lead times will vary depending on options selected. Consult with your sales representative. **Example:** FEM L48 4000LM IMAFLL WD MVOLT G210 40K 80CRI

Series	Length	Nominal Lumens	Diffuser	Distribution	Voltage	Driver	Color temperature	CRI
FEM	L48 48"¹	3000LM 3,000 lumens	IMAFLL Acrylic, linear ribbed frosted lens	MD Medium WD Wide¹	MVOLT MVOLT G210 0 - 10V dimming	30K 3000K 35K 3500K 40K 4000K 50K 5000K	80CRI 80CRI 90CRI 90CRI	
		4000LM 4,000 lumens	IMAFCD Acrylic, clear deep lens		120 120V			
		6000LM 6,000 lumens	IMAFD Acrylic, deep frosted lens		277 277V			
		8000LM 8,000 lumens	IMAFLL Acrylic, low profile frosted lens²		347 347V³			
		10000LM 10,000 lumens	LPFLL Acrylic, low profile clear lens²		480 480V			
	L36 36"¹	9000LM 9,000 lumens	LPFCL Polycarbonate, low profile clear lens²					
		12000LM 12,000 lumens	LPFLL Polycarbonate, low profile frosted lens²					
		15000LM 15,000 lumens						
		18000LM 18,000 lumens						
		20000LM 20,000 lumens						

Options					
SF	Single fuse (available with 120, 277, 347V⁴)	CS00	6" Black Flathead 16/32 cord and straight blade plug set⁵	MS100NWL	Low mount 360° integral motion sensor, wet location, On/Off operation⁶
DF	Double fusing (available with 147, 480V⁴)	CS00L12	12" Black Flathead 16/32 cord and straight blade plug set⁵	MS100L1PWL	Low mount 360° integral motion sensor, wet location, High/Low operation On/Level⁶
ESL520	Bosch® emergency LED battery pack for -20°C and up⁷	CS00R	Black Flathead receptacle		
BC10	Generator transfer device⁸	CS00	6" white cord, 16/32, no plug, wet location	MS100NWL DSCNWL	Low mount 360° integral motion sensor, wet location, On/Off operation for motion sensing, override Off due to daylight⁶
SPD	Surge protection device, additional 10kVPSM⁹	CS00L12	12" white cord, 16/32, no plug, wet location		
WU	Wet location fitting (no on-board, top)	T05	Tempel Resistant Torx® T10 screws		
WUEND	Wet location fitting (one end)	DPM0	Dual pendant mounting bracket	MS100AM DSCNWL	Export wireless integral motion sensor, On/Off operation for motion sensing, override Off due to daylight⁶
WUEND2	Wet location fitting (both ends)	D1	Damp location	XND	XPoint™ wireless controller, 0-10V dimming⁶
		STSL	Stainless steel latches		

Accessories: Order as separate catalog number.	
NRCH36	Jack chain 36" (part)
NRBR120	10' single leg all staff cable (ships as part)
NRBR120SS	10' single leg all staff cable, stainless steel (ships as part)
DR1 T10DRY	Torx® T10 screwdriver for T05 option
FEMDPM0	Dual pendant mounting bracket (ships as a part)

- Notes:**
- Available with 3000LM, 4000LM, 6000LM, 8000LM, and 10000LM lumen packages. Not available with WD when using low profile diffuser.
 - Available with 9000LM, 12000LM, 15000LM, 18000LM, and 20000LM. Not available with low profile diffuser options.
 - Not available with L36. Not available with L48 when ordering WD option.
 - Not available with L48 when ordering low profile lens options.
 - Utilizes snap-down bezel/frame. Not available with BC10.
 - Must specify voltage.
 - Not available with 147 or 480V. For use in ambient temperature -20°C and up.
 - Available with 120V or 277V only. For use in ambient environments up to 25°C. Not available with L48 when ordering 10000LM lumen package. Not available with L36 when ordering 10000LM or 20000LM lumen packages.

Apéndice Y :Sensor de movimiento

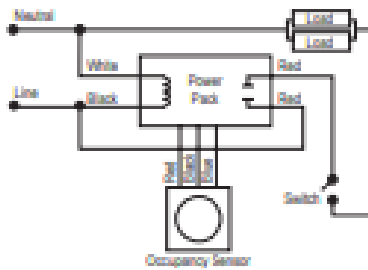


Specifications

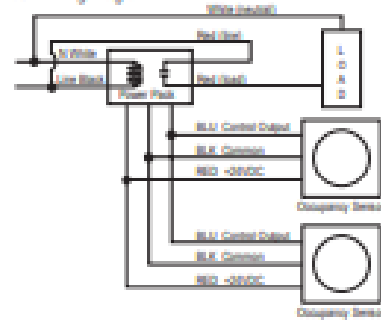
- Solid state, crystal-controlled (25 kHz \pm 0.005%)
- Temperature and humidity-resistant 25 kHz receivers: W-500A contains one receiver, other models contain two receivers
- Adjustable time delay: 15 seconds to 15 minutes
- Mounting options: ceiling tile, 4" sq. junction box
- Max. units per power pack: B = seven; B2 = nine
- Dimensions: 4.5" x 4.5" x 1.25" (115mm x 115mm x 32mm) W x L x D
- UL listed
- Five year warranty

Wiring

Standard Wiring Diagram



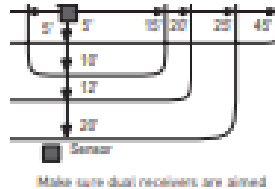
Multiple Sensor Wiring Diagram



Coverage, Installation & Placement

Coverage Pattern

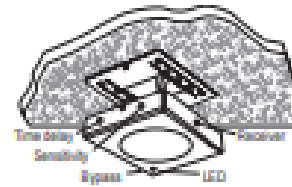
Coverage shown represent half-step walking motion. Actual coverage can vary for each application depending on the shape and the use of space and the obstacles present. Coverage may be reduced if product is mounted greater than 12 feet high. The W-2000H drawing is not drawn to scale. Coverage is 10' x 90' in a hallway; enclosed spaces enhance coverage.



Make sure dual receivers are aimed

Installation

Attach sensor to a vibration-free surface. Mount the sensors with the receivers facing the area of coverage. Note: Ultrasonic sensors should be placed 6" away from supply ducts, 6" from horizontal discharge ducts, and 4" from power packs.



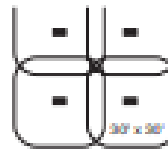
Enclosed Office Sensor Placement

For enclosed spaces, place sensors as in Figure A. Sensors placed as in Figure B may see out the door and cause false triggers.



Open Office Sensor Placement

A typical layout for an open office space would be to place W-2000A sensors so they control zones that overlap. For partitioned spaces, a typical zone is about 25' x 25' with an overlap on the coverage that senses motion up to 30' x 30'.



Ordering Information

Catalog #	Voltage	Current	Coverage
<input type="checkbox"/> W-500A	24 VDC	16 mA	360", 500 ft ² (44.3 m ²)
<input type="checkbox"/> W-500A-U	24 VDC	16 mA	360", 1000 ft ² (92.9 m ²)
<input type="checkbox"/> W-1000A	24 VDC	16 mA	360", 2000 ft ² (185.8 m ²)
<input type="checkbox"/> W-1000A-U	24 VDC	16 mA	360", 90 linear ft (27.4 m)**

All units are white and use Wattstopper power packs.
 **Coverage for an enclosed hallway is 10' x 90' (see pattern above).
 -U = BAA/TMA compliant; product is compliant with Buy American Act and Trade Agreement Act.

Apéndice Z: Panel de Relay

Order Number	Date	Project
--------------	------	---------

OVERVIEW

The Blue Box LT series is a cost-effective, simple alternative to traditional time clocks, twist timers, and contractor packages. The Blue Box LT comes in three enclosure sizes, each with a compact footprint that saves valuable space in retail settings, open offices, and other small-to-medium sized projects.

The Blue Box LT arrives pre-assembled and ready for installation. The Master Panel may be networked with up to 16 digital devices including remote relay panels, switches and photocells. The additional input for an outdoor photosensor may be programmed to control any relay(s) on the bus, allowing the Blue Box LT to replace expensive line-voltage cabling for override switches and photocells.

The Blue Box LT series is compatible with LC&D's GR 2400 system and accessories.

FEATURES

- 100% digital
- UL listed 30A Ballast/HID, 20A Tungsten, 18,000A Short Circuit Current Rating (SCCR) @ 277V
Normally Closed latching relays (NCL)
- Simple networking via Cat. 5 cable with RJ45 connectors
- Hinged locking door

Warranty

3-year limited warranty. Complete warranty terms located at:

www.acuitybrands.com/CustomersResources/Terms_and_conditions.aspx

Note: Actual performance may differ as a result of end-user environment and application. Specifications subject to change without notice.



Blue Box™ LT



ORDERING INFORMATION

ENCLOSURE and INTERIOR must be ordered in separate lines, see Examples.

ENCLOSURE		Example: GR1404 LT ENC SM NE1
Relay Panel Enclosure		Mounting, NEMA Rating
GR1404 LT ENC	4 relay enclosure	SM NE1 Surface Mount, NEMA 1
GR1408 LT ENC	8 relay enclosure	FM NE1 Flush Mount, NEMA 1
GR1416 LT ENC	16 relay enclosure	SM NE4 Surface Mount, NEMA 4 SM NE12 Surface Mount NEMA 12

INTERIOR						Example: GR1404 LT INT 4NCL DTC DV D14
Relay Panel Interior	Relays	Clock Option	Transformer	Input Card	Voltage Barrier ⁴	
GR1404 LT INT	4 relay interior	DTC Digital time clock	DV Dual voltage 120/277V	[blank] none D14 14 inputs	[blank] none TVS 1 barrier ZVS 2 barriers	
GR1408 LT INT	8 relay interior	DTCMOD Digital time clock with modem	CNDV Canadian dual voltage ⁴			
GR1416 LT INT	16 relay interior	REMOTE Remote panel, no clock	34V 347V ⁵			

ACCESSORIES	
Relay Panel Enclosure	
PCCELL 2WD BB	2-Wire Outdoor Photosensor

- Notes:**
1. If GR1404 then (4), if GR1408 then (8), and if GR1416 then (16)
 2. If GR1404 then (2), if GR1408 then (4), and if GR1416 then (8)
 3. Only available in remote panels
 4. GR1408 and GR1416 only
 5. GR1404 only
 6. Acceptability of internal barrier for normal and emergency power separation is up to the discretion of the authority having jurisdiction.

Apéndice 1 Cotización Luminarias

From: Jose Vargas [mailto:jvargas@arteenluz.com]
Sent: Friday, February 23, 2018 5:29 PM
To: Herson Fernandez Paniagua <herson.fernandez.paniagua@jci.com>
Subject: Re: Luminarias Lithonia

Saludos,

Precios referencia, cuando es proyecto y volumen se negocia.

VAP 2 28T5L WD \$310.23
VAP 4000LM FST WD MVOLT GZ10 30K \$436.14

FEM4 2 28T5 IMAFL MVOLT GEB10PS \$195.93
FEM L48 3000LM IMAFL WD 277 GZ1O 30K 80CRI \$250.20

Precios más el 13%

Gracias



From: Ariza, Hiznardo
Sent: lunes, 23 de abril de 2018 5:01 a. m.
To: 'Herson Fernandez Paniagua'
Cc: hariza@tigomail.cr
Subject: RE: [EXTERNAL] QUADCAST 1B

Herson buenos días,

De acuerdo a tu solicitud por medio de la presente te presentamos el precio de referencia para la luminaria QUADCAST 1B en configuración estándar.

QUADCAST 1B ----- \$ 340 USD por unidad. Precio referencia del material puesto en Costa Rica a través de un distribuidor.

NOTA: Este precio puede tener pequeñas variaciones hacia abajo o hacia arriba dependiendo de las condiciones actuales de mercado y solo debe usarse para la estimación de costo en proyectos.

Slds.

HAA

Arq. Hiznardo Ariza Alvarez
Sales & Spec. Manager
Central America Sales, Lighting solutions

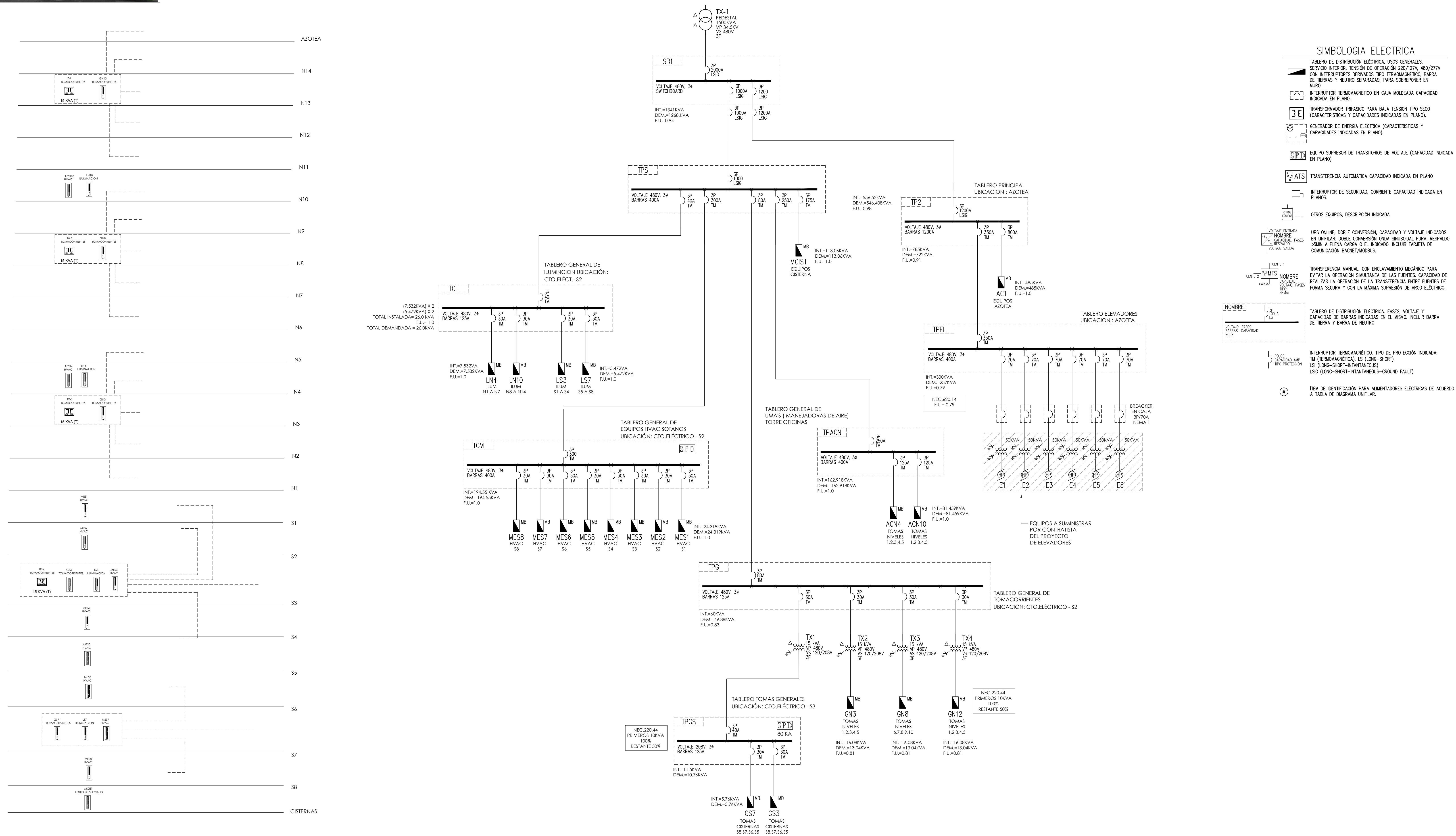
Eaton Electrical S.A.
300 mts. Oeste de la Universidad Católica
San Vicente de Moravia, San Jose de Costa Rica.
Cel. (506) 8349 4810
HiznardoAriza@Eaton.com
www.eaton.com/lighting





DISEÑO ELECTRIC DEL SISTEMA DE ILUMINACION Y SERVICIOS GENERALES PARA ESTACIONAMIENTOS Y AREA DE DE SERVICIO DE UN EDIFICIO DE OFICINAS.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA
 ALUMNO : HERSON FERNANDEZ PANIAGUA
 TUTOR : BILLY RETANA



DISTRIBUCION ELECTRICA
 ESCALA 1:1000

DIAGRAMA UNIFIALR ELECTRICO
 ESCALA 1:1000

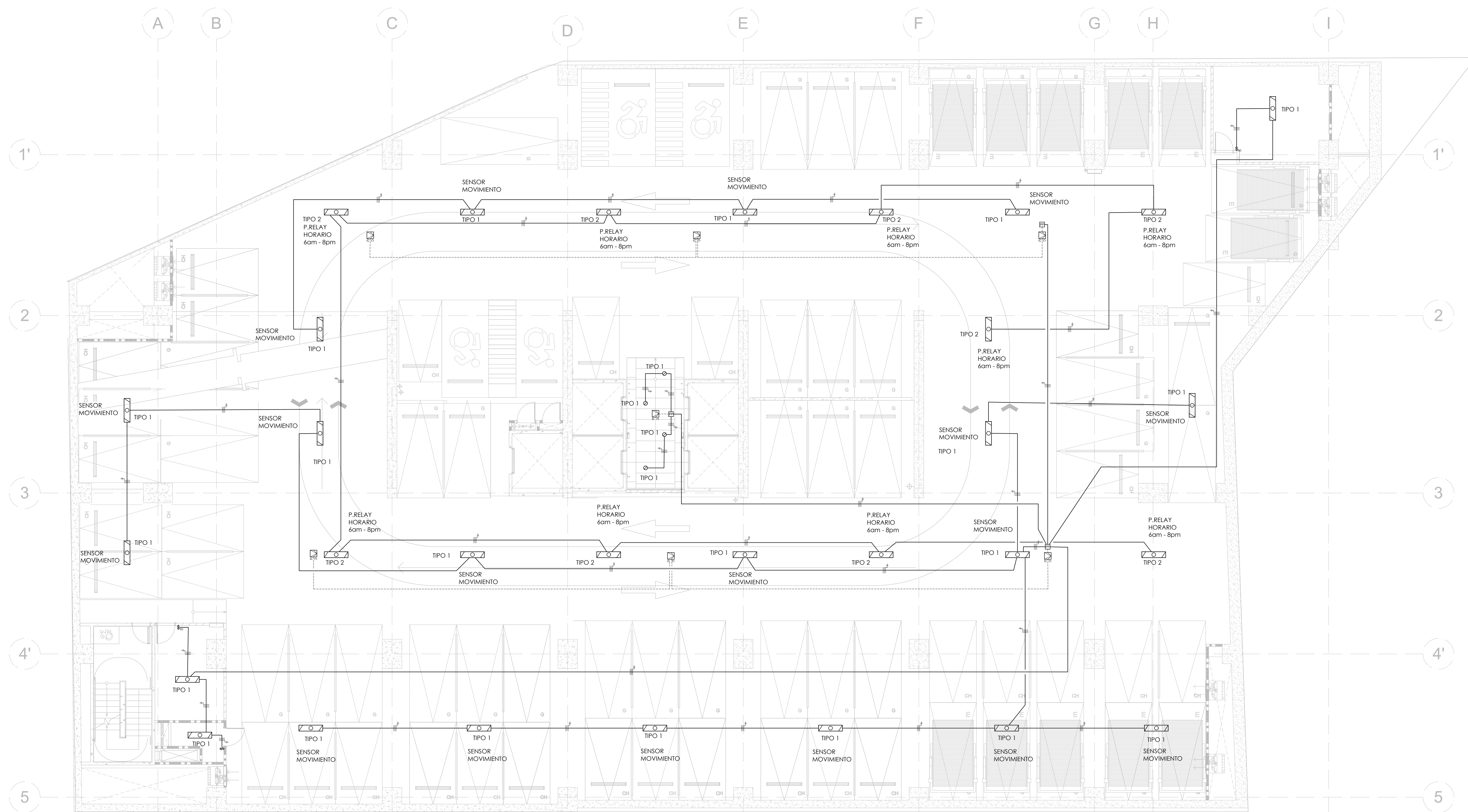
REV.	FECHA	POR	OBSERVACIONES
PROYECTO			
TORRE REAL			
PROPIETARIO			

PROVINCIA:	CANTON:	DISTRITO:	
---	---	---	
PROFESIONAL RESPONSABLE			
HERSON FERNANDEZ PANIAGUA			
PROFESIONAL RESPONSABLE			

DIBUJO POR COMPUTADORA: SISTEMA AUTOCAD			
OPERADORES: HERSON FERNANDEZ PANIAGUA			
INFORMACION REGISTRO PUBLICO			
PROPIETARIO: ---			
N° CATASTRO: ---			
COTAS: --- FOLIO REAL: ---			
CONTENIDO:			
DIAGRAMA UNIFILAR			
ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	ABRIL 2018	E0	

13 X 56W = 728W
Total [W] 728 WATTS
Total [VA] 728W/0.9 = 808VA

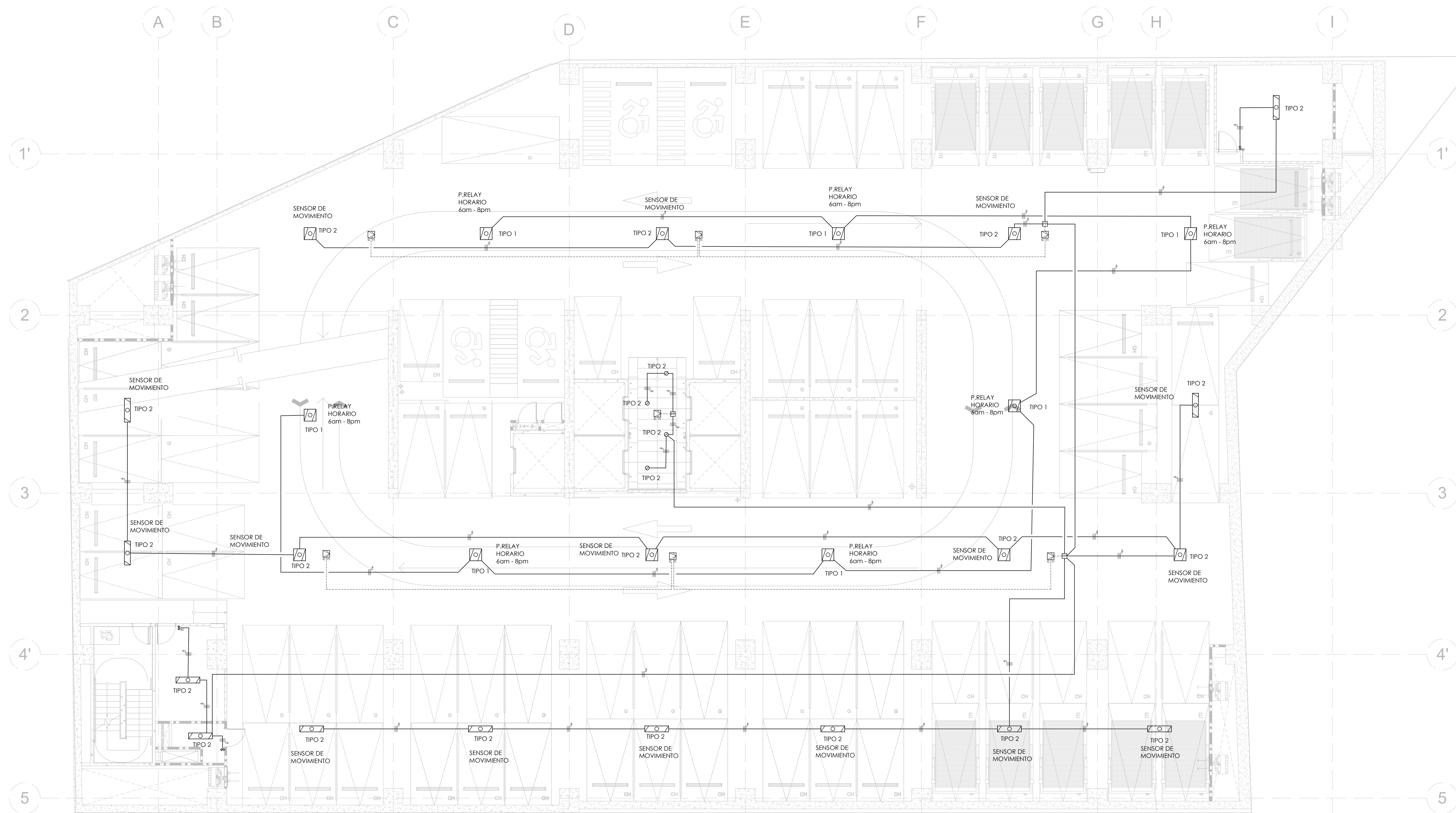
SALIDAS DE CIRCUITOS TIPO – TOMAS / EQUIPOS								
CIRCUITO TIPO No.	CIRCUITO EN	CIRCUITO EN	CIRCUITO EN	CIRCUITO EN	CIRCUITO EN	CIRCUITO EN	CIRCUITO EN	CIRCUITO EN
1	LS7-1	LS7-3	LS7-5	LS7-7	LS3-1	LS3-3	LS3-5	LS3-7
2	LS7-2	LS7-4	LS7-6	LS7-8	LS3-2	LS3-4	LS3-6	LS3-8



PLANTA DE DISTRIBUCION DE ILUMINACION
SOTANO 8 AL 1
ESCALA 1:100

REV.	FECHA	POR	OBSERVACIONES
PROYECTO TORRE REAL			
PROPIETARIO ---			
PROVINCIA:	CANTON:	DISTRITO:	
--	--	--	
PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
PROFESIONAL RESPONSABLE DIRECCION TECNICA ---			
DIBUJO POR COMPUTADORA: SISTEMA AUTOCAD OPERADORES: HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
INFORMACION REGISTRO PUBLICO PROPIETARIO: --- N° CATASTRO: --- CITAS: --- FOLIO REAL: ---			
CONTENIDO: ILUMINACION SOTANOS PROPUESTA 1			
ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	ABRIL 2018	E1	

SALIDAS DE CIRCUITOS TIPO - TOMAS / EQUIPOS								
CIRCUITO TIPO No.	CIRCUITO EN S8	CIRCUITO EN S7	CIRCUITO EN S6	CIRCUITO EN S5	CIRCUITO EN S4	CIRCUITO EN S3	CIRCUITO EN S2	CIRCUITO EN S1
1	LS7-1	LS7-3	LS7-5	LS7-7	LS3-1	LS3-3	LS3-5	LS3-7
2	LS7-2	LS7-4	LS7-6	LS7-8	LS3-2	LS3-4	LS3-6	LS3-8



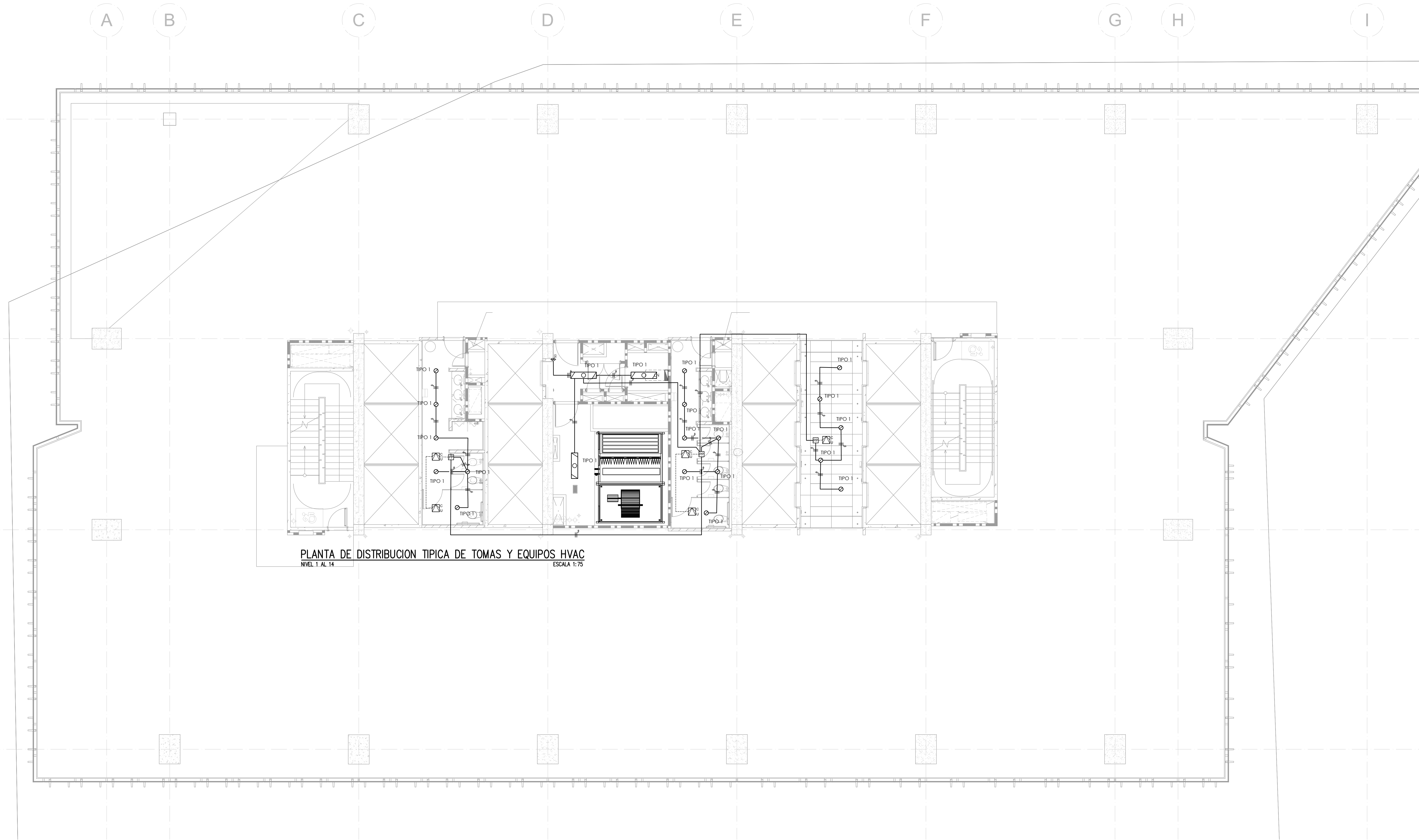
PLANTA DE DISTRIBUCION DE ILUMINACION
SOTANO 8 AL 1
ESCALA 1:100

REV.	FECHA	POR	OBSERVACIONES
PROYECTO TORRE REAL			
PROPIETARIO ---			
PROVINCIA:	CANTON:	DISTRITO:	
--	--	--	
PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
PROFESIONAL RESPONSABLE DIRECCION TECNICA ---			
DIBUJO POR COMPUTADORA: SISTEMA AUTOCAD OPERADORES: HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
INFORMACION REGISTRO PUBLICO PROPIETARIO: --- N° CATASTRO: --- CITAS: --- FOLIO REAL: ---			
CONTENIDO: ILUMINACION SOTANOS PROPUESTA 2			
ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	ABRIL 2018	E2	

SALIDAS DE CIRCUITOS TIPO - ILUMINACION														
CIRCUITO TIPO No.	CIRCUITO EN N1	CIRCUITO EN N2	CIRCUITO EN N3	CIRCUITO EN N4	CIRCUITO EN N5	CIRCUITO EN N6	CIRCUITO EN N7	CIRCUITO EN N8	CIRCUITO EN N9	CIRCUITO EN N10	CIRCUITO EN N11	CIRCUITO EN N12	CIRCUITO EN N13	CIRCUITO EN N14
1	LN4-1	LN4-2	LN4-3	LN4-4	LN4-5	LN4-6	LN4-7	LN10-1	LN10-2	LN10-3	LN10-4	LN10-5	LN10-6	LN10-7

CIRCUITO TIPO No.1

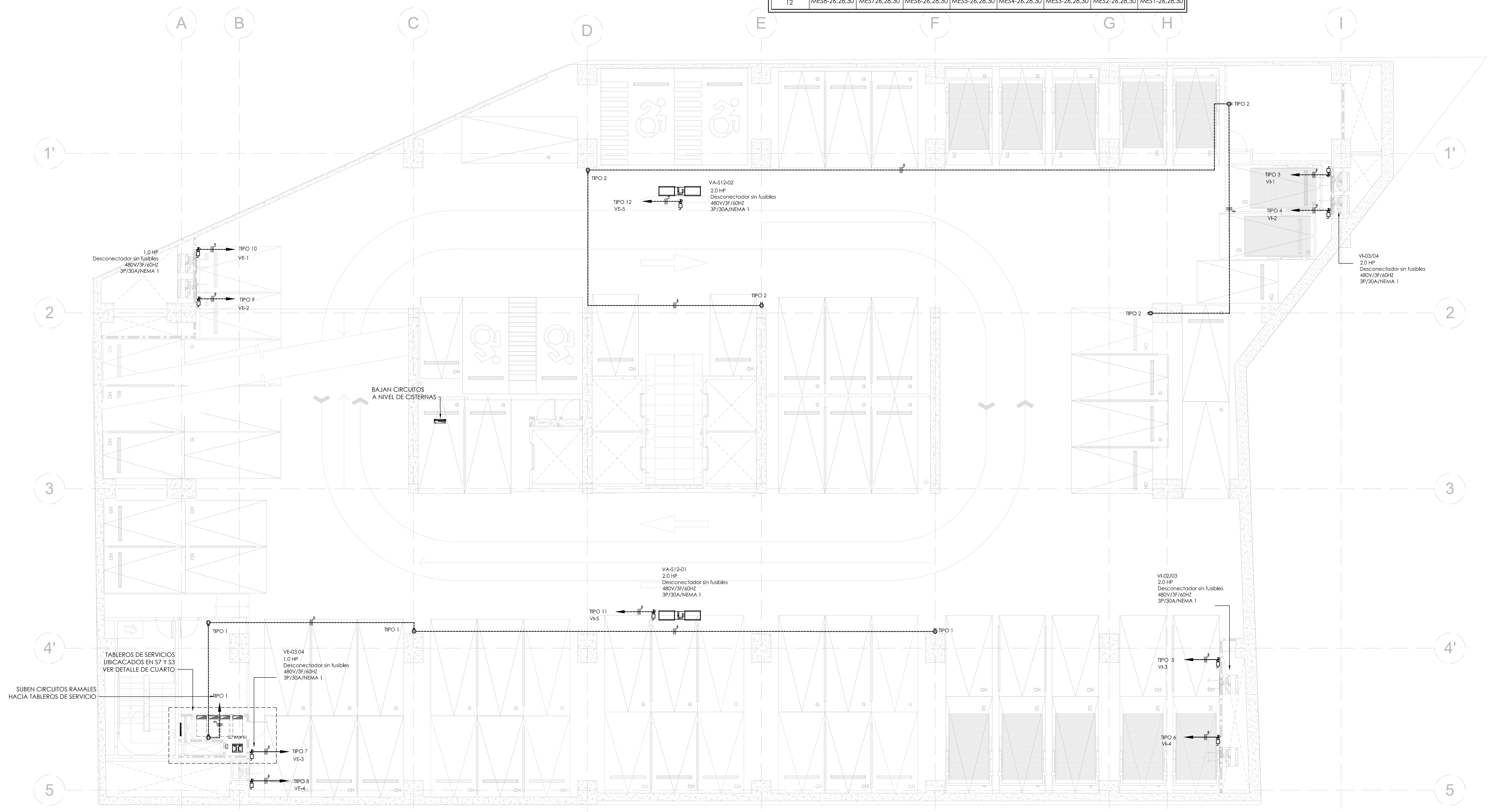
⊙	18 X 50W = 900W
⊞	3 X 23W = 69W
Total (W)	969 WATTS
Total (VA)	969W/0.9 = 1076VA



PLANTA DE DISTRIBUCION TIPICA DE TOMAS Y EQUIPOS HVAC
 NIVEL 1 AL 14
 ESCALA 1:75

REV.	FECHA	POR	OBSERVACIONES
PROYECTO TORRE REAL			
PROPIETARIO ---			
PROVINCIA:	CANTON:	DISTRITO:	
--	--	--	
PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
PROFESIONAL RESPONSABLE DIRECCION TECNICA ---			
DIBUJO POR COMPUTADORA: SISTEMA AUTOCAD OPERADORES: HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
INFORMACION REGISTRO PUBLICO PROPIETARIO: -- N° CATASTRO: -- COTAS: -- FOLIO REAL: --			
CONTENIDO: ILUMINACION NIVEL 1 A 14			
ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	ABRIL 2018	E3	

SALIDAS DE CIRCUITOS TIPO - TOMAS / EQUIPOS								
CIRCUITO TIPO No.	CIRCUITO EN S8	CIRCUITO EN S7	CIRCUITO EN S6	CIRCUITO EN S5	CIRCUITO EN S4	CIRCUITO EN S3	CIRCUITO EN S2	CIRCUITO EN S1
1	GS7-1	GS7-3	GS7-5	GS7-7	GS3-1	GS3-4	GS3-6	GS3-6
2	GS7-2	GS7-4	GS7-6	GS7-8	GS3-2	GS3-5	GS3-7	GS3-7
3	MES8-1.3.5	MES71.3.5	MES4-1.3.5	MES5-1.3.5	MES4-1.3.5	MES3-1.3.5	MES2-1.3.5	MES1-1.3.5
4	MES8-2.4.6	MES72.4.6	MES4-2.4.6	MES5-2.4.6	MES4-2.4.6	MES3-2.4.6	MES2-2.4.6	MES1-2.4.6
5	MES8-7.9.11	MES77.9.11	MES4-7.9.11	MES5-7.9.11	MES4-7.9.11	MES3-7.9.11	MES2-7.9.11	MES1-7.9.11
6	MES8-8.10.12	MES78.10.12	MES4-8.10.12	MES5-8.10.12	MES4-8.10.12	MES3-8.10.12	MES2-8.10.12	MES1-8.10.12
7	MES8-13.15.17	MES713.15.17	MES4-13.15.17	MES5-13.15.17	MES4-13.15.17	MES3-13.15.17	MES2-13.15.17	MES1-13.15.17
8	MES8-14.16.18	MES714.16.18	MES4-14.16.18	MES5-14.16.18	MES4-14.16.18	MES3-14.16.18	MES2-14.16.18	MES1-14.16.18
9	MES8-19.21.23	MES719.21.23	MES4-19.21.23	MES5-19.21.23	MES4-19.21.23	MES3-19.21.23	MES2-19.21.23	MES1-19.21.23
10	MES8-20.22.24	MES720.22.24	MES4-20.22.24	MES5-20.22.24	MES4-20.22.24	MES3-20.22.24	MES2-20.22.24	MES1-20.22.24
11	MES8-25.27.29	MES725.27.29	MES4-25.27.29	MES5-25.27.29	MES4-25.27.29	MES3-25.27.29	MES2-25.27.29	MES1-25.27.29
12	MES8-26.28.30	MES726.28.30	MES4-26.28.30	MES5-26.28.30	MES4-26.28.30	MES3-26.28.30	MES2-26.28.30	MES1-26.28.30



PLANTA DE DISTRIBUCION DE TOMACORRIENTES
SOTANO 8 AL 1
ESCALA 1:100

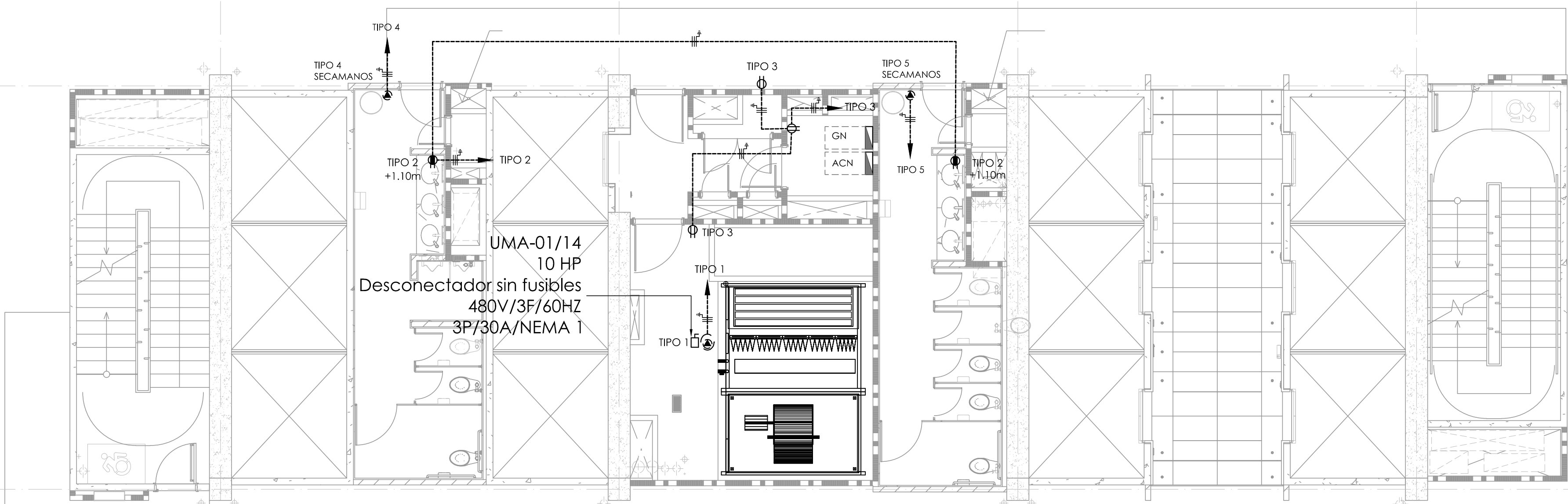
REV.	FECHA	POR	OBSERVACIONES
PROYECTO			
TORRE REAL			
PROPIETARIO			

PROVINCIA:	CANTON:	DISTRITO:	
---	---	---	
PROFESIONAL RESPONSABLE			
DISEÑO			
HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
PROFESIONAL RESPONSABLE			
DIRECCION TECNICA			

DIBUJO POR COMPUTADORA: SISTEMA AUTOCAD			
OPERADORES: HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
INFORMACION REGISTRO PUBLICO			
PROPIETARIO: ---			
N° CATASTRO: ---			
COTAS: --- FOLIO REAL: ---			
CONTENIDO:			
TOMACORRIENTES SOTANOS 1 AL 8			
ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	ABRIL 2018	E4	

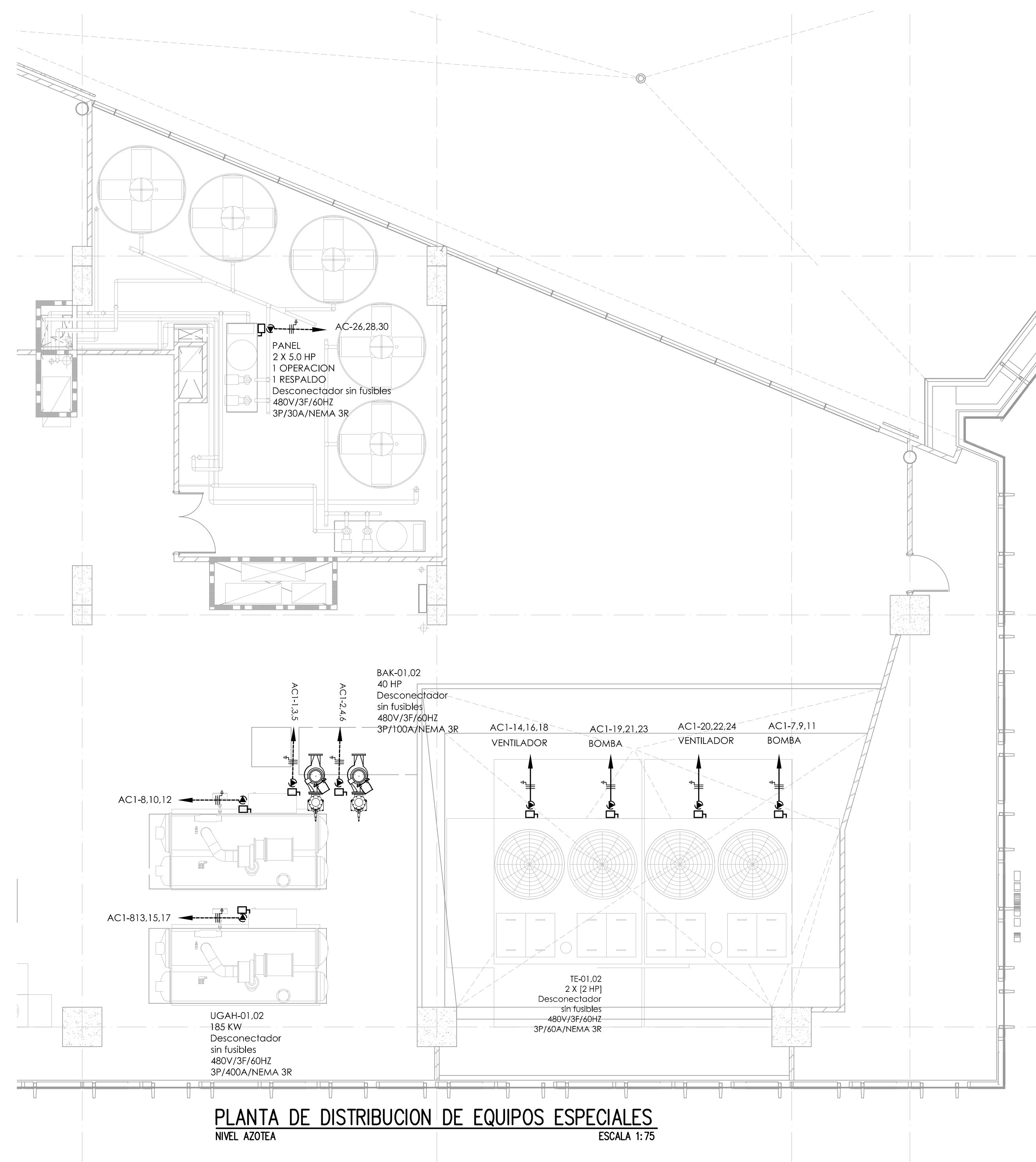
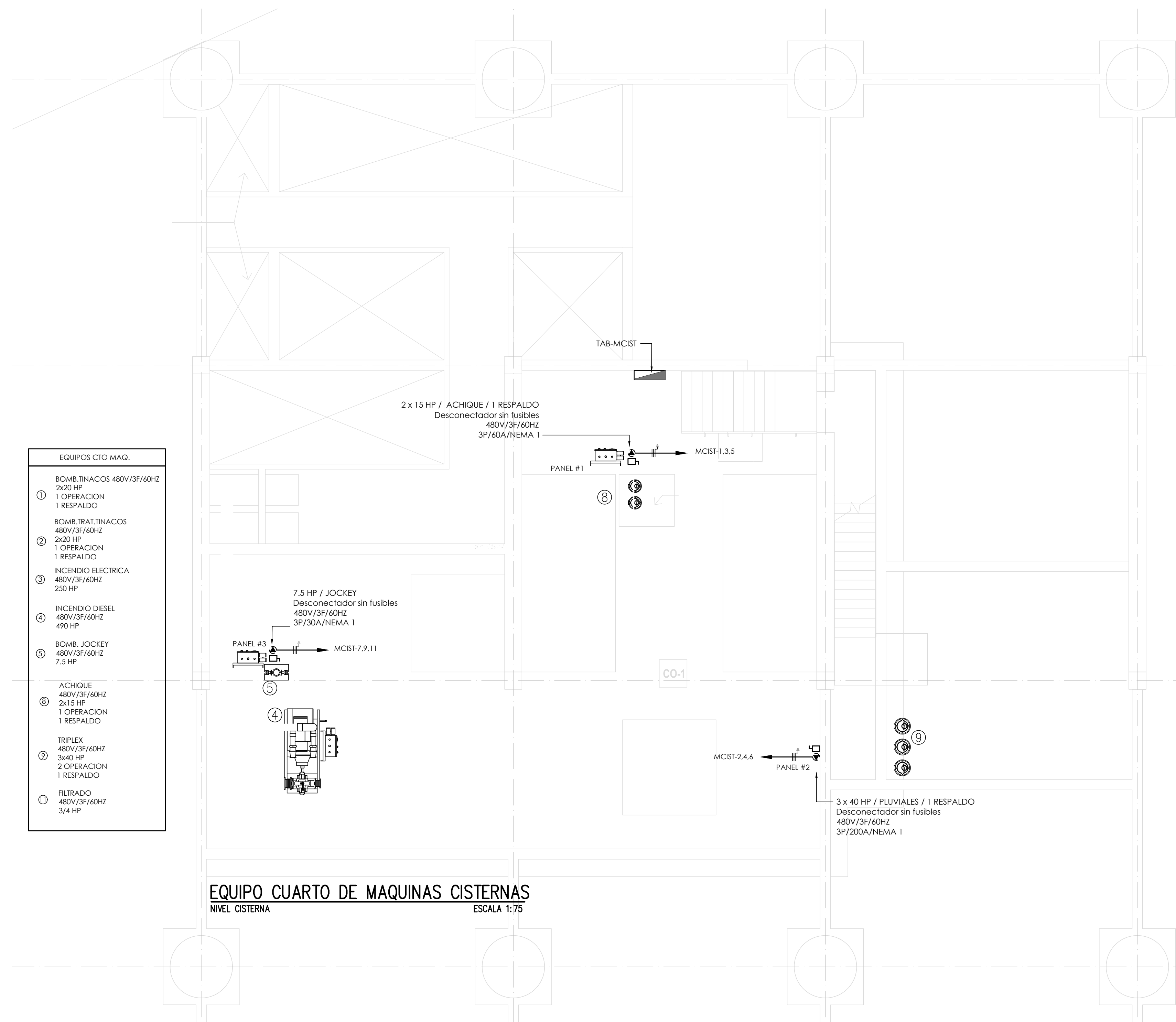
A B C D E F G H I

SALIDAS DE CIRCUITOS TIPO - CONTACTOS														
CIRCUITO TIPO No.	CIRCUITO EN N1	CIRCUITO EN N2	CIRCUITO EN N3	CIRCUITO EN N4	CIRCUITO EN N5	CIRCUITO EN N6	CIRCUITO EN N7	CIRCUITO EN N8	CIRCUITO EN N9	CIRCUITO EN N10	CIRCUITO EN N11	CIRCUITO EN N12	CIRCUITO EN N13	CIRCUITO EN N14
1	ACN4-1,3,5	ACN4-2,4,6	ACN4-7,9,11	ACN4-8,10,12	ACN4-13,15,17	ACN4-14,16,18	ACN4-19,21,23	ACN10-1,3,5	ACN10-2,4,6	ACN10-7,9,11	ACN10-8,10,12	ACN10-13,15,17	ACN10-14,16,18	ACN10-19,21,23
2	GN3-1	GN3-5	GN3-9	GN3-13	GN3-17	GN3-1	GN3-5	GN3-9	GN3-13	GN3-17	GN12-1	GN12-5	GN12-9	GN12-13
3	GN3-2	GN3-6	GN3-10	GN3-14	GN3-18	GN3-2	GN3-6	GN3-10	GN3-14	GN3-18	GN12-2	GN12-6	GN12-10	GN12-14
4	GN3-3	GN3-7	GN3-11	GN3-15	GN3-19	GN3-3	GN3-7	GN3-11	GN3-15	GN3-19	GN12-3	GN12-7	GN12-11	GN12-15
5	GN3-4	GN3-8	GN3-12	GN3-16	GN3-20	GN3-4	GN3-8	GN3-12	GN3-16	GN3-20	GN12-4	GN12-8	GN12-12	GN12-16



PLANTA DE DISTRIBUCION TIPICA DE TOMAS Y EQUIPOS HVAC
 NIVEL 1 AL 14
 ESCALA 1:75

REV.	FECHA	POR	OBSERVACIONES
PROYECTO TORRE REAL			
PROPIETARIO ---			
PROVINCIA:	CANTON:	DISTRITO:	
--	--	--	
PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
PROFESIONAL RESPONSABLE DIRECCION TECNICA ---			
DIBUJO POR COMPUTADORA: SISTEMA AUTOCAD OPERADORES: HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
INFORMACION REGISTRO PUBLICO PROPIETARIO: -- N° CATASTRO: -- COTAS: -- FOLIO REAL: --			
CONTENIDO: TOMACORRIENTES NIVEL 1 AL 14			
ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	ABRIL 2018	E5	



REV.	FECHA	POR	OBSERVACIONES
PROYECTO TORRE REAL			
PROPIETARIO ---			
PROVINCIA:	CANTON:	DISTRITO:	
--	--	--	
PROFESIONAL RESPONSABLE DISEÑO HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
PROFESIONAL RESPONSABLE DIRECCION TECNICA ---			
DIBUJO POR COMPUTADORA: SISTEMA AUTOCAD OPERADORES: HERSON FERNANDEZ PANAGUA			
INFORMACION REGISTRO PUBLICO PROPIETARIO: --- N° CATASTRO: --- COTAS: --- FOLIO REAL: ---			
CONTENIDO: EQUIPOS ESPECIALES CUARTO DE MAQUINAS Y AZOTEA			
ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	ABRIL 2018	E6	

TABLERO: MC1ST										NOTAS: TABLERO TIPO PARA EQUIPO MORGENTHAU		CARGA (KW/VA)		
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/175/TM (Poles/A/Tipo)	TENSION: 277 / 480	ALIMENTADOR: 4# 3/0 THN (F/A) 1# 6 THN(TL) PVC 25mm ²	TOTAL L1	37688	TOTAL L2	37688	TOTAL L3	37688	TOTAL L4	37688	TOTAL L5	37688
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 225	FASES/HILOS: 3/4	BARRAS: COBRE	CARGA TOTAL (AMPS):	136	CARGA TOTAL (AMPS):	136	CARGA TOTAL (AMPS):	136	CARGA TOTAL (AMPS):	136	CARGA TOTAL (AMPS):	136
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10 KA (KA):	FACTOR DE POTENCIA: 0.90	BARRA DE TIERRA: INCLUIR	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0
TIPO DE RAMAL:	ATORILLAR	NUMERO DE CIRCUITOS: 42	SPD (KA) 80 KA	BARRA DE NEUTRO: 100%	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15
ABREVIATURAS TIPO DE BREAKER: (N/INTERMOMNETICO, (F)FALLA A TIERRA, (A)FALLA DE ARDO (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION, (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.														
Detalle	Carga	DESCRIPCION	Cable	Interrup	S	SPD	Interrup	A	Cable	DESCRIPCION	Carga	Detalle	Carga	Detalle
1,3,5	5819	PANEL 1 ARIQUE	12	10	18	3	50	TM	34640				2821	2,4,6
	5819	2 X 15 HP / 1 RESPALDO	10						34640				2821	
	5819		10						34640				2821	
7,8,11	3048	PANEL 3 JOCKEY	12	10	13	3	30	TM	3048				0	8
	3048	7.5 HP	12						3048				0	10
	3048		12						3048				0	12
13	0								0				0	14
15	0								0				0	16
17	0								0				0	18
19	0								0				0	20
21	0								0				0	22
23	0								0				0	24
25	0								0				0	26
27	0								0				0	28
29	0								0				0	30
31	0								0				0	32
33	0								0				0	34
35	0								0				0	36
37	0								0				0	38
39	0								0				0	40
41	0								0				0	42

TABLERO: LS7,LS3										NOTAS: TABLERO TIPO ILUMINACION SOTANOS (PROPIETA 15)		CARGA (KW/VA)		
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/60/TM (Poles/A/Tipo)	TENSION: 277 / 480	ALIMENTADOR: 4# 10 THN (F/A) 1# 6 THN(TL) PVC 25mm ²	TOTAL L1	4672	TOTAL L2	2336	TOTAL L3	2336	TOTAL L4	2336	TOTAL L5	2336
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 100	FASES/HILOS: 3/4	BARRAS: COBRE	CARGA TOTAL (AMPS):	11.24	CARGA TOTAL (AMPS):	11.24	CARGA TOTAL (AMPS):	11.24	CARGA TOTAL (AMPS):	11.24	CARGA TOTAL (AMPS):	11.24
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10KA (KA):	FACTOR DE POTENCIA: 0.90	BARRA DE TIERRA: INCLUIR	DISTANCIA (M):	25	DISTANCIA (M):	25	DISTANCIA (M):	25	DISTANCIA (M):	25	DISTANCIA (M):	25
TIPO DE RAMAL:	ATORILLAR	NUMERO DE CIRCUITOS: 18	SPD (KA) 80KA	BARRA DE NEUTRO: 100%	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14
ABREVIATURAS TIPO DE BREAKER: (N/INTERMOMNETICO, (F)FALLA A TIERRA, (A)FALLA DE ARDO (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION, (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.														
Detalle	Carga	DESCRIPCION	Cable	Interrup	S	SPD	Interrup	A	Cable	DESCRIPCION	Carga	Detalle	Carga	Detalle
1	1528	ILUMINACION TIPO 1 S8	12	12	12	13	1	15	TM	X	2336			808
3	1528	ILUMINACION TIPO 1 S7	12	12	12	13	1	15	TM	X	2336			808
5	1528	ILUMINACION TIPO 1 S6	12	12	12	13	1	15	TM	X	2336			808
7	1528	ILUMINACION TIPO 1 S5	12	12	12	13	1	15	TM	X	2336			808
9	0								0				0	10
11	0								0				0	12
13	0								0				0	14
15	0								0				0	16
17	0								0				0	18
19	0								0				0	20
21	0								0				0	22
23	0								0				0	24
25	0								0				0	26
27	0								0				0	28
29	0								0				0	30

TABLERO: LS7,LS3										NOTAS: TABLERO TIPO ILUMINACION SOTANOS (PROPIETA 15)		CARGA (KW/VA)		
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/60/TM (Poles/A/Tipo)	TENSION: 277 / 480	ALIMENTADOR: 4# 10 THN (F/A) 1# 6 THN(TL) PVC 25mm ²	TOTAL L1	2736	TOTAL L2	1368	TOTAL L3	1368	TOTAL L4	1368	TOTAL L5	1368
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 100	FASES/HILOS: 3/4	BARRAS: COBRE	CARGA TOTAL (AMPS):	6.58	CARGA TOTAL (AMPS):	6.58	CARGA TOTAL (AMPS):	6.58	CARGA TOTAL (AMPS):	6.58	CARGA TOTAL (AMPS):	6.58
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10KA (KA):	FACTOR DE POTENCIA: 0.90	BARRA DE TIERRA: INCLUIR	DISTANCIA (M):	25	DISTANCIA (M):	25	DISTANCIA (M):	25	DISTANCIA (M):	25	DISTANCIA (M):	25
TIPO DE RAMAL:	ATORILLAR	NUMERO DE CIRCUITOS: 18	SPD (KA) 80KA	BARRA DE NEUTRO: 100%	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14
ABREVIATURAS TIPO DE BREAKER: (N/INTERMOMNETICO, (F)FALLA A TIERRA, (A)FALLA DE ARDO (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION, (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.														
Detalle	Carga	DESCRIPCION	Cable	Interrup	S	SPD	Interrup	A	Cable	DESCRIPCION	Carga	Detalle	Carga	Detalle
1	420	ILUMINACION TIPO 1 S8	12	12	12	13	1	15	TM	X	1368			948
3	420	ILUMINACION TIPO 1 S7	12	12	12	13	1	15	TM	X	1368			948
5	420	ILUMINACION TIPO 1 S6	12	12	12	13	1	15	TM	X	1368			948
7	420	ILUMINACION TIPO 1 S5	12	12	12	13	1	15	TM	X	1368			948
9	0								0				0	10
11	0								0				0	12
13	0								0				0	14
15	0								0				0	16
17	0								0				0	18
19	0								0				0	20
21	0								0				0	22
23	0								0				0	24
25	0								0				0	26
27	0								0				0	28
29	0								0				0	30

TABLERO: LN4,N10										NOTAS: TABLERO TIPO ILUMINACION NIVEL OFICINAS		CARGA (KW/VA)		
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/70/TM (Poles/A/Tipo)	TENSION: 277 / 480	ALIMENTADOR: 4# 10 THN (F/A) 1# 6 THN(TL) PVC 25mm ²	TOTAL L1	3228	TOTAL L2	2152	TOTAL L3	2152	TOTAL L4	2152	TOTAL L5	2152
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 100	FASES/HILOS: 3/4	BARRAS: COBRE	CARGA TOTAL (AMPS):	9.06	CARGA TOTAL (AMPS):	9.06	CARGA TOTAL (AMPS):	9.06	CARGA TOTAL (AMPS):	9.06	CARGA TOTAL (AMPS):	9.06
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10KA (KA):	FACTOR DE POTENCIA: 0.90	BARRA DE TIERRA: INCLUIR	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0
TIPO DE RAMAL:	ATORILLAR	NUMERO DE CIRCUITOS: 18	SPD (KA) 80KA	BARRA DE NEUTRO: 100%	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.14
ABREVIATURAS TIPO DE BREAKER: (N/INTERMOMNETICO, (F)FALLA A TIERRA, (A)FALLA DE ARDO (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION, (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.														
Detalle	Carga	DESCRIPCION	Cable	Interrup	S	SPD	Interrup	A	Cable	DESCRIPCION	Carga	Detalle	Carga	Detalle
1	1076	ILUMINACION TIPO 1 N1	12	12	12	13	1	15	TM	X	2152			1076
3	1076	ILUMINACION TIPO 1 N3	12	12	12	13	1	15	TM	X	2152			1076
5	1076	ILUMINACION TIPO 1 N5	12	12	12	13	1	15	TM	X	2152			1076
7	1076	ILUMINACION TIPO 1 N7	12	12	12	13	1	15	TM	X	2152			1076
9	0								0				0	8
11	0								0				0	10
13	0								0				0	14
15	0								0				0	16
17	0								0				0	18
19	0								0				0	20
21	0								0				0	22
23	0								0				0	24
25	0								0				0	26
27	0								0				0	28
29	0								0				0	30

TABLERO: GN3,8,12										NOTAS: TABLERO TIPO IMACORRENTES NIVELES OFICINAS		CARGA (KW/VA)		
PRINCIPAL:	INTERRUPTOR	INTERRUPTOR PRINCIPAL: 3/50/TM (Poles/A/Tipo)	TENSION: 127 / 208	ALIMENTADOR: 4# 6 THN (F/A) 1# 6 THN(TL) PVC 25mm ²	TOTAL L1	6432	TOTAL L2	4320	TOTAL L3	4320	TOTAL L4	4320	TOTAL L5	4320
ALIMENTACION:	SUPERIOR	CAP. BARRAS (AMP): 100	FASES/HILOS: 3/4	BARRAS: COBRE	CARGA TOTAL (AMPS):	36.15	CARGA TOTAL (AMPS):	36.15	CARGA TOTAL (AMPS):	36.15	CARGA TOTAL (AMPS):	36.15	CARGA TOTAL (AMPS):	36.15
MONTAJE:	SUPERFICIAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA 10KA (KA):	FACTOR DE POTENCIA: 0.90	BARRA DE TIERRA: INCLUIR	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0	DISTANCIA (M):	0
TIPO DE RAMAL:	ATORILLAR	NUMERO DE CIRCUITOS: 18	SPD (KA) 80KA	BARRA DE NEUTRO: 100%	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15	CAIDA DE VOLTAJE (%):	0.15
ABREVIATURAS TIPO DE BREAKER: (N/INTERMOMNETICO, (F)FALLA A TIERRA, (A)FALLA DE ARDO (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION, (E)INTERRUPTOR MOTORIZADO CONTROL DE ILUMINACION CON REFERENCIA DE EMERGENCIA.														
Detalle	Carga	DESCRIPCION	Cable	Interrup	S	SPD	Interrup	A	Cable	DESCRIPCION	Carga	Detalle	Carga	Detalle
1	1500	TOMAS TIPO 2 NIVEL 1	12	12	12	13	1	15	TM	2040				