



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SISTEMA
DE ALUMBRADO EN EL CENTRO DE CIENCIAS
APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (CCADET)

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO DE POTENCIA

PRESENTAN:

RAMÍREZ CRUZ JHONATAN
RICOY LEON JAIR
SÁNCHEZ ROJAS DANIEL

DIRECTOR: ING. AUGUSTO SÁNCHEZ CIFUENTES



CIUDAD UNIVERSITARIA MÉXICO, DF. 2011

GRACIAS

Jhonatan Ramírez Cruz

A mi familia, que gracias a su apoyo pude concluir mi carrera. A mis padres y hermano por su apoyo y confianza. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor. Gracias a proyectos de ahorro de energía por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar en este proyecto.

A mis queridos compañeros de la facultad, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante estos casi cinco años de convivir dentro y fuera del salón del clase.

Al Ing. Augusto Sánchez Cifuentes y a la Ing. Silvina por las enseñanzas y consejos, paciencia y opiniones sirvieron para que me sienta satisfecho en mi participación dentro del proyecto.

Daniel Sánchez rojas

Gracias a proyectos de ahorro de energía por las enseñanzas y consejos que me brindaron cuando realizamos este y otros proyectos, a los amigos hechos aquí que me dieron palabras de aliento y sus recomendaciones para poder cursar esta etapa de mi desarrollo profesional.

A mis amigos y compañeros de facultad, sabrán que los aprecio y siempre recordare los momentos que pasamos en la facultad y fuera de ella, y quiero que sepan que este es un triunfo que comparto con ustedes

Al Ing. Augusto Sánchez Cifuentes y a la Ing. Silvina por la oportunidad de formar parte de este proyecto y en su apoyo en la realización de este documento

Y principalmente a mis padres y hermanas que sin los cuales no podría estar hoy por culminar una etapa más en mi vida. Gracias papa por tus consejos, tu apoyo y a tu gran esfuerzo, Gracias mama por tus esperanzas en mí, por tus palabras de aliento y por motivarme a seguir siempre adelante.

Jair Ricoy león

Dedico este trabajo a mi familia por estar conmigo en todo momento. A mis padres y hermanos por estar siempre conmigo y haber confiado en mí.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería por tener la oportunidad de haber sido parte de ellas.

Al Proyecto de Ahorro de Energía y en especial a la Ing. Silvina Alonso Salinas y al Ing. Augusto Sánchez Cifuentes por habernos guiado en la realización del presente trabajo. A mis amigos que compartieron buenos momentos conmigo, a todos ellos GRACIAS...

ÍNDICE DE CONTENIDO.

CAPITULO 1 DATOS GENERALES DE LA DEPENDENCIA	2
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 ACTIVIDAD DE LA DEPENDENCIA.....	3
1.3 ÁREA CONSTRUIDA	5
1.4 DISTRIBUCIÓN DE EDIFICIOS	7
1.5 TOTAL DEL PERSONAL DE LA DEPENDENCIA.....	7
1.6 HORARIO DE LABORES	7
1.7 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.....	7
CAPITULO 2 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN MARCO TEÓRICO	10
2.1 LÁMPARAS INCANDESCENTES	11
2.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	12
2.3 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS	13
2.4 LÁMPARAS HALÓGENAS.....	14
2.5 LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO	15
2.6 LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS.....	16
2.7 LÁMPARAS DE INDUCCIÓN.....	16
2.8 LÁMPARAS DE LED	17
2.9 MÉTODOS DE CÁLCULO EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....	18
2.9.1 MÉTODO DE LUMEN.....	18
2.9.1 MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL.....	24
CAPITULO 3 SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL	29
3.1 NORMAS APLICABLES AL PROYECTO.....	29
3.1.1 NORMA OFICIAL UNIVERSITARIA (NOU)	30
3.1.2 NOM-025-STPS-2008, CONDICIONES DE ILUMINACIÓN EN LOS CENTROS DE TRABAJO.....	34
3.1.3 NOM-007-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES	37
3.1.4 NOM-001-SEDE-2005, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)....	39
3.2 MONITOREO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS	43
3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO EN ANÁLISIS	44
3.2.2 GENERALIDADES	44
3.2.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.....	45
3.2.4 APLICACIONES	45

3.2.5 GRÁFICAS	46
3.3 SISTEMA DE CONTACTOS Y FUERZA.....	50
3.3.1 CARGA TOTAL INSTALADA EN EL CCADET DE CONTACTOS Y FUERZA.	56
3.4 SISTEMA DE ILUMINACIÓN	57
3.4.1 CARGA TOTAL DE ALUMBRADO Y FUERZA.....	69
3.5 NIVELES DE ILUMINACIÓN.....	72
3.6 POTENCIALES DE AHORRO.....	75
3.7 ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL.....	76
3.7.1 CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO (DPEA).	76
3.7.2 VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CÁLCULO DE DPEA.....	77
3.7.3 VERIFICACIÓN DE LA NORMA	78
3.7.4 SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL.....	79
3.7.5 CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA POR FASE DE CADA TABLERO.....	80
3.7.6 DETERMINACIÓN DEL DESBALANCE DE FASES.....	83
3.7.7 CAÍDA DE TENSIÓN.	85
3.7.8 TABLEROS.....	87
CAPITULO 4 PROPUESTA DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	90
4.1 SUSTITUCIÓN DE TECNOLOGÍA.....	90
4.2 PROPUESTA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE.	95
4.3 SIMULACIONES CON RELUX.....	104
4.3.1 Auditorio.	104
4.3.2 Salida de datos y obtención de resultados.....	106
4.3.3 Oficina	112
4.3.4 Laboratorio.....	115
4.3.5 Taller.....	118
4.3.6 Pasillo	122
4.4 EJEMPLOS DEL MÉTODO DE LUMEN Y CAVIDAD ZONAL.....	125
4.4.1 Método de lumen	125
4.4.2 Método de Cavidad zonal	129
4.5 NUEVO PROYECTO DE ILUMINACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	132
4.5.1 CÁLCULO DEL NUEVO DPEA.....	132
4.5.2 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR POR CAÍDA DE TENSIÓN Y AMPACIDAD, SELECCIÓN DE TUBERÍA, PROTECCIÓN Y CONDUCTOR DE TIERRA FÍSICA DEL SISTEMA PROPUESTO.....	132

4.5.3 SOLUCIÓN DEL DESBALANCE DE FASES	141
4.6 ANÁLISIS ECONÓMICO	143
4.6.1 TIPOS DE TARIFAS	143
4.6.2 COSTO DE LA ENERGÍA EN EL SISTEMA ACTUAL	145
4.6.3 COSTO DE LA ENERGÍA CON EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	149
4.7 AHORRO DE ENERGÍA DEBIDO A LA TECNOLOGÍA EFICIENTE	151
4.7.1 DISMINUCIÓN DE LA CARGA INSTALADA.	151
4.7.2 AHORRO DE LA ENERGÍA EN HORARIO BASE, INTERMEDIO Y PUNTA	152
4.8 BENEFICIO ECONÓMICO DEBIDO AL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN.	153
4.9 PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	154
4.10 COSTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EFICIENTE.....	162
ANEXO A SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL	167
ANEXO B INSTALACIÓN ELÉCTRICA EFICIENTE.....	182
ANEXO C NORMAS	200
ANEXO D PLANOS.....	210
BIBLIOGRAFÍA.....	237

TABLAS

Tabla 1. Coeficientes de reflexión	19
Tabla 2. Factor de utilización	20
Tabla 3. Reflectancias del techo, paredes y piso.....	25
Tabla 4. Niveles de iluminación de la Norma Oficial Universitaria	30
Tabla 5. Niveles de iluminación en el área de trabajo de la NOM-025-STPS-2008 ...	33
Tabla 6. Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición	34
Tabla 7. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)	36
TABLA 250-95. Tamaño nominal mínimo de conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos	39
Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente	40
TABLA 10-4. Dimensiones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores	40
Tabla 10-5. Área aproximada por conductor.....	41
Tabla 8. Demanda máxima, mínima y promedio	46
Tabla 9. Tensión máxima, mínima y promedio	46
Tabla 10. Factor de potencia	47
Tabla 11. Total de contactos y fuerza en el edificio principal	48
Tabla 12. Carga instalada de contactos y de fuerza en el taller	51
Tabla 13. Total de contactos y fuerza en el laboratorio de acústica	52
Tabla 14. Carga total en el CCADET	54
Tabla 15. Total de luminarios en el edificio principal	56
Tabla 16. Carga total en el edificio principal	57
Tabla 17. Distribución de luminarios en el taller	59
Tabla 18. Potencia total del taller	60
Tabla 19. Distribución de luminarios en el laboratorio de acústica	61
Tabla 20. Potencia total del laboratorio de acústica	63
Tabla 21. Cantidad total de luminarios en el CCADET	65
Tabla 22. Carga total instalada de alumbrado en el CCADET	66
Tabla 23. Carga total instalada de alumbrado y fuerza en el CCADET	67
Tabla 24. Comportamiento de la demanda en función del Factor de Demanda	69
Tabla 25a. Promedio de mediciones realizadas con el luxómetro (luz natural).....	70
Tabla 25b. Promedio de mediciones realizadas con el luxómetro (luz artificial).....	71
Tabla 27. Cumplimiento de la norma	74
Tabla 28. Incumplimiento de la norma	74
Tabla 29. Ejemplo de cuadro de carga	78

Tabla 30. Tableros que presentan desbalance entre sus fases	80
Tabla 31. Formulario de caída de tensión	81
Tabla 32. Tableros y circuitos derivados que presentan caída de voltaje	82
Tabla 33. Ejemplo de comparación de tecnologías en lámparas	88
Tabla 34. Posibles sustituciones para lámpara T12 de 20 W	91
Tabla 35. Posibles sustituciones para lámpara T8 de 32 W	92
Tabla 36. Posibles sustituciones para lámpara T12 de 40 W	93
Tabla 37. Posibles sustituciones para lámpara T12 de 75 W	94
Tabla 38. Posibles sustituciones para lámpara Compacta de 23 W	95
Tabla 39. Posibles sustituciones para lámpara incandescente de 60 W	96
Tabla 40. Posibles sustituciones para lámpara de vapor de sodio de 400 W	97
Tabla 41. Posibles sustituciones de un sistema de 4x20 W T12 por LFC de 1X26 en pasillos, y baños	98
Tabla 42. Tabla de coeficientes de utilización	121
Tabla 44. Resumen de parámetros calculados en los alimentadores	132
Tabla 45. Cuadro de carga del nuevo proyecto	137
Tabla 46. Cuota aplicable al mes de octubre	140
Tabla 47. Horarios de demanda	141
Tabla 48. Horas por mes de utilización de luminarias interiores	141
Tabla 49. Horas por mes de utilización de luminarias exteriores	142
Tabla 50. Costo de la energía en el sistema de iluminación actual	143
Tabla 51. Costo de la energía con el sistema de iluminación eficiente	145
Tabla 52. Comparativa entre el sistema actual y propuesto	146
Tabla 53. Comparación de demanda en horario intermedio	147
Tabla 54. Comparación de demanda en horario punta	148
Tabla 55. Costo total mensual	148
Tabla 56. Criterios de viabilidad de un proyecto	150
Tabla 57. Costo de los luminarios	152
Tabla 58. Tabla resumen de los flujos de efectivo y rendimiento	156
Tabla 59. Cálculos de variables económicas	156
Tabla 60. Costo total de la tubería	157
Tabla 61. Costo total de los conductores	158
Tabla 62. Costo total del conductor desnudo	158

INTRODUCCIÓN.

El Ahorro de energía se ha convertido en un tema sumamente importante en nuestra era, con los problemas económicos que se han generado en los últimos años es importante evitar el gasto innecesario de los recursos energéticos. Este gasto no solo se ve reflejado en nuestros bolsillos, sino que va mucho más allá, el verdadero problema está en nuestro medio ambiente.

Entre más energía gastemos, necesitaríamos más y más fuentes de generación de energía eléctrica lo que nos conlleva a una mayor contaminación y mayores gastos, por lo que hay que empezar a hacer conciencia de nuestros consumos energéticos.

Un gasto muy común se da en la mayoría de las instalaciones eléctricas debido a la mala designación de iluminación en las distintas áreas de trabajo, existen diferentes tipos de lámparas y cada una tiene diferentes características, para diferentes tipos de uso de la iluminación.

En este documento encontrará las definiciones de las propiedades necesarias para el buen manejo de los niveles de iluminación, se encontrará las diferencias entre luminosidad, luminiscencia. Se dará una explicación del índice de rendimiento de color, que es y para qué sirve; Los diferentes niveles de temperatura de color, que significan y como utilizarlos para mejorar la forma en que vemos las áreas iluminadas.

Otro aspecto importante de este trabajo es la importancia de la recuperación de la inversión, esto es importante para la aceptación de la propuesta, ya que si la inversión es rápidamente recuperada la propuesta será vista más eficazmente.

Los objetivos primordiales de esta tesis son dar información suficiente y clara de luminarias eficientes que existen en el mercado para lograr el ahorro energético, económico y la buena iluminación, se darán ejemplos de casos prácticos estudiados en diferentes aulas del El Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET). Y se explicara cómo hacer estos trabajos para aumentar la eficacia de nuestros sistemas de alumbrado sin descuidar la buena iluminación de los usuarios, para que puedan realizar sus trabajos sin lastimar la vista o producir cansancio.

Sin mencionar que la buena iluminación ayuda a tener menos accidentes laborales.

CAPÍTULO 1

DATOS GENERALES DE LA DEPENDENCIA

INTRODUCCIÓN.

Para poder realizar el estudio de eficiencia energética hay que conocer la dependencia en donde se va llevar a cabo nuestro proyecto, conocer sus actividades, sus usos y costumbres diarias del distinto personal que conforman la dependencia, como son: maestros, investigadores, alumnos y personal administrativo.

También es muy importante saber qué tipos de aulas y talleres tiene la dependencia, ya que no se requiere la misma iluminación para las mismas aulas. Teniendo todos estos datos podemos dar un resultado más preciso para mejorar los niveles de iluminación, obteniendo un mayor confort, rendimiento y sobre todo, un excelente ambiente de trabajo para el personal.

1.1 ANTECEDENTES.

El actual Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) procede del anterior Centro de Instrumentos que fue fundado en diciembre de 1971, para dar respuesta a la necesidad de resolver los problemas de instrumentación científica y didáctica en la UNAM. El Centro de Instrumentos quedó adscrito a la Coordinación de la Investigación Científica, y tenía de origen como funciones principales el diseño y construcción de equipo científico y didáctico bajo pedido de las entidades académicas de la UNAM; apoyar a las entidades académicas en el problema de mantenimiento de equipo científico y didáctico; promover fuera del ámbito universitario el área de la instrumentación; así como colaborar con las entidades docentes de la UNAM en el diseño de laboratorios y en el desarrollo de equipo e instrumental para los mismos, al igual que colaborar estrechamente con los grupos de investigación sobre enseñanza de las ciencias.

A principios de la década de 1990, a instancia del CTIC se le releva de la función de mantenimiento de equipo inicialmente asignadas al Centro de Instrumentos y se definen nuevas tareas, especialmente en el ámbito de la investigación y el desarrollo tecnológico, que empiezan a reorientar sus objetivos y su quehacer,

hasta que finalmente en 1996 el Centro de Instrumentos, por acuerdo del Consejo Universitario y con el aval del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías (CAACFMI), se transforma oficialmente de un centro de servicios a un centro de investigación, en disciplinas relacionadas con la instrumentación, incorporado a este último Consejo. Este paso le confiere al Centro de Instrumentos el carácter de una entidad académica cuyas funciones se enmarcan a su vez, dentro de las funciones sustantivas de la Universidad: la generación de conocimiento, la formación de recursos humanos y la difusión. Dado que el nombre de Centro de Instrumentos no se correspondía con algunas de las funciones de investigación y desarrollo tecnológico y diferentes líneas de investigación y desarrollo que se cultivan en el Centro, a solicitud del Consejo Interno y con la aprobación del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC), el Consejo Universitario acuerda el 1° de abril de 2002 cambiar el nombre de Centro de Instrumentos por el de Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET).

El Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico es una entidad académica perteneciente a la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM que se caracteriza por el perfil multidisciplinario de sus académicos. Esta conjunción de conocimientos en diversas áreas de la ingeniería y de las ciencias físico-matemáticas le confiere al Centro una capacidad inusual en el medio universitario para afrontar proyectos interdisciplinarios de investigación y desarrollo dirigidos a la solución de problemas relevantes en nuestro entorno.

Con el fin de minimizar la dispersión de intereses que puede generarse en una comunidad multidisciplinaria, el CCADET definió cuatro campos prioritarios en los cuales deben concentrarse la actividad académicas de sus integrantes, independientemente de la especialidad de cada quien. Estos campos son:

- Instrumentación científica
- Micro y nanotecnologías
- Tecnologías de la información
- Enseñanza de la ciencia y la tecnología

1.2 ACTIVIDAD DE LA DEPENDENCIA.

- a) Realizar investigación, desarrollo tecnológico, y formación de recursos humanos de alta calidad en los campos de conocimiento enunciados en la misión, para contribuir a la generación de conocimiento de frontera y a la solución de problemas de interés nacional;

- b) Promover entre sus académicos el trabajo interdisciplinario e integrador de la investigación y el desarrollo tecnológico, y orientado a la solución de problemas.
- c) Promover la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico en el interior de la UNAM mediante el establecimiento de un programa de colaboración académica con las entidades afines.
- d) Difundir nacional e internacionalmente los conocimientos que genere el CCADET utilizando los medios de mayor calidad e impacto.
- e) Participar en la formación de científicos, ingenieros y técnicos en los campos de interés del CCADET, a través de sus actividades de, investigación, desarrollo tecnológico, docencia, ingeniería y servicios.
- f) Vincular al CCADET con los diferentes sectores de la sociedad y transferirles sus desarrollos tecnológicos para contribuir a la innovación tecnológica nacional; y
- g) Contribuir al desarrollo científico, tecnológico y educativo del país.

ACTIVIDADES POR DEPARTAMENTO:

Instrumentación y medición.

El departamento está integrado por 7 grupos académicos, en los cuales participa un total de 25 académicos, entre ingenieros y científicos. A las actividades de investigación y desarrollo que se realizan en este departamento se busca siempre imprimirle un enfoque multidisciplinario, procurando la vinculación con los diversos sectores sociales y la innovación por medio de sus resultados, y asociando en su ejecución estudiantes de licenciatura y posgrado. Su personal académico lleva a cabo una intensa actividad docente en los niveles de licenciatura y posgrado, impartiendo cursos curriculares en diversas facultades de la UNAM y en los diferentes programas de posgrado en los cuales el CCADET es una entidad participante. Además, a través de la prestación de servicios tecnológicos, el departamento atiende la solución de demandas específicas provenientes principalmente del exterior.

Óptica y microondas.

En el Departamento de óptica y Microondas (DOMO) se realizan trabajos de investigación y desarrollo tecnológico en las áreas de la óptica y las microondas. El DOMO cuenta con la participación de 14 académicos, conformado por 10 investigadores y 4 Técnicos Académicos, y además cuenta con el apoyo de 3 Técnicos Administrativos para trabajos de taller mecánico.

Los integrantes del DOMO comparten un interés en estudiar la óptica y las microondas y utilizar los resultados de estos estudios para resolver problemas reales y actuales. En particular se estudia la interacción de la luz con materiales para deducir las propiedades del material o para utilizar los efectos detectados para controlar la luz.

Biblioteca.

Brindar servicios de información, búsquedas bibliográficas, análisis de citas y consultas a bases de datos nacionales e internacionales en línea.

1.3 ÁREA CONSTRUIDA.

Edificio principal:	1527.22 m ²
Taller:	1820.92 m ²
Laboratorio de acústica:	652.79 m ²

Total de área construida: 4,000.93 m²

PLANO DE CONJUNTO

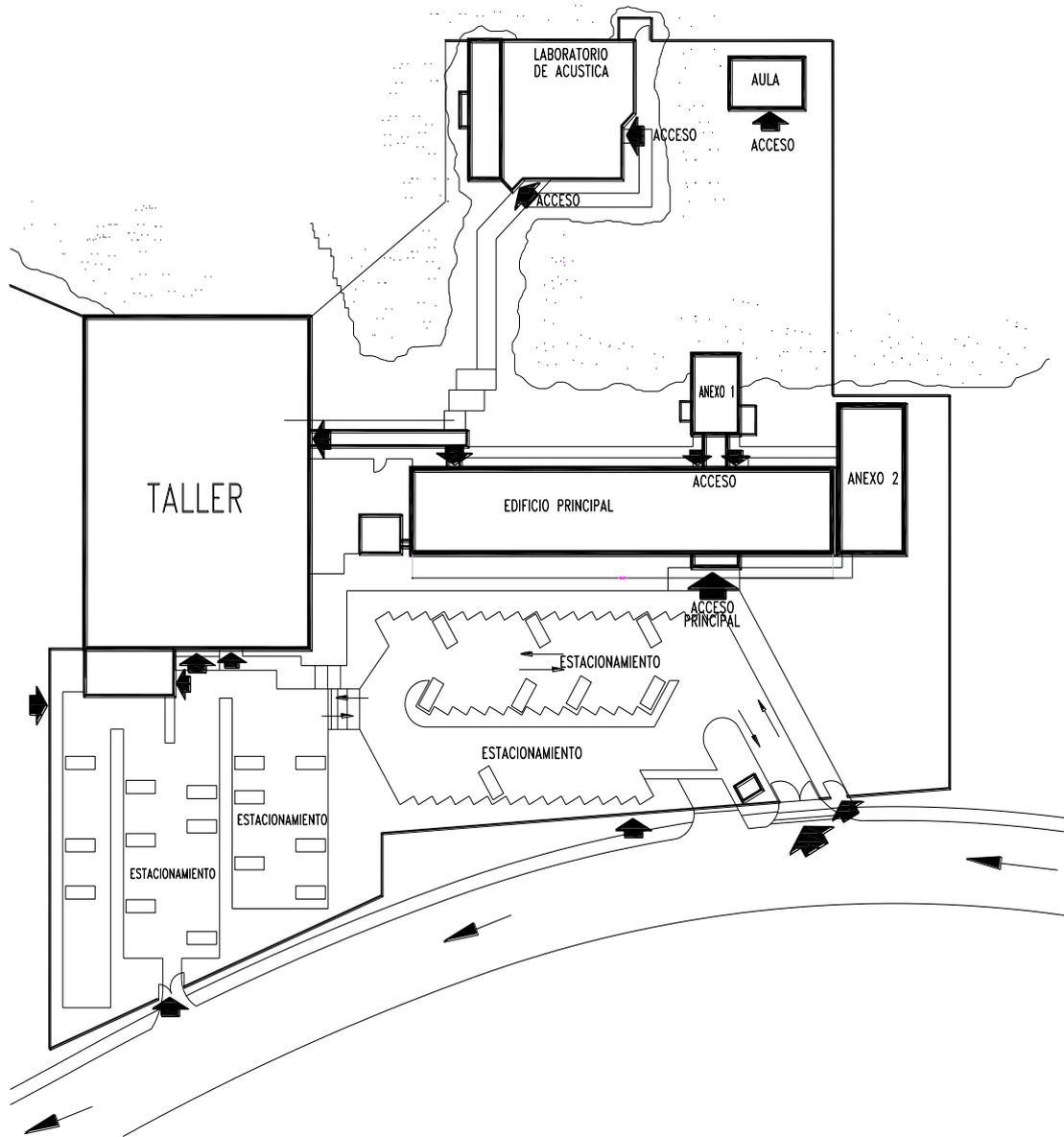


Figura 1 Plano de conjunto.

1.4 DISTRIBUCIÓN DE EDIFICIOS.

Edificio principal
Taller
Laboratorio de acústica

1.5 TOTAL DEL PERSONAL DE LA DEPENDENCIA.

El centro cuenta con:

40 investigadores
69 técnicos académicos
4 becarios posdoctorales
94 personal administrativo de base
250 estudiantes de servicio social, tesis de grado o posgrado

Total de personal 457

1.6 HORARIO DE LABORES.

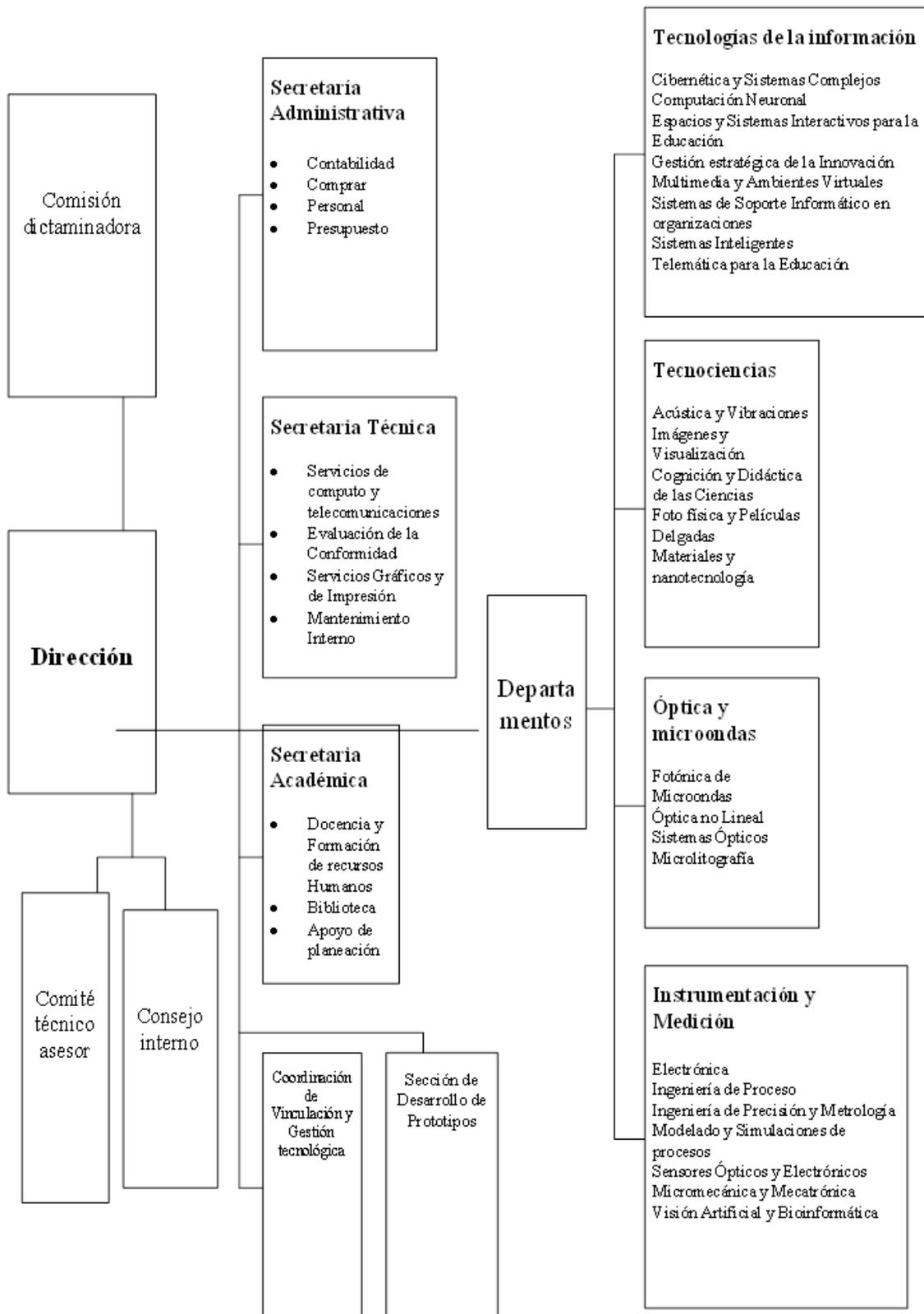
El horario de labores es variable según la actividad a la que se dedican, sin embargo inician las actividades a partir de las 6:00 a.m. con las labores de vigilancia e intendencia.

De acuerdo al personal de vigilancia e investigadores, concluyen sus actividades a las 22:00 p.m.

1.7 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

La organización académico-administrativa del CCADET está conformada fundamentalmente por cuatro departamentos: Instrumentación y Medición; Tecnologías de la Información, Tecnociencias; y Óptica y Microondas. Cada departamento está integrado por diferentes grupos académicos formados alrededor de uno o varios líderes académicos, con una conformación flexible en función de sus afinidades disciplinarias y de los proyectos en los que se encuentren involucrados. Completando esta estructura, se cuenta con una Sección de Desarrollo de Prototipos y una Coordinación de Vinculación que coadyuvan a ampliar el alcance e impacto de los proyectos de Investigación y desarrollo que se realizan en los departamentos.

Clasificación de áreas



CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 1.

- Conocer los diferentes tipos de actividades que realizan en la dependencia, porque de esta manera nos permite ofrecerles la iluminación adecuada según el recinto.
- Conocer al personal que utiliza las instalaciones, sus usos y costumbres tanto académico, estudiantil y de investigación.
- Es importante determinar la distribución de los edificios, porque nos proporciona una idea de cuál es el área total construida y los diferentes lugares donde se proyectará el sistema de alumbrado.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN.

Para el ser humano es muy importante que en todas las actividades que realiza tenga un nivel de iluminación adecuado. Desde nuestros antepasados el hecho de no poder ver de noche, los obligó a descubrir maneras de alumbrar sus actividades en la noche para su protección, y posteriormente para su confort. A lo largo de la historia estos medios de iluminación artificial han ido evolucionando al igual que la forma de vida del hombre.

Con el paso del tiempo las necesidades de trabajo y de socializar del hombre fueron cambiando, y con éste cambio también las tecnologías evolucionaron para adaptarse a estas necesidades. En un principio la iluminación artificial constaba de la inventaron de antorchas para la iluminación de la noche y se reunían alrededor de fogatas para protegerse del frío y de los animales salvajes.

Después cuando la sociedad avanzó la iluminación artificial era necesaria para poder realizar sus actividades en las noches, velas y lámparas de gas se usaron por mucho tiempo para acceder a lugares oscuros y amenizar las reuniones de los hombres y mujeres en l s nuevas viviendas urbanas, además brindar seguridad en los caminos oscuros de las nuevas ciudades.

Con la llegada de la electricidad y del nuevo invento de Thomas Alba Edison, la lámpara incandescente, se dio un gran salto en la forma en la que las personas se iluminaban. Con ello la iluminación artificial se empezó a utilizar en casi todas las actividades diarias sin embargo en ese momento no se pensaba en las consecuencias directas que producía la iluminación eléctrica en nuestros consumos energéticos.

Con el tiempo también se comprobó que los niveles de luz que producíamos con las tecnologías de iluminación artificial variaban y que estas podían lastimar la vista de los trabajadores, y se empezó a notar que diferentes tipos de trabajo necesitaban una intensidad luminosa diferente.

Ya en fechas recientes empezó a surgir una fuerte preocupación por nuestros recursos energéticos, y la forma en la que se aprovecha mejor la electricidad, esto conllevó al surgimiento de nuevas tecnologías aplicables a las fuentes de

iluminación artificial, y nos dio una gran variedad de tipos de lámparas que pueden ser usadas en diferentes partes. A continuación se dará un breve resumen de los funcionamientos, sus características, físicas y eléctricas, de estas tecnologías.

Para un mejor entendimiento del análisis de las fuentes luminosas, explicaremos algunas de las principales características de las fuentes lumínicas que nos interesa investigar de las lámparas, esto con el fin de poder compararlas con sus rendimientos en diferentes conceptos de iluminación. Las definiciones de estas características son una recopilación de lo dicho tanto en las normas como en los catálogos de los fabricantes de lámparas (catálogos de OSRAM, PHILIPS, Y GE LIGHTING).

2.1 LÁMPARAS INCANDESCENTES.

También llamadas lámparas de tungsteno, Es la fuente de luz artificial más próxima a la luz del día, siendo el símbolo de la “luz” en la vida del hombre.

La lámpara incandescente se compone de un filamento de alambre encerrado en un bombillo o bulbo relleno de determinado gas y simplemente al vacío. Al aplicarse voltaje a la lámpara la corriente que circula por el filamento eleva la temperatura de este hasta el punto de incandescencia, emitiendo energía radiante (efecto joule¹) en forma de luz y calor.

Estas lámparas son de uso cotidiano pero tiene muchas desventajas, en comparación de las ventajas que nos brindan. Y con el tiempo su uso se ha visto disminuido tanto en industrias como en instalaciones residenciales y comerciales; entre sus características generales que poseen estas lámparas tienen: su vida útil que es relativamente corta, entre el 90 y 95% de la energía se disipa en forma de calor y un mínimo porcentaje se convierte en luz, en general todos los tipos de incandescentes poseen una duración promedio de 1000 horas.

Una de sus mayores ventajas sobre las demás tecnologías es su alta temperatura de color, Se distinguen porque emiten una luz agradable y cálida, esto se refleja en una temperatura de color promedio de 2700 K. Además estas lámparas poseen un índice de color muy elevado, todas las clases de estas lámparas poseen un IRC de 100 por lo que son muy usadas en la iluminación de realce.

¹ si por un conducto pasa una corriente eléctrica, el flujo de los electrones fluyendo por el material causa un aumento de temperatura sobre dicho conducto.

Sus desventajas son varias entre ellas mencionaremos los más importantes, la más notoria es el incremento de la temperatura en el ambiente, como ya se mencionó la incandescencia necesita que el filamento alcance temperaturas altas y esto calienta a la bombilla y esta calienta el ambiente. Esto también provoca una baja eficiencia lumínica, la cual oscila de 8 a 20 lm/W, esta eficiencia reducida hace necesario instalar una mayor cantidad de luminarias, por lo consiguiente aporte de calor en los locales y casas. Y existe también un decremento de la intensidad lumínica con respecto a la vida de uso de la lámpara ya que en las paredes internas del casquillo se almacenan pedazos del filamento, que se producen cuando el filamento se evapora por las altas temperaturas.

Estos tipos de lámparas pueden usarse aun en muchas aplicaciones; al ser baratas y sencillas de colocar con su rosca Edison estándar E-27, se usa mucho en casas, además tienen la ventaja de poder apagarse y prenderse en cortos espacios de tiempo por lo que se siguen usando en baños y pasillos especialmente con dispositivos de control de presencia. Además al tener un IRC (índice de rendimiento de color) alto son perfectas para iluminación de realce como son mostradores, y centros comerciales donde es necesario mostrar más los colores de los objetos.

2.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES.

Las lámparas fluorescentes se encuentran entre las llamadas lámparas de descarga eléctrica; que se definen porque la luz se produce por la fluorescencia del fósforo excitado por la energía de los rayos ultravioleta, energía que proviene del choque de la descarga de electrones en el gas. El tubo de descarga es fabricado de vidrio (la forma y longitudes varían los modelos), la longitud de los tubos depende de la potencia en watts que consuma la lámpara. El diámetro se ha estandarizado en una pulgada.

La sustancia fluorescente se encuentra adherida y recubre la parte interna del tubo, para que exista el cambio de luz ultravioleta a luz visible se utiliza como gas inerte, generalmente Argón y una pequeña cantidad de mercurio líquido, con este gas se facilita el surgimiento de un arco eléctrico entre los electrodos de la lámpara; esto permite que la lámpara encienda y mantenga un flujo constante de la intensidad del flujo de electrones en el tubo.

Para un mejor funcionamiento de estas lámparas se utilizan casquillos, que son unos pines con un filamento de tungsteno, cuya función es calentar el gas para facilitar el encendido de la misma.

Este tipo de lámparas también necesitan de un dispositivo llamado *balastro*, su función es general el arco magnético que requiere el tubo durante el encendido, los tipos de baladros eléctricos depende de la forma en que enciende la lámpara esta puede ser: por precalentamiento, rápido, instantáneo o eléctrico, este último es el más usado actualmente.

Las lámparas fluorescentes ofrecen una variada gama de temperaturas de color que van desde los 2600 a los 6200 K. Su alto rendimiento permite tener, en interiores, elevados niveles de iluminación con potencias relativamente bajas. Vida útil: 7500 horas promedio, considerando períodos de encendido de 8 horas. A medida que se acortan estos períodos, la vida útil del tubo disminuye.

La lámpara fluorescente se presenta en una amplísima gama de potencias y tamaños.

Entre los tradicionales “tubos fluorescentes” lineales, se podrá optar por la línea Standard T8 de 26 mm de diámetro (las T12 de 38 mm de diámetro ya tienden a desaparecer) y reproducción cromática IRC 65, la línea Trifósforo² con un IRC 85 y la Trifósforo de Lujo con IRC 90, todas en potencias de 18 a 58W.

Actualmente se opta también por la nueva línea de tubos T5 de 16 mm de diámetro con las mismas calidades de reproducción cromática que los T8 y en potencias de 14, 21, 28 y 35W y también de 24, 39, 54 y 80W.

Presentan una eficacia luminosa: 55 a 75 lm/W (aproximadamente 4 veces mayor que una lámpara incandescente de igual potencia). Con lo que respecta a la reproducción cromática: existen diferentes índices pues se fabrican lámparas para variadas aplicaciones, desde Ra = 65 en tubos estándar hasta Ra = 95 en tubos trifósforos (con tres capas superpuestas de material fluorescente).

Aplicaciones: en todo aquel lugar donde se precise iluminación eficiente, tales como: oficinas, escuelas, depósitos, industrias, comercios, etc.

2.3 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS.

Estas lámparas reúnen las cualidades de los tubos fluorescentes en las dimensiones de una lámpara incandescente, Su principal ventaja es que se

² Son lámparas fluorescentes con recubrimiento especial para lograr IRC mayores, eficiencia alta y una vida útil mayor.

pueden conectar directamente a la instalación, ya que en la base tienen incorporado un balastro electrónico y poseen un *casquillo* E-27³. Brindan la posibilidad de elegir diferentes temperaturas de color, pudiendo optar por lámparas "frías" con tono azulado o "cálidas" semejante a las lámparas incandescentes. Su temperatura de color varía de 2700 hasta 5700 K Tienen una vida útil entre 5.000 y 12.000 horas, en promedio. Si comparamos su eficiencia lumínica con las lámparas incandescentes, las fluorescentes compactas proporcionan un ahorro del 75% de energía. La eficacia varía entre 60 y 80 lm/W. Reproducción cromática: Ra= 80 por lo que puede ser usada para reemplazar directamente las incandescentes.

2.4 LÁMPARAS HALÓGENAS.

Esta tecnología básicamente es una nueva adaptación de la primitiva utilizada en la lámpara incandescentes, simplemente algunos ingenieros viendo el poco desempeño de las lámparas incandescentes intentaron mejorar su eficiencia y aumentar la vida útil, la idea primaria fue la de aumentar la temperatura del filamento de tungsteno, después de intentar con diferentes materiales sin ningún éxito deciden cambiar el gas inerte por un elemento halógeno como el yodo, también cambiaron las paredes de vidrio, ya que este no podía soportar el incremento de la temperatura, y lo sustituyeron por cristal de cuarzo.

Esto permitió reducir el tamaño de las bombillas, pero incrementa la temperatura del cristal de cuarzo, además se ha demostrado que esta tecnología emana luz ultravioleta, lo cual la hace ineficaz para lámparas de mesa ya que provoca una degeneración del ojo humano.

Entre las características más rescatable para su recomendación son: su *temperatura de color* similar a la de una lámpara incandescente normal, alrededor de 2700 y los 3000 k, lo que le da buen realce a las cosas, y un color blanco a su luz, a diferencia de las incandescentes normales estas mantienen un flujo luminoso constante durante toda la vida de la lámpara, su larga duración la hace más rentable que las incandescentes, en general estas lámparas pueden durar un promedio de 3000 horas. En general su eficacia es buena, mantiene un nivel adecuado de lumen con una potencia menor, su eficiencia en promedio se mantiene en 20 lm/W Esta tecnología reemplaza a la viejas lámparas incandescente, se usan en comercios, museos y todo aquel lugar que necesite de iluminación cálida, blanca y de mucha brillantes, pero no se debe usar en lugares de trabajo, como escuelas o talleres, por su *radiación ultravioleta*.

³ código E27 indica un conector de tipo rosca Edison que tiene un diámetro de 27 mm

2.5 LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO.

Esta tecnología de lámparas se encuentra entre las llamadas de descarga, existen tanto en baja presión como en alta. En este proyecto se verá solamente las de alta presión de descarga.

Al igual que las lámparas fluorescentes estas se componen de una ampollita hecha de cristal y dentro tiene un tubo de descarga a alta presión. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

Esta lámpara no necesita electrodos de arranque, por lo mencionado anteriormente, además de poseer periodos de tiempo muy cortos de calentamiento y recalentamiento.

Su temperatura de color es muy alta, todas las lámparas vistas superaban los 3000 K, esto indica que nos brindan una luz normal y fría. La presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

Sin embargo la característica más notable es su vida útil, este tipo de lámparas nos dan como mínimo una vida útil de 12000 horas hasta 20000. Sin embargo su índice de rendimiento de color no es de todo agradable teniendo en promedio un IRC de 80, lo que significa que no reproduce los colores exactos de las cosas que ilumina y estos pueden verse opacos. Por último podemos decir que la eficacia es de las mejores entre las vistas aquí ya que esta, en promedio, es de 108 lm/W, esto contrarresta su bajo índice de rendimiento de color y es gracias a la eficacia que es muy usada.

Su uso se destina principalmente al alumbrado de grandes avenidas, autopistas, calles, parques y donde la reproducción de los colores no sea un factor importante. También son usadas de forma casera en el cultivo de plantas en el interior.

2.6 LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS.

Su funcionamiento es similar a la de vapor de sodio, simplemente se le agregan algunos elementos extra en el conjunto del tubo de descarga; la luz se genera por el arco eléctrico que pasa entre la mezcla de gases, en estas lámparas de aditivos metálicos el tubo contiene una mezcla de Argón, Mercurio y una variedad de haluros⁴ metálicos, estos haluros afectan la naturaleza de la luz producida, pudiendo lograr diferentes tipos de temperaturas de color y tonos de iluminación diferentes a las de vapor de sodio. Otro elemento que cambia es el bulbo, o cristal que envuelve el tubo de descarga, atrapa los rayos ultravioleta que afecta a la salud de las personas.

Los mayores beneficios de este cambio, son un incremento en la eficacia de 60 a 100 lúmenes por watt y una mejora en el rendimiento de color al grado que esta fuente es adecuada para áreas comerciales.

Una desventaja de la lámpara de aditivos metálicos es una vida más corta (7,500 a 20,000 horas) comparada con las lámparas de mercurio y de sodio de alta presión. El tiempo de arranque de la lámpara de aditivos metálicos es aproximadamente la misma que para lámparas de mercurio. Sin embargo, el reinicio, después que una reducción del voltaje ha extinguido la lámpara, puede tomar bastante más tiempo, de cuatro hasta doce minutos dependiendo del tiempo que la lámpara requiera para enfriarse.

Son de uso industrial tanto como de uso doméstico. Generalmente se le suele usar en estaciones de combustible, plazas y alumbrado público. También se le suele usar en la iluminación de acuarios. Por su amplio espectro de colores, se le suele usar en lugares donde se requiere una buena reproducción de colores, como estaciones de televisión y campos deportivos.

2.7 LÁMPARAS DE INDUCCIÓN.

Las lámparas de inducción usan una bobina de inducción sin filamentos y una antena acopladora, la cual consiste en tecnología de aplicar una descarga de frecuencia para proveer soluciones de iluminación.

El centro de la lámpara es la bobina de inducción a la cual le provee potencia un generador de alta frecuencia. El ensamble de vidrio circundante contiene un

⁴ Un haluro es un compuesto binario en el cual una parte es un átomo halógeno (fluoruro, cloruro, bromuro o yoduro). y la otra es un elemento menos electronegativo que el halógeno.

material electrón-ión plasma y esta relleno con un gas inerte. La porción interior del vidrio está recubierta con un recubrimiento de fósforo el cual es similar al que se encuentra en las lámparas fluorescentes. La antena transmite la energía generada por el primario de la bobina de un sistema de inducción al gas que se encuentra dentro de la lámpara, por lo cual se crea una radiación ultravioleta, la cual es luego transformada a fuentes visibles de luz por medio del recubrimiento de fósforo en la superficie de vidrio.

Esta tecnología nos presenta la ventaja de su vida útil, 100,000 horas de vida útil (contra 15-20,000 del haluro metálico), su tiempo de encendido se ve reducido en comparación de otras tecnologías, el tiempo de reencendido es instantáneo (no necesita calentarse para prender después de 15- 20 minutos como el haluro metálico) además de no necesitar mantenimiento ni cambios de foco ni balasto.

No tienen pérdidas de energía, (el haluro metálico además de consumir una cierta cantidad de Watts para la iluminación tiene una pérdida extra de energía del 16% por causa del balastro.

El índice de rendimiento de color es mejor con esta tecnología (>85) en comparación con el rendimiento del haluro metálico lo que hace que los colores se vean más vivos lo que la hace mejor en cuestiones de seguridad industrial. Y al no utilizar gases a presión ni tóxicos como el haluro metálico la hace más segura, posee protección contra variaciones de voltaje que evita cualquier daño a luminarias. A diferencia del haluro metálico que por esta causa puede dañarse fácilmente. Mejor intensidad de la luz o mejor nivel de luxes que el haluro metálico.

2.8 LÁMPARAS DE LED.

Los LED's (Diodos Emisores de Luz) son dispositivos en estado sólido que generan luz de una manera radicalmente diferente a otras fuentes de luz, cuando un led se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz (correspondiente a la energía del fotón) se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. Por lo general, el área de un led es muy pequeña (menor a 1 mm), y se pueden usar componentes ópticos integrados para formar su patrón de radiación. Ventajas: Los LED tienen un consumo de electricidad muy bajo. Generalmente, un LED está diseñado para funcionar en la corriente 2-3.6V, 0.02-0.03A, esto significa que no necesita más de 0.1w para funcionar, los led no emiten calor de forma convencional, es decir, el calor no es irradiado junto con el haz de luz, no emiten luz ultravioleta, no contienen plomo ni mercurio. Su

temperatura de color varía entre los 2100 K y 6500 K. Tienen una vida entre 40,000 y 50,000 horas. Si comparamos su eficacia lumínica con las lámparas incandescentes, los led proporcionan un ahorro entre el 60 y 85%, su eficacia varía entre 80 y 95 lm/W. Reproducción cromática: Ra >90. Por lo que puede ser usada para reemplazar directamente las incandescentes.

2.9 MÉTODOS DE CÁLCULO EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

Para poder diseñar la distribución de luminarios que cumpla con los requerimientos de iluminancia y uniformidad del trabajo, se necesitan por lo general dos tipos de información: niveles de iluminancia promedio y de iluminancia en un punto dado. El cálculo de iluminancia en puntos específicos se hace para ayudar al diseñador a evaluar la uniformidad de iluminación, especialmente cuando se usan luminarios donde las recomendaciones de espaciamiento máximas no son provistas o donde los niveles de iluminación de acuerdo a la actividad deban ser verificados contra el ambiente.

2.9.1 MÉTODO DE LUMEN.

El método de los lúmenes de fácil aplicación porque proporciona la iluminación media de un local, este método se emplea para las áreas más amplias en que la iluminación es sensiblemente uniforme.

Este método está basado en la determinación del flujo luminoso necesario para obtener una iluminación media deseada en el plano de trabajo.

Consiste resumidamente, en la determinación del flujo luminoso en Lux^5 a través de la ecuación:

$$\phi T = \frac{E \times S}{n \times \delta} \quad \text{Ecuación 1}$$

ϕT = Flujo total emitido por el total de las lámparas en lúmenes.

E = Iluminación media requerida por el ambiente a iluminar en Lux.

S = Área del local en m^2 .

n = Factor de utilización del local.

δ = Factor de depreciación.

⁵ Consultar glosario de términos

Factor de Depreciación (δ)

Con el tiempo los equipos de iluminación acumulan polvo, las lámparas emiten menor cantidad de luz y el rendimiento visual en consecuencia es más bajo.

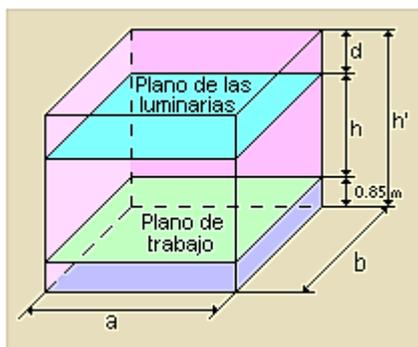
Algunos de estos factores pueden ser eliminados por medio del mantenimiento realizado a los equipos de iluminación. En la práctica para normalizar los efectos de estos factores, admitiendo una buena mantención periódica, podemos adoptar los siguientes valores del factor de depreciación; observar la siguiente tabla.

Ambiente	Periodo de mantenimiento		
	2500 horas	5000 horas	7500 horas
Limpio	0.95	0.91	0.88
Normal	0.91	0.85	0.80
Sucio	0.80	0.68	0.57

Tabla: Factores de depreciación.

Índice del local (K).

El índice de local K depende de las dimensiones del recinto a ser iluminado figura 2 y puede ser determinado a través de la ecuación 2.



h : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

h' : altura del local

d : altura del plano de trabajo al techo

d' : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

Figura 2 Para iluminación directa, semidirecta, y general difusa directas.

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

a = Ancho del local

b = Largo del local

h = Altura de la luminaria al plano de trabajo

Donde **K** es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

Coeficientes de reflexión.

El poder reflectante de las superficies (techo, paredes y piso) que rodean a un local, juega un papel muy importante en el resultado final del proyecto de iluminación. Las luminarias emiten la luz de diversas formas según su tipo de distribución luminosa.

Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla 1.

Lugar	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	oscuro	0.1
	Claro	0.3
Suelo	Oscuro	0.1

Tabla 1 Coeficientes de reflexión.

En su defecto podemos tomar 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

Factor de utilización (η).

El factor de utilización se refiere a la cantidad en porcentaje de flujo luminoso que va a llegar al plano de trabajo. El factor de utilización (η) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En la tabla 2 se puede ver para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (γ)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Tabla 2 Factor de utilización

El factor de utilización depende de:

- Distribución luminosa de la luminaria.
- El rendimiento de la luminaria.
- Las reflectancias del techo, paredes y piso. El índice del local **K**.
- La disposición de las luminarias en el local.

Cálculo de número de luminarias.

Está dado por la ecuación 3:

$$N = \frac{\phi}{n \times \phi L} \quad \text{Ecuación 3}$$

N = Número de luminarias

ϕ = Flujo total requerido

n = Número de lámparas por luminaria

ϕL = Flujo luminoso emitido por una lámpara

Distribución de las luminarias.

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas 4 y 5:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}}}{\text{largo}}} \times \text{ancho} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{Ancho}} \times \frac{\text{Largo}}{\text{Ancho}} \quad \text{Ecuación 5}$$

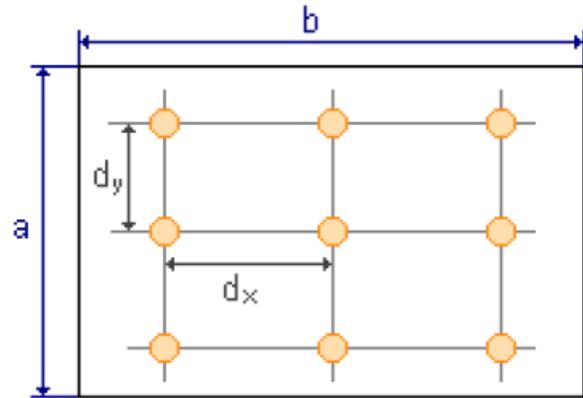


Figura 3. Cálculo de las distancias entre luminarios.

El espacio que debe existir entre las luminarias depende de la altura útil, que a su vez puede conducir a una distribución adecuada de la luz. La distancia máxima entre los centros de las luminarias debe ser de 1 a 1.5 de la altura útil. El espacio de la luminaria a la pared debe corresponder a la mitad de este valor.

La figura 4 indica la disposición correcta de las luminarias en una instalación.

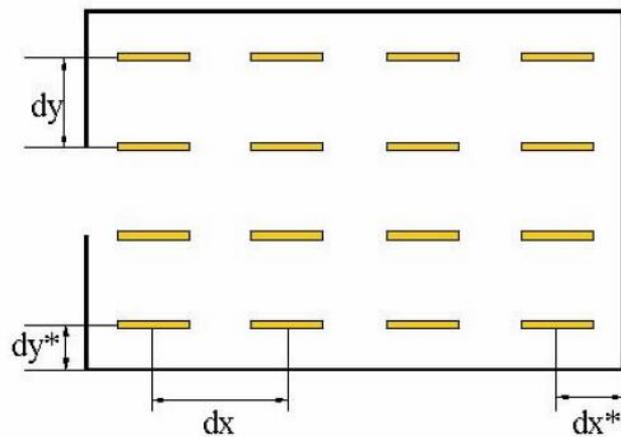


Figura 4 Disposición de luminarios.

Dónde:

$$dy^* = \frac{dy}{2} \quad ; \quad dx^* = \frac{dx}{2}$$

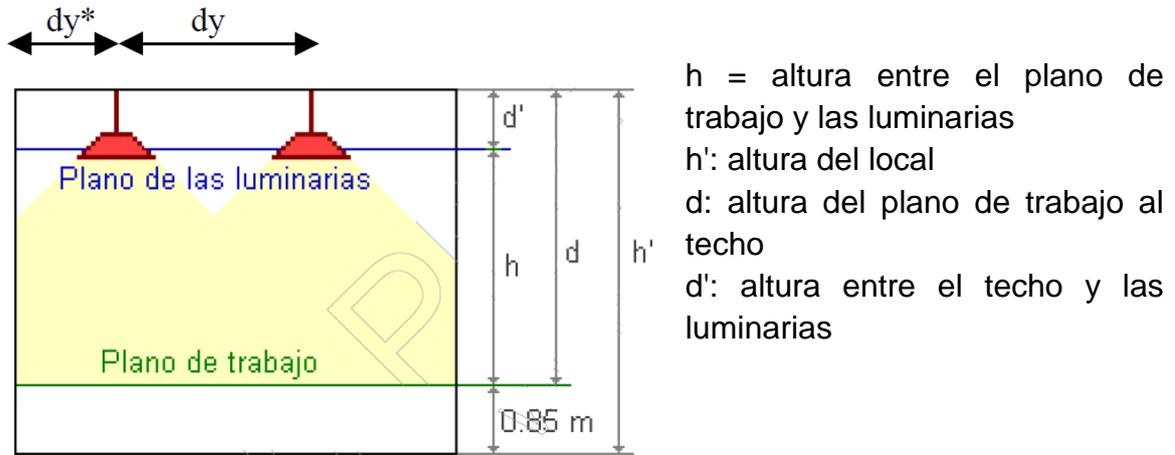


Figura 5 Distancia entre luminarios.

Debe cumplir la condición:

dx, dy deben ser menores a $1 \rightarrow 1.5$ de h .

Separación de luminarias.

La elección de una adecuada separación entre luminarias condicionara el mínimo número de las mismas. En realidad, la separación de las luminarias es otro factor importante en la uniformidad: evidentemente disponiendo un número mayor de luminarias con lámparas de menor potencia, la uniformidad de la iluminación será favorecida, pero también se encarecerá la instalación, por lo que es necesario llegar a una solución de compromiso entre ambas circunstancias. Así, se recomiendan las siguientes separaciones mínimas en función del tipo de luminaria empleado.

- Luminarias intensivas..... $d \leq 1.2 h$
- Semi-intensivas o semi-extensivas..... $d \leq 1.5 h$
- Extensivas..... $d \leq 1.6 h$

Esta separación condiciona el número mínimo de luminarias a instalar.

2.9.1 MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL.

Este método es aceptado en la actualidad para calcular los niveles de iluminancia promedio⁶ para áreas interiores, a menos que la distribución de luz sea radicalmente asimétrica. Es un método manual exacto para aplicaciones interiores porque toma en consideración el efecto que tiene la interreflectancia sobre el nivel de iluminancia.

El fundamento del método de cavidad zonal es que el cuarto se compone de tres espacios o cavidades. El espacio entre el techo y los luminarios, si están suspendidos, se define como la “cavidad del techo”; el espacio entre el plano de trabajo y el piso, “cavidad del piso”; y el espacio entre los luminarios y el plano de trabajo, “cavidad del cuarto”; ver figura 6.

Una vez que el concepto de estas cavidades ha sido comprendido, es posible calcular las relaciones numéricas llamadas “rangos de cavidad”, que pueden ser usados para determinar la reflectancia efectiva del techo y el piso y después encontrar el coeficiente de utilización.

Hay cuatro pasos básicos en cualquier cálculo de nivel de iluminancia.

- 1-Determinar el rango de cavidad.
- 2-Determinar las reflectancias de cavidad efectivas.
- 3-Seleccionar el coeficiente de utilización.
- 4-Computar el nivel de iluminancia promedio.

Paso 1:

Los rangos de cavidad pueden ser determinados mediante el cálculo de las siguientes fórmulas (6,7 y 8).

Rango de Cavidad de Techo.

$$CCR = 5 \times \frac{hcc (L + W)}{(L \times W)} \quad \text{Ecuación 6}$$

Rango de Cavidad de Cuarto.

$$RCR = 5 \times \frac{hrc (L + W)}{(L \times W)} \quad \text{Ecuación 7}$$

Rango de Cavidad de Piso.

⁶ Ver glosario de términos

$$FCR = 5 \times \frac{hfc (L + W)}{(L \times W)} \quad \text{Ecuación 8}$$

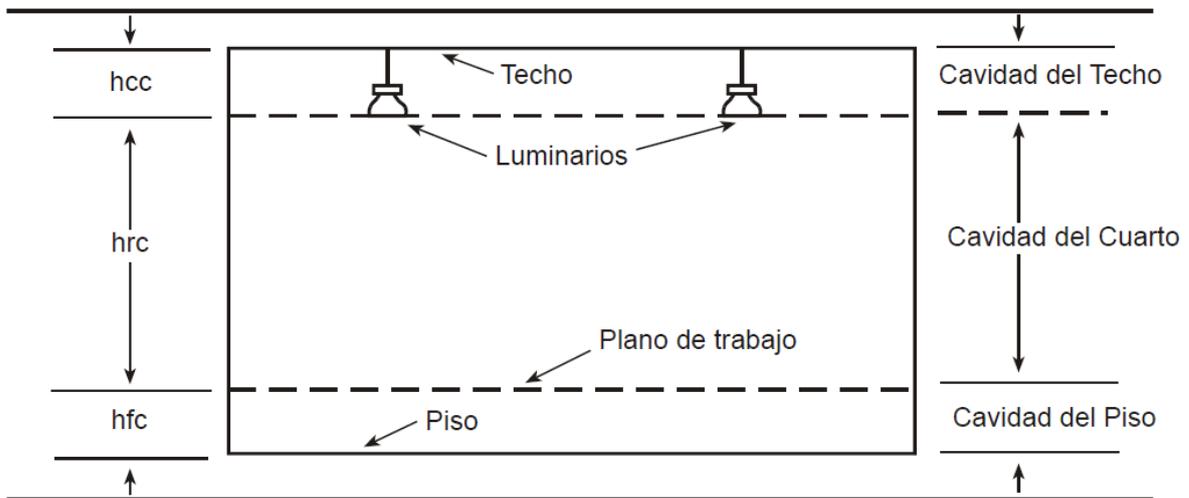


Figura. 6 Cavidades del área por determinar.

Dónde:

hcc = distancia en pies del luminario al techo

hrc = distancia en pies del luminario al plano trabajo

hfc = distancia en pies del plano de trabajo al piso

L = Largo del cuarto, en pies

W = Ancho del cuarto, en pies

Una fórmula alterna para calcular cualquier rango de cavidad es:

$$\text{Rango de la cavidad} = 2.5 \times \frac{(\text{altura de la cavidad}) \times (\text{perímetro de la cavidad})}{(\text{área de la base de la cavidad})} \quad \text{Ecuación 9}$$

Paso 2:

Las reflectancias de cavidad efectivas deben ser determinadas para las cavidades de techo y de piso. Estas pueden localizarse en la Tabla 3 bajo la combinación aplicable de rango de cavidad y la reflectancia actual del techo, paredes y piso. Note que si el luminario es para montaje de hueco o de superficie, o si el piso es el plano de trabajo, el CCR o el FCR serán 0 y entonces la reflectancia actual del techo o el piso será también la reflectancia efectiva.

Los valores de reflectancia efectivos encontrados serán entonces pcc (reflectancia de cavidad de techo efectiva) y pfc (reflectancia de cavidad de piso efectiva).

Tabla A

Porcentaje de reflectancia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de reflectancia

% Reflectancia de techo o piso	90				80				70				50				30			10		
% Reflectancia de pared	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10	
RSR																						
0.2	89	88	86	85	78	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	09	
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09	
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08	
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08	
1.0	86	80	75	69	74	72	67	62	62	58	53	46	43	38	30	27	24	22	12	10	08	
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07	
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07	
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07	
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06	
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06	
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06	
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06	
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06	
2.8	81	66	54	44	65	59	48	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05	
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05	
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05	
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	11	13	09	05	
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04	
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04	
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04	
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04	
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	08	04	
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04	
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04	
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	08	04	

Tabla 3 Reflectancias del techo, paredes y piso.

Paso 3:

Con estos valores de pcc, pfc y pw (reflectancia de pared) y conociendo el rango de cavidad del cuarto (RCR), previamente calculado, encuentre el coeficiente de utilización en la tabla de (CU) coeficiente de utilización del luminario. Ya que la tabla es lineal, se pueden hacer interpolaciones lineales para rangos de cavidad exactos o combinaciones de reflectancia.

El Coeficiente de Utilización.

El coeficiente de utilización de una instalación de iluminación se define como el cociente entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo (flujo útil) por el flujo luminoso del conjunto de luminarias de la instalación.

$$\eta = \frac{\phi_{\text{útil}}}{\phi_{\text{lámparas}}}$$

El valor del factor de utilización depende de diversas variables, como son la eficiencia de la luminaria, su distribución luminosa, la altura de la instalación, la superficie de la zona a iluminar y la reflectancia de paredes, techo y suelo.

Cada fabricante elabora sus propias tablas de factores de utilización. También se le conoce como factor de utilización.

También se deberá tener en cuenta que una luminaria tendrá mayor coeficiente de utilización en un local de gran superficie en relación a su altura (Índice de Local cercano a 1) que otro de poca superficie en relación a su altura (Índice cercano a 10). Tal como lo muestran los ejemplos figura 7, en un local amplio la luz que emite la luminaria es aprovechada en su totalidad, (de aquí en adelante **C.U** alto) mientras que en el pequeño, al incidir la luz sobre las paredes se produce una absorción, mayor o menor según el color y la textura de las superficies y la luminaria pierde parte de su rendimiento por esa razón (**C.U** bajo). Esta situación se produce también cuando el local es exageradamente alto con respecto a la superficie.

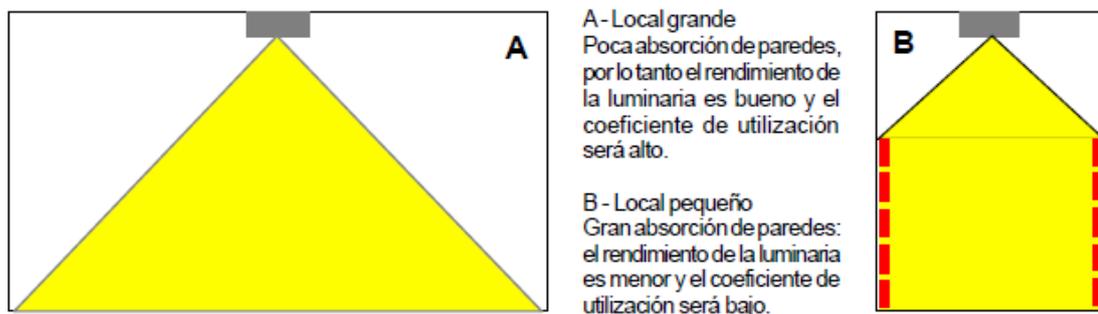


Figura 7 Diferencias entre local grande y pequeño.

Paso 4:

La computación del nivel de iluminancia se realiza usando la fórmula del método de lumen estándar.

$$\text{luxes} = \frac{(\# \text{ de luminarias})(\text{lámparas por luminario})(\text{lúmenes por lámpara})(C.U)(fm)}{(\text{área en m}^2)} \quad \text{Ecuación 10}$$

Cuando el nivel de iluminancia inicial requerido se conoce y el número de luminarios necesarios para obtener ese nivel, se usa una variación de la fórmula de lumen estándar.

$$\# \text{ de luminarios} = \frac{(\text{luxes})(\text{área en m}^2)}{(\text{lámparas por luminario})(\text{lúmenes por lámpara})(C.U)(fm)} \quad \text{Ecuación 11}$$

Los dos métodos de cálculos son necesarios para un buen criterio de elección de luminarias y un cálculo más preciso, en si no hay uno mejor que otro, los dos son necesarios para poder hacer este proyecto, ambos tienen similitudes en cuanto al cálculo; por ejemplo, el índice de local y el coeficiente de utilización son requisitos para ambos métodos. El método que podría ser un poco más completo es de las cavidades zonales.

El objetivo es obtener la mayor cantidad de datos posibles que nos ayuden a elegir la mejor opción, entre más resultados obtengamos más precisa será nuestra simulación, y claro nuestros criterios para una mejor elección de luminarios.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 2.

Es fundamental conocer los tipos de tecnologías que existen en el mercado. Una vez que ya entendimos los principios básicos de las lámparas, necesitamos conocer otras características con el fin de conocer mejor el entorno.

Lo que buscamos en las lámparas es la siguiente información:

- Vida útil de las lámparas
- Potencia nominal
- Eficacia mínima
- Temperatura de color
- Potencia nominal
- Índice de rendimiento de color

De acuerdo a las características antes mencionadas, podremos determinar cuál es la tecnología que nos va a hacer más útil para nuestros fines particulares.

CAPÍTULO 3

SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL

INTRODUCCIÓN.

Antes de poder realizar algún cambio en la dependencia, habría que conocer a detalle cómo está constituido su sistema eléctrico actual, saber en qué condiciones esta, y de qué manera se va a modificar, para ello se hicieron diferentes tipos de medición, análisis de datos, y verificaciones en cuanto a las normas mexicanas y la norma universitaria que es la que nos rige para este análisis.

Las mediciones y verificaciones que se realizaron, nos da como resultado, la capacidad instalada, desbalanceo de corriente, variaciones de voltaje, factor de potencia etc. Por medio de este análisis podemos considerar donde están las áreas de oportunidad para desarrollar y mejorar nuestro trabajo.

Por medio de un levantamiento eléctrico cuantificamos los receptáculos y luminarios correspondientes a cada edificio, para así, conocer la carga total instalada y saber dónde se harán las posibles modificaciones y correcciones según el caso.

3.1 NORMAS APLICABLES AL PROYECTO.

Las NOM son las regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables para evitar riesgos, principalmente a la población y al medio ambiente.

El gobierno es el encargado de identificar los riesgos, evaluarlos y emitir las NOM. Sin embargo en el proceso se suman las consideraciones de expertos externos provenientes de otras áreas. Las NOM están conformadas por comités técnicos integrados por todos los sectores interesados en el tema, no únicamente gobierno sino también por investigadores, académicos y cámaras industriales o de colegios de profesionistas.

A continuación presentaremos una lista de normas sobre eficiencia energética y de instalación eléctrica, los cuales nos van a guiar en el correcto desarrollo de la tesis y así evaluar si cumplen con los requisitos mínimos que exigen las normas.

- ❖ **NORMA OFICIAL UNIVERSITARIA (NOU).**
- ❖ **NOM-025 STPS-2008, CONDICIONES DE ILUMINACIÓN EN LOS CENTROS DE TRABAJO.**
- ❖ **NOM-007-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES.**
- ❖ **NOM-001-SEDE-2005, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN).**

3.1.1 NORMA OFICIAL UNIVERSITARIA (NOU).

Es una norma creada por la Universidad Nacional Autónoma de México con el objetivo de establecer la normalización de criterios y requisitos para la aceptación técnica de una propuesta de proyecto de la instalación eléctrica, manteniendo el nivel de servicio, seguridad y eficiencia en el suministro y utilización de la energía eléctrica demandada por los usuarios de los inmuebles, para cumplir con sus funciones sustantivas de docencia, investigación y difusión de la cultura.

La presente Norma Universitaria complementa, adecua e interpreta las disposiciones de las normas listadas anteriormente **(Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005)** a las particularidades de las instalaciones eléctricas universitarias sin detrimento a la seguridad de las instalaciones y de los usuarios, persiguiendo la eficiencia en la disposición de los recursos, en la utilización y en el suministro de energía.

Por efecto de la limitación de los alcances de la tesis solo consultaremos el capítulo 2 de la norma referente al alumbrado, el capítulo 5 circuitos derivados y capítulo 12 métodos de instalación, poniendo énfasis en aquellos apartados que sean de vital importancia para los alcances reales del trabajo.

Alumbrado (capítulo 2 de la NOU).

Niveles de iluminación.

Los niveles de iluminación para alumbrado interior indicados en la tabla 4, debe servir de base para el diseño de la iluminación de los inmuebles que construye la U.N.A.M.

La variación permitida de estos valores es de un $\pm 10\%$.

<i>Local</i>	<i>Nivel en luxes</i>
Aulas.	400
Oficinas.	600
Bibliotecas (Sala de lectura).	500
Laboratorios.	500
Salas de juntas.	250
Salas de cómputo.	250
Salas de dibujo	600
Salas de espera.	200
Baños.	150
Pasillos interiores.	150
Pasillos exteriores.	150
Cubículos.	250
Escaleras interiores.	100
Pasos a cubierto.	60

Tabla 4. Niveles de iluminación de la Norma Oficial Universitaria.

La tabla 4 nos va a ayudar a determinar el nivel de luxes requeridos para ciertas áreas que sean motivo de estudio, sin embargo hay que aclarar que los niveles anteriormente marcados son mínimos, puesto que se busca tener un confort visual que ayude a realizar las actividades lo mejor posible.

Estos niveles de iluminación se deben lograr con, factores de reflexión mínimos de:

- Plafones o techumbres 80%
- Pared arriba del plano de instalación 40%
- Pared región intermedia del cuarto 50%
- Pared abajo del plano de trabajo 10%

- Puertas 40%
- Ventanas 10%
- Piso 22%

Se recomienda utilizar colores claros en los acabados.

Este punto también es de vital importancia puesto que nos interesa conocer los factores de reflexión para determinar la existencia de deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, y así evitarlo.

MATERIALES.

Selección de las unidades de iluminación.

Deberá hacerse, tomando en consideración los criterios técnicos y económicos más adecuados para dar solución a los problemas de iluminación planteados en el proyecto arquitectónico (tipo de luminario, su eficacia luminosa, aspecto ornamental, características de instalación y montaje, costo inicial, costo de mantenimiento y consumo de energía eléctrica, en servicio normal y/o de emergencia), a continuación se establecen los principales criterios técnicos:

- a) En alumbrado de interiores y para alturas hasta de cuatro metros utilizar alumbrado fluorescente. Los luminarios deben de tener las siguientes características:
 - Lámparas tipo T8 o T5, encendido rápido de 32, 28 W con temperatura de color de 4100 K.
 - Balastro tipo electrónico, con factor de potencia superior a 0.9, nivel de ruido A, factor de balastro mayor a 0.88, THD máx. de 10%.
 - Bases del tipo by pin (quedan prohibidas las bases de media vuelta).
 - Reflectores con una reflectancia mínima del 90%.
 - Difusores de acrílico, eficiencia mínima del 65%, con prismas de forma piramidal con una densidad de 25 a 64 por pulgada cuadrada y de 3 mm de espesor.
- b) Para el caso específico de las salas de cómputo utilizar difusores del tipo *Louver* parabólico acabado mate.
- c) En recintos con alturas mayores de cuatro metros, utilizar lámparas de aditivos metálicos para el alumbrado interior o cualquier otro de alta intensidad de descarga dependiendo de la actividad que se realice y de la

iluminación requerida. Para este caso se debe prever e indicar el procedimiento de mantenimiento de los mismos.

- d) La utilización de iluminación incandescente queda restringida; solamente se instalarán en áreas muy especiales y con la autorización previa de la D.G.O.
- e) Para iluminación de exteriores utilizar lámparas de aditivos metálicos cerámicos luz blanca de nueva generación, o cualquiera otra de mayor eficiencia.
- f) Para casos especiales, monumentos históricos, fachadas, esculturas, etc., consultar a la D.G.O.

Es claro que en la sección 2.3.1 de a NOU, nos impone algunos factores que para nuestro proyecto en particular no resultarían válidos, por ejemplo en el inciso a específica que tenemos que colocar tecnología T8 o T5, sin embargo el problema es que nos condicionan la potencia de las lámparas que tienen que ser forzosamente de 32 y 28 W respectivamente, por lo que en el transcurso de la tesis se hará un estudio detallado para justificar el cambio por tubos que consuman menos potencia. Tampoco la norma es tan flexible para elegir tecnologías más actuales, por lo que dejan a un lado la tecnología LED que ya existe en el mercado.

Circuitos derivados.

5.1.3 Los circuitos de fuerza deben estar separados y ser independientes de los circuitos de alumbrado.

5.1.7 Como máximo se permitirán 10 conductores en cada canalización y ésta no debe ser mayor a 25 mm de diámetro, para circuitos derivados.

5.1.12 Se recomienda que la carga en los circuitos de alumbrado no se exceda de los 1500 Watts y para receptáculos 1800 Watts. Permittedose en casos extremos y especiales hasta 2000 Watts (esto se debe evitar al máximo).

Métodos de instalación.

12.2.2 El calibre mínimo de los conductores a utilizar para iluminación es el No.12 AWG.

12.2.6 Todas los luminarios deben estar conectadas al sistema de tierras.

3.1.2 NOM-025-STPS-2008, CONDICIONES DE ILUMINACIÓN EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

Objetivo

Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

Niveles de Iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo.

Los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la Tabla 5.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: • De bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • Exactas y muy prolongadas, y • Muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2000

Tabla 5. Niveles de iluminación en el área de trabajo de la NOM-025-STPS-2008.

Un punto que nos ayudará a determinar el número de mediciones en una región en específico es el índice de área, el cual es muy importante porque gracias a éste cálculo (ver ecuación 12) podemos realizar las mediciones necesarias para determinar el nivel de iluminación que existe en el área y verificar si dicho nivel es el óptimo para realizar las funciones.

A continuación se coloca la tabla 6 para determinar cuántas mediciones hay que hacer en ciertas áreas.

Índice de área	A) Número mínimo de zonas a Evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 < IC < 2	9	12
2 < IC < 3	16	20
3 < IC	25	30

Tabla 6. Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición de la NOM-025-STPS-2008.

El valor del índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación 12:

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

IC = índice del área.

x,y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

En donde x es el valor de índice de área (I.A) del lugar, redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a 75 cm ± 10 cm, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas.

3.1.3 NOM-007-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES.

Objetivo:

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto:

- a)** Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.

- b)** Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) de los sistemas de alumbrado de edificios nuevos no residenciales, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes con el fin de verificar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

Especificaciones

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los edificios indicados en el campo de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, no deben exceder los valores indicados en la Tabla 7.

Tipo de edificio	DPEA (W/m ²)
Oficinas	
Oficinas	14
Escuelas y demás centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	16
Bibliotecas	16
Establecimientos comerciales	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	20
Hospitales	
Hospitales, sanatorios y clínicas	17
Hoteles	
Hoteles	18
Moteles	22
Restaurantes	
Bares	16
Cafeterías y venta de comida rápida	19
Restaurantes	20
Bodegas	
Bodegas o áreas de almacenamiento	13
Recreación y Cultura	
Salas de cine	17
Teatros	16
Centros de convenciones	15
Gimnasios y centros deportivos	16
Museos	17
Templos	24
Talleres de servicios	
Talleres de servicios para automóviles	16
Talleres	27
Carga y pasaje	
Centrales y terminales de transporte de carga	13
Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres	16

Tabla 7. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA).

Método de cálculo.

Consideraciones generales.

La determinación de las DPEA del sistema de alumbrado de un edificio no residencial nuevo, ampliación o modificación de alguno ya existente, de los tipos cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana, deben ser calculados a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo a la metodología indicada a continuación.

La expresión genérica para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) es la ecuación 13:

$$DPEA = \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) está expresada en W/m^2 , la carga total conectada para alumbrado está expresada en watts y el área total iluminada está expresada en metro cuadrado.

Se considerará que la instalación cumple con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana si las DPEA calculadas son iguales o menores que los valores límites establecidos para cada uso del edificio analizado de acuerdo con lo establecido en las tablas 3.5 y A1⁷.

Para nosotros es de vital importancia tomar en cuenta el cálculo del DPEA puesto que al colocar valores máximos permisibles estamos asegurando un ahorro significativo de potencia, porque de esta forma se evita un gasto innecesario de energía.

3.1.4 NOM-001-SEDE-2005, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN).

Introducción.

La estructura de esta Norma Oficial Mexicana (en adelante NOM), responde a las necesidades técnicas que requiere la utilización de las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional.

Objetivo.

El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades.

210-19. Conductores: Tamaño nominal del conductor y capacidad de conducción de corriente mínimos.

a) General. Los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga máxima que alimentan. Además, los conductores de circuitos derivados de salidas múltiples que alimenten a receptáculos para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la capacidad nominal del circuito derivado. Los cables armados cuyo conductor neutro sea

⁷ Ver anexo A

más pequeño que los conductores de fase, deben marcarse de esa manera (indicando el tamaño del neutro).

NOTA 4: Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión eléctrica de los circuitos alimentadores y derivados hasta el receptáculo más lejano no supere 5%, proporcionarán una razonable eficacia de funcionamiento.

210-20. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos derivados y equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad nominal o ajuste.

220- CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS.

220-3. Cálculo de los circuitos derivados. Las cargas de los circuitos derivados deben calcularse como se indica en los siguientes incisos:

a) Cargas continuas y no continuas. La capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la suma de la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

7) Otras salidas: debe considerarse carga mínima de 180 VA por salida.

250-95. Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo. El tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

Cuando sólo haya un conductor de puesta a tierra de equipo con varios circuitos en el mismo tubo (conduit) o cable, su tamaño nominal debe seleccionarse de acuerdo con el dispositivo de sobrecorriente de mayor corriente eléctrica nominal de protección de los conductores en el mismo tubo (conduit) o cable.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	(A)	Cable de cobre
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)

TABLA 250-95. Tamaño nominal mínimo de conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos.

310-15. Capacidad de conducción de corriente para tensiones nominales de 0 a 2 000 V.

g) Factores de ajuste.

1.- Más de tres conductores portadores de corriente en un cable o canalización. Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización sea mayor que tres, la capacidad de conducción de corriente se debe reducir con los factores que se indican en la Tabla 310-15(g).

Número de conductores portadores de corriente	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50

TABLA 310-15(g). Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable.

j) Conductor de puesta a tierra o de empalme. Al aplicar lo establecido en 310-15(g), no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o puente de unión empalmado a éste.

TABLA 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de

tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.

mm ²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS TW* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW- LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS
Cobre				Aluminio			
0,824	18	---	---	14	---	---	---
1,31	16	---	---	18	---	---	---
2,08	14	20*	20*	25*	---	---	---
3,31	12	25*	25*	30*	---	---	---
5,28	10	30	35*	40*	---	---	---
8,37	8	40	50	55	---	---	---
13,3	6	55	65	75	40	50	60
21,2	4	70	85	95	55	65	75
28,7	3	85	100	110	65	75	85
33,8	2	95	115	130	75	90	100
42,4	1	110	130	150	85	100	115
53,5	1/0	125	150	170	100	120	135
67,4	2/0	145	175	195	115	135	150
85,0	3/0	165	200	225	130	155	175
107	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	190	230	255
177	350	280	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	355	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	310	375	420
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	450
458	900	435	520	585	355	425	480
507	1 000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
780	1500	520	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1010	2000	580	685	750	470	560	630

Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente.

Designación	Diámetro interior mm	Area interior total mm ²	Area disponible para conductores mm ²		
			Uno conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de dos conductores fr = 40%
16 (1/2)	15,8	196	103	60	78
21 (3/4)	20,9	344	181	106	137
27 (1)	26,6	557	294	172	222
35 (1-1/4)	35,1	965	513	299	387
41 (1-1/2)	40,9	1313	697	407	526
53 (2)	52,5	2165	1149	671	867
63 (2-1/2)	62,7	3089	1638	956	1236
78 (3)	77,9	4761	2523	1476	1904
91 (3-1/2)	90,1	6379	3385	1977	2555
103 (4)	102,3	8213	4349	2456	3282
129 (5)	128,2	12907	6440	4001	5163
155 (6)	154,1	18639	9879	5778	7456

TABLA 10-4. Dimensiones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores (basado en la tabla 10-1, Capítulo 10).

La tabla 10-4 es muy útil para el cálculo de la tubería, el uso es muy sencillo solo tenemos que hacer el cálculo de la suma de las áreas aproximadas de los conductores que queremos que pasen por la tubería. Una vez que tenemos ese dato observamos la columna que dice “Más de dos conductores” y así obtenemos la designación de la tubería.

TABLA 10-5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de artefactos.

Tipo	Tamaño o designación		Diámetro Aprox. mm	Area Aprox. mm ²
	mm ²	AWG		
AF, XF, XFF	2,08	14	3,38	8,97
Tipos: AF, RHH*, RHW*, RHW-2*, THW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN-2, XF, XFF				
RHH*, RHW*, RHW-2*	2,08	14	4,14	13,5
AF, XF, XFF	3,31	12	4,62	16,8
RHH*, RHW*, RHW-2*	5,26	10	5,23	21,5
	8,37	8	6,76	35,9
TW,	2,08	14	3,38	8,97
THHW, THHW-LS	3,31	12	3,86	11,7
THW, THW-LS	5,6	10	4,47	15,7
THW-2	8,37	8	5,99	28,2
	13,3	6	7,72	46,8
	21,2	4	8,94	62,8
	26,7	3	9,65	73,2
	33,6	2	10,5	86,0
	42,4	1	12,5	123
	53,5	1/0	13,5	143
	67,4	2/0	14,7	169
TW	85,0	3/0	16,0	201
THW	107	4/0	17,5	240
THW-LS	127	250	19,4	297
THHW	152	300	20,8	341
THHW-LS	177	350	22,1	384
THW-2	203	400	23,3	427
RHH*	253	500	25,5	510
RHW*	304	600	28,3	628
RHW-2*	355	700	30,1	710
	380	750	30,9	752
	405	800	31,8	792
	456	900	33,4	875
	507	1 000	34,8	954

Tabla 10-5 Área aproximada por conductor.

3.2 MONITOREO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS.

El Monitoreo de los parámetros eléctricos en las redes eléctricas trifásicas de las instalaciones de la U.N.A.M y en sistemas eléctricos de potencia, nos permitirá tomar decisiones de cómo, cuándo y por qué estamos utilizando esa energía y nos dará la capacidad de reaccionar de acuerdo a ello. Por otra parte los cambios en las cargas o en la operación de los circuitos de baja tensión normalmente se realizan sin tomar en cuenta la capacidad original de las instalaciones. Esto ocasiona que se presenten problemas tales como:

- Capacidad Instalada.
- Desbalanceo de corriente.

- Variaciones temporales de voltaje.
- Bajos voltajes en los extremos de los circuitos.
- Bajo factor de potencia.
- Sobrecarga de circuitos.

Estos problemas, si no se detectan y corrigen a tiempo, producen envejecimiento acelerado de los cables y protecciones, reduciendo su vida útil e incrementando el riesgo de fallas que puedan suspender el servicio de energía eléctrica por un tiempo prolongado.

Actividades realizadas.

- Inspección visual de la instalación.
- Monitoreo de los parámetros eléctricos al secundario del transformador.
- Análisis de la información obtenida y recomendaciones.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO EN ANÁLISIS

Transformador de distribución, tipo subestación en aceite, 225 kVA, 6000-220/127 V, 3 fases, 50/60 Hz, 3.45 %.

3.2.2 GENERALIDADES.

Con el fin de conocer el estado y la operación de las instalaciones eléctricas, se realiza el monitoreo de parámetros eléctricos en circuitos alimentadores y derivados.

El monitoreo se realiza con un Analizador de Redes Eléctricas, el cual es capaz de medir y registrar parámetros de circuitos monofásicos, bifásicos y trifásicos en alta y baja tensión, con corriente hasta de 2,000 amperes. En este caso el monitoreo se realizó con el analizador de redes eléctricas marca AMPROBRE, modelo DM-II PRO. Se instaló en el bus del secundario del transformador de energía, que se ubica en el local de la subestación de la dependencia. El periodo de monitoreo fue del 11 al 18 de febrero del año en curso, el periodo de muestreo fue de 5 minutos.

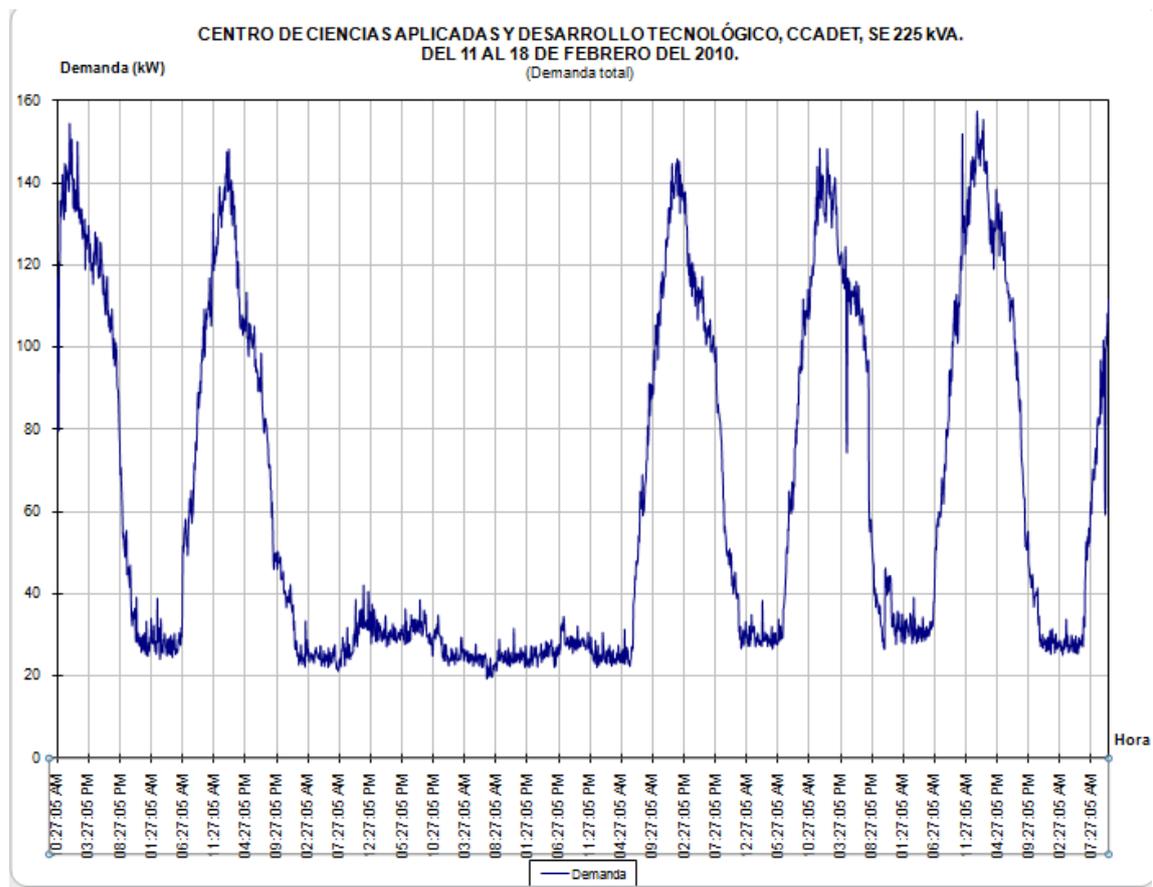
3.2.3 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.

- Registro de datos del circuito a monitorear.
- Programación e instalación del Analizador de Redes.
- Medición y registro de los parámetros siguientes:
 - Tensión promedio por fase y trifásica (V).
 - Tensión máxima por fase (V).
 - Tensión mínima por fase (V).
 - Corriente promedio por fase y trifásica (A).
 - Corriente máxima por fase (A).
 - Corriente mínima por fase (A).
 - Potencia activa por fase y trifásica (kW).
 - Factor de potencia por fase y trifásico.
 - Energía activa (kWh).
 - Frecuencia (Hz).
- Desinstalación del analizador y descarga de datos en PC.
- Elaboración de gráficas de comportamiento.

3.2.4 APLICACIONES.

El servicio de monitoreo es aplicable a cualquier circuito alimentador o derivado en alta y baja tensión, con el fin de detectar problemas de regulación, desbalanceo, bajo factor de potencia, armónicas, así como conocer la demanda y consumo de energía. De acuerdo a los alcances de la tesis sólo nos importaría la demanda y el consumo de energía.

3.2.5 GRÁFICAS.

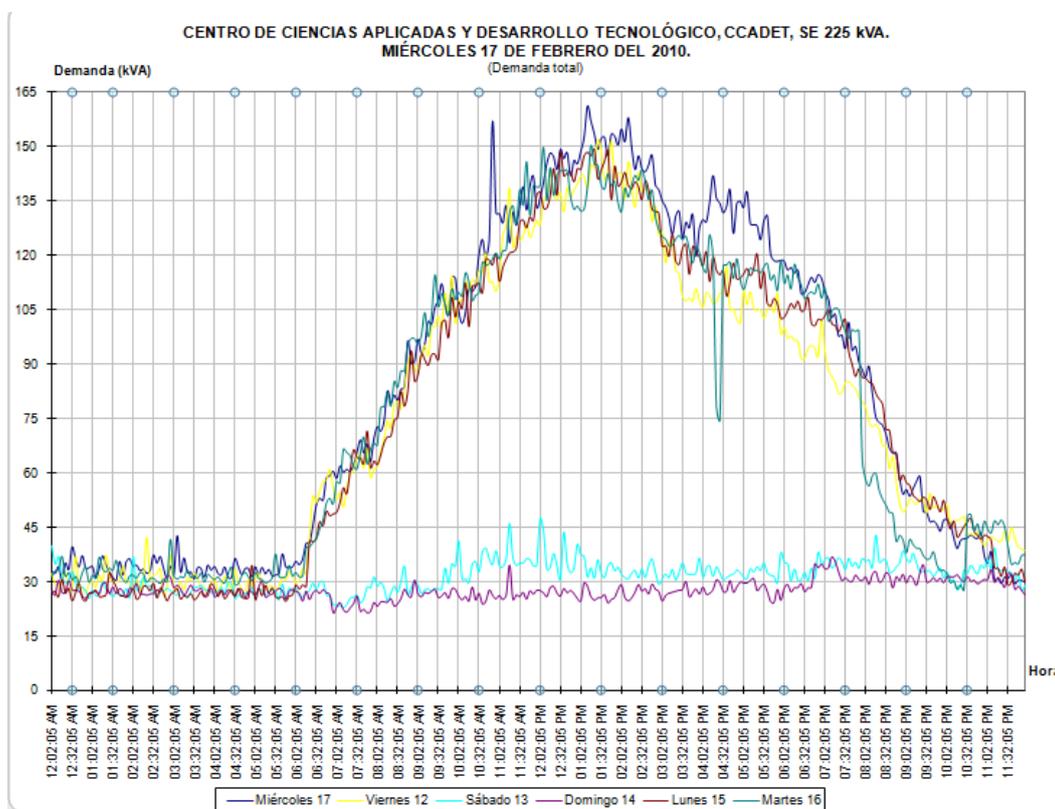


Gráfica 1. Demanda total.

En la gráfica 1 Demanda total se observa lo siguiente:

- El incremento en la demanda se registra a partir de las 06:00 horas y se extiende a lo largo de todo el día hasta las 23:00 horas.
- A partir de las 06:00 y hasta las 11:30 horas del día, la demanda de energía sufre un incremento paulatino de 106 kVA (de 30 a 136 kVA).
- El siguiente periodo se prolonga por un intervalo de 3 horas y media (de 11:30 a 15:00 horas), en él, se registra una demanda igual o mayor a 136 kVA, que representa el 85 % de la demanda máxima del sistema, también en éste intervalo se presenta la demanda máxima de cada día, generalmente entre las 12:00 y 14:00 horas.
- El siguiente intervalo comprende el horario de las 15:00 a las 16:00 horas, en el cual, la demanda sufre un decremento acelerado hasta alcanzar una demanda de 115 kVA.
- En el periodo de las 16:00 a las 19:00 horas, la demanda presenta pequeñas variaciones manteniendo una demanda promedio de 115 kVA.

- A partir de esta hora, 19:00 horas, y hasta las 23:00 horas, la demanda presenta una disminución paulatina hasta alcanzar el valor de la demanda base que es de 30 kVA.
- La demanda base se presenta en el periodo de las 23:00 horas hasta las 06:00 horas del día siguiente.
- El perfil de la demanda es similar entre los diferentes días, teniendo una variación en la demanda máxima de 12 kVA, es decir, la demanda máxima varía entre 149 y 161 kVA.
- En el fin de semana, sábado y domingo, se observa que la demanda permanece casi constante en un valor de 30 kVA, presentando un valor máximo de 47 y un mínimo de 22 kVA.



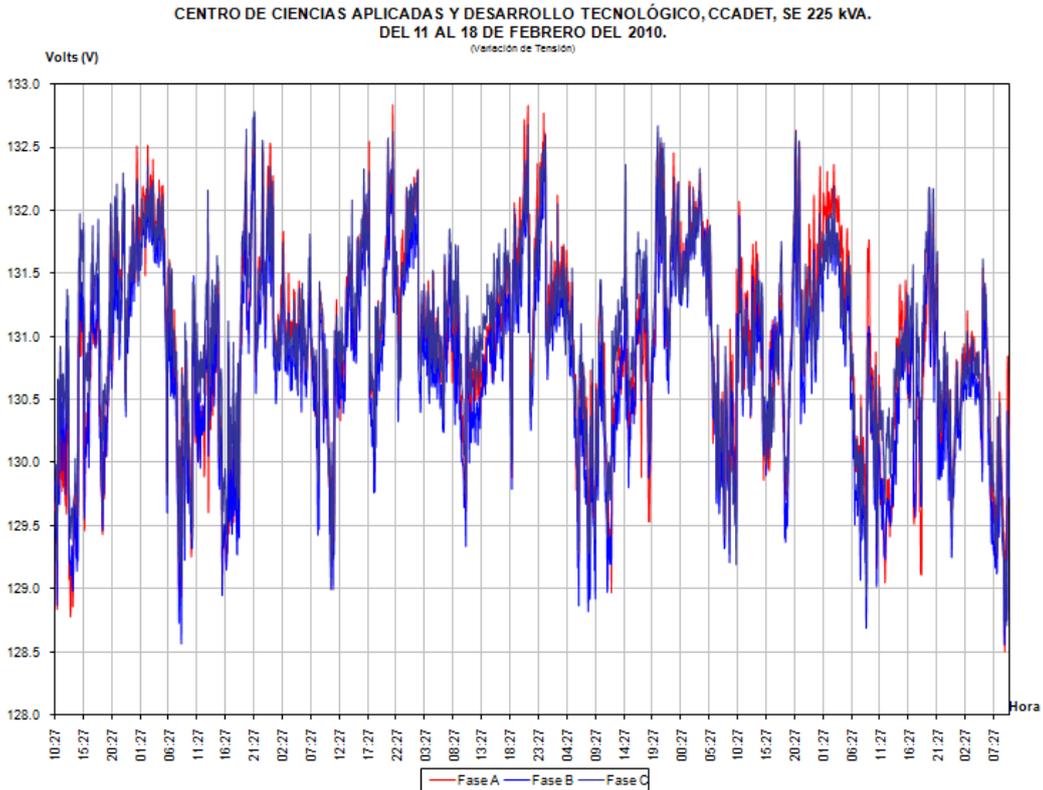
Gráfica 2. Demanda total (por día).

La tabla 8 nos muestra los valores de demanda máxima, mínima y promedio registrados durante todo el periodo de medición, cabe aclarar que dichos valores se desprenden de la gráfica 2 Demanda total. El día miércoles 17 de febrero se registró la demanda máxima a las 13:12 horas.

DEMANDA (kVA)	
MÁXIMO	161.30
MÍNIMO	21.50
PROMEDIO	64.80

Tabla 8 Demanda máxima, mínima y promedio.

La demanda máxima del sistema representa el 72 % de la capacidad nominal del transformador.



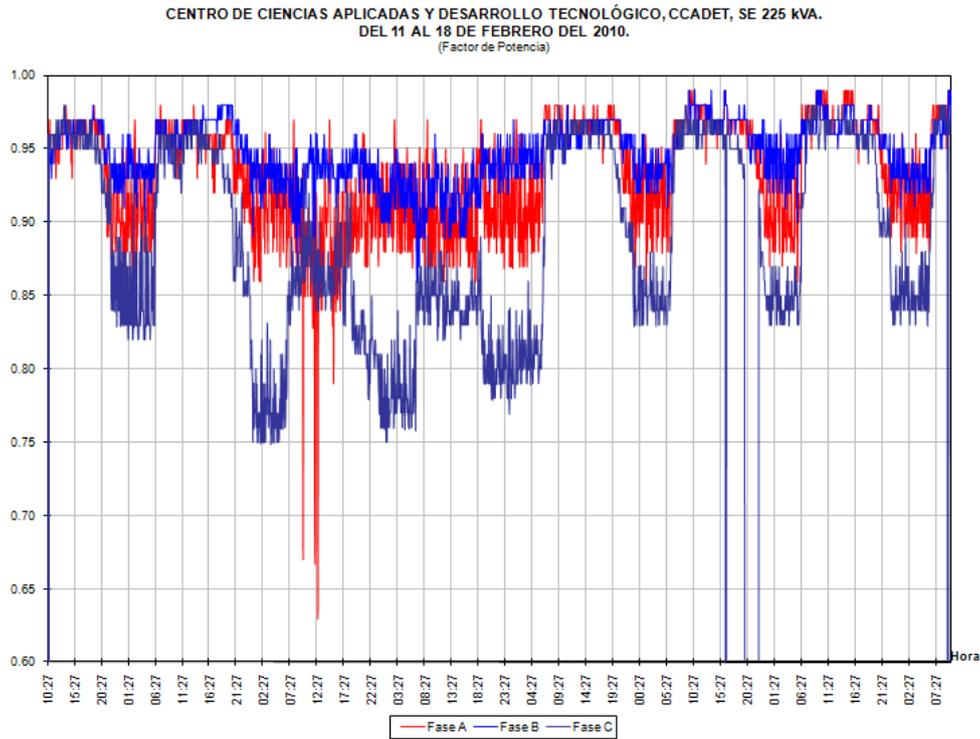
Gráfica 3. Variación de tensión.

La tabla 8 muestra el valor de tensión máxima, mínima y promedio registrados durante el periodo de monitoreo. Dichos valores se tomaron a partir de la gráfica 3 Variación de tensión.

TENSIÓN (V)			
FASE	A	B	C
MÁXIMO	132.82	132.49	132.78
MÍNIMO	128.50	128.56	128.71
PROMEDIO	130.95	130.77	131.02

Tabla 9. Tensión máxima, mínima y promedio.

La tensión nominal del sistema deberá ser de 127 V, con una tolerancia de $\pm 10\%$, como se establece en el RLSPEE⁸. De la tabla 9 se observa que el valor máximo está 6 unidades (4.7 %) por arriba de la tensión mencionada, este valor se encuentra dentro de la tolerancia recomendada para el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos.



Gráfica 4 Factor de potencia.

La tabla 10 muestra el valor del factor de potencia máximo, mínimo y promedio registrados durante el periodo de monitoreo. Los valores fueron tomados a partir de la gráfica 4 Factor de potencia.

FACTOR DE POTENCIA				
FASE	A	B	C	T
MÁXIMO	0.99	0.99	0.98	1.00
MÍNIMO	0.63	0.86	0.75	0.85
PROMEDIO	0.95	0.95	0.91	0.95

Tabla 10. Factor de potencia.

⁸ Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, Capítulo V Del Suministro y la Venta de Energía Eléctrica, Artículo 18 apartado II.

El valor mínimo recomendado por la compañía suministradora es de 0.9; como se puede apreciar, el valor en cada fase es mayor al recomendado.

El valor que se considera para efectos de la facturación eléctrica es el promedio, si la dependencia realizara las aportaciones correspondientes por el consumo de energía ante la compañía suministradora, obtendría una bonificación por operar las instalaciones con este valor de factor de potencia.

3.3 SISTEMA DE CONTACTOS Y FUERZA.

Al ser el CCADET un centro de desarrollo tecnológico, se necesita una gran variedad de equipo especial para lograr su objetivo, además de receptáculos para alimentar equipo cotidiano, computadoras, impresoras, aire acondicionado etc., hasta grandes máquinas que necesitan alimentación especial de 220 Volts.

A continuación se muestra la carga por edificios: Edificio principal, Taller y Laboratorio de acústica.

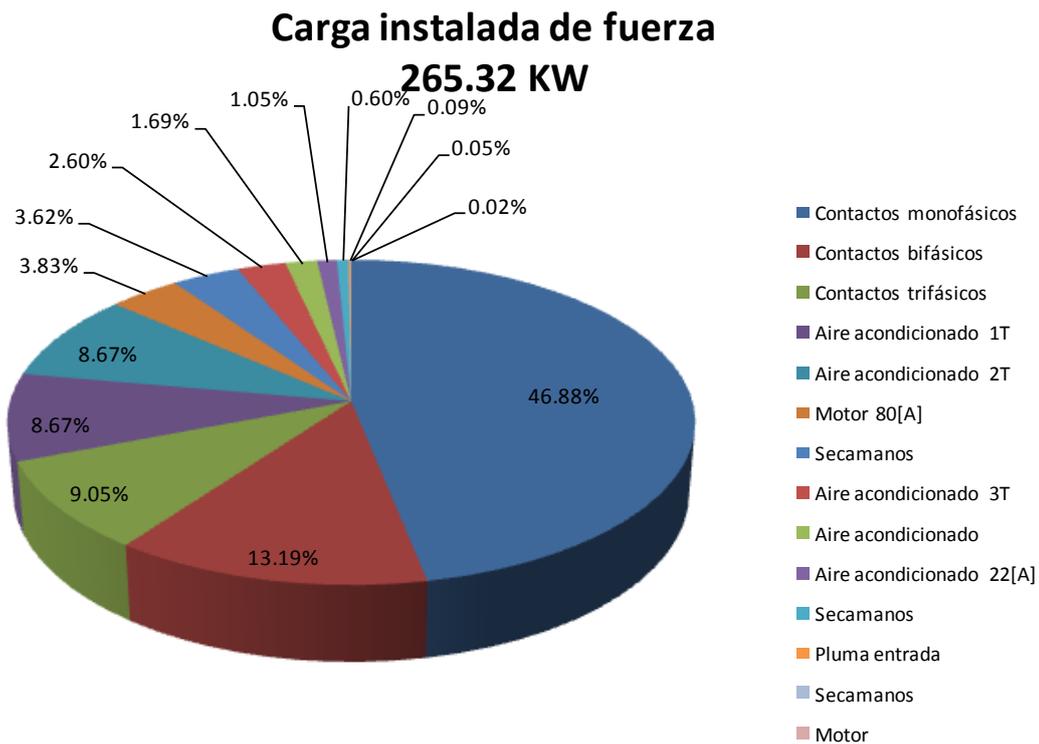
Edificio principal

En el CCADET se tiene un total de 265.32 kW de carga instalada como se puede ver en la tabla 11.

Carga	Potencia Watts	Cantidad				Total	Total Watts	Porcentaje
		Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Azotea			
Contactos monofásicos	180	253	242	196		691	124380	46.88%
Contactos bifásicos	500	45	25			70	35000	13.19%
Contactos trifásicos	1000	7	16	1		24	24000	9.05%
Aire acondicionado 1T	2300	9	1			10	23000	8.67%
Aire acondicionado 2T	4600	2		3		5	23000	8.67%
Motor 80[A]	10160	1				1	10160	3.83%
Secamanos	2400		2	2		4	9600	3.62%
Aire acondicionado 3T	6900	1				1	6900	2.60%
Aire acondicionado	746		1		5	6	4476	1.69%
Aire acondicionado 22[A]	2794		1			1	2794	1.05%
Secamanos	800	2				2	1600	0.60%
Pluma entrada	250	1				1	250	0.09%
Secamanos	60	2				2	120	0.05%
Motor	40			1		1	40	0.02%
							265320	100.00%

Tabla 11. Total de contactos y fuerza en el edificio principal.

Nota: Para la potencia de salida de los contactos ver "ARTÍCULO 220-CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS".



Gráfica 5. Carga instalada en el edificio principal.

- Como se puede observar en la tabla 11 la mayor cantidad de carga la ocupan los contactos monofásicos con un total de 124380 Watts que representa el 44.56% de la carga total del edificio principal; algo normal por las actividades realizadas en este edificio, puesto que hay más áreas dedicadas a la administración que a la investigación.
- En segundo lugar se encuentran los contactos bifásicos con una carga total de 35000 Watts que representa el 12.54% de la carga total del edificio. Dichos receptáculos son absolutamente necesarios porque también hay laboratorios en donde tienen equipo especial que necesitan de estos contactos, por mencionar algunos encontramos motores, equipos de rayos láser, congeladores etc.
- En tercer lugar se encuentran los contactos trifásicos con una carga total de 24000 Watts que representa el 8.60% de la carga total del edificio principal.
- Algo que hay que mencionar es que los dos aires acondicionados se posicionan como una carga importante dentro del inmueble, con un total de 23000 Watts cada uno con un porcentaje del 8.24% respectivamente.

La demás carga se distribuye equitativamente entre motores y seca manos con un porcentaje relativamente pequeño en comparación con la demás carga. Cabe

aclarar que esta distribución de carga es normal por las actividades realizadas en el edificio, ya que en su mayoría son cubículos y oficinas que no necesitan de equipo especial para laborar. Sin embargo también cuentan con laboratorios especializados donde su principal función es la investigación, por lo que ocupan receptáculos bifásicos y en menor medida receptáculos trifásicos como ya hemos observado en la tabla 11.

Taller

De todo el CCADET el taller es parte fundamental del desarrollo tecnológico, puesto que se dedican a realizar piezas de gran precisión requeridos por los investigadores, es claro que dentro del proceso de adelantos tecnológicos el taller es parte medular del proceso, es decir hay una relación muy estrecha entre todas las áreas para culminar un proceso, y por ende un prototipo.

Está por demás decir que hay una gran variedad de equipos que realizan funciones específicas, entre el equipo más importante que se encuentra en el taller es una maquina cortadora por chorro de agua para cortes metálicos de gran precisión, principalmente se ocupa para fabricar engranes con determinadas características de acuerdo a las necesidades de los investigadores.

También cuentan con una impresora 3D que es una máquina capaz de realizar "impresiones" de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador.

Asimismo cuentan con otros equipos de uso más rudo para piezas de menor precisión pero a gran escala.

A continuación se presenta una tabla desglosada con el total de carga de fuerza y contactos existentes en el taller. Cabe destacar que a pesar de que hay una gran variedad de equipo específico, todos ellos consumen una gran potencia por el trabajo que realizan, como lo veremos a continuación en la tabla 12.

Carga	Potencia Watts	Cantidad		Total	Total Watts	Porcentaje
		Primer nivel	Segundo nivel			
Punteadora	39200	3		3	117600	22.94%
Taladro de banco	15510	5		5	77548	15.13%
Planta soldadora	31600	2		2	63200	12.33%
Contactos monofásicos	180	244	77	321	57780	11.27%
Torno	7504	6		6	45024	8.78%
Esmeril	13311	3		3	39933	7.79%
Contactos trifásicos	1000	24		24	24000	4.68%
VMC 650	15000	1		1	15000	2.93%
Sierra	3323	4		4	13292	2.59%
Soplete	10340	1		1	10340	2.02%
Dinamach 3000	10000	1		1	10000	1.95%
Contactos bifásicos	500	16	2	18	9000	1.76%
Cepillo	4103	2		2	8206	1.60%
Aire acondicionado 1t	2300	3		3	6900	1.35%
Lijadora	2958	1		1	2958	0.58%
Cortadora	1448	2		2	2895	0.56%
Calentador	2240	1		1	2240	0.44%
Guillotina	2238	1		1	2238	0.44%
Motor 2hp	1492	1		1	1492	0.29%
Tornillo de banco	1300	1		1	1300	0.25%
DM 1007	1000	1		1	1000	0.20%
Roladora	746	1		1	746	0.15%
					512692	100.00%

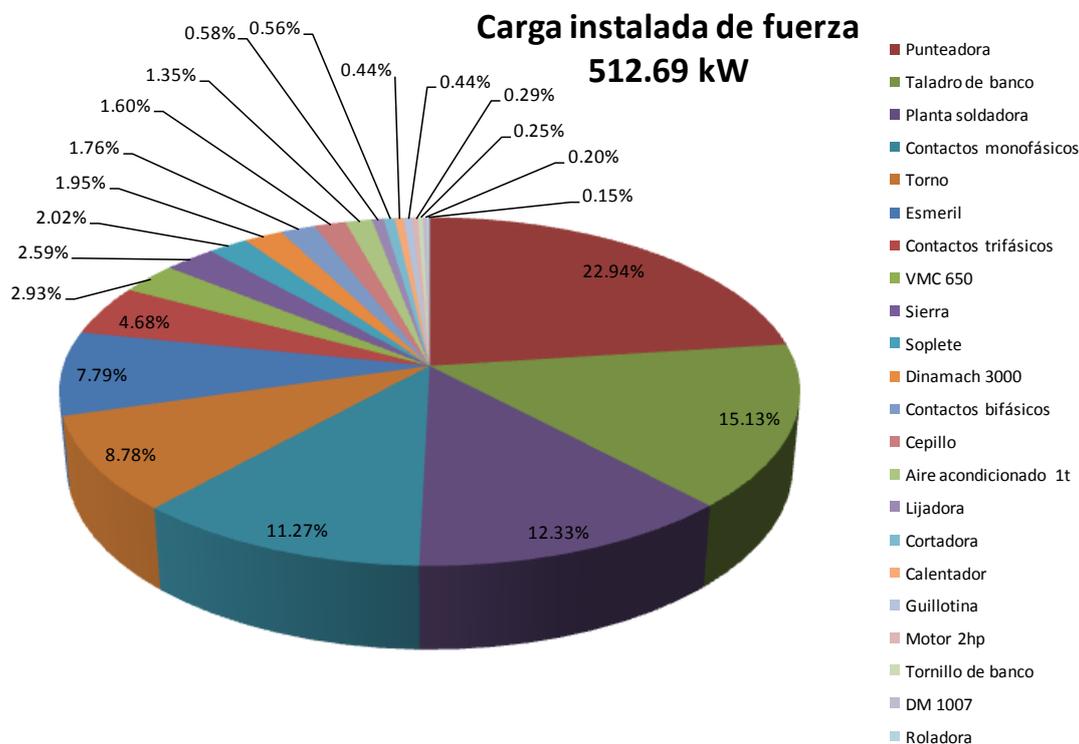
Tabla 12. Carga instalada de contactos y de fuerza en el taller.

Al ser el taller un centro multidisciplinario, es claro que el equipo de fuerza va a tomar los primeros lugares en cuanto a la carga instalada.

- En primer lugar tenemos tres punteadoras, que consumen cada una 39200 Watts haciendo un total de 117600 Watts, que representa el 22.94% de la carga instalada en el taller.
- En segundo lugar tenemos cinco taladros de banco, que consumen cada una 15509.5 Watts haciendo un total de 77548 Watts, que representa el 15.13% del total de la carga.
- En tercer lugar encontramos 2 plantas soldadoras que consumen cada una 31600 Watts haciendo un total de 63200 Watts, que representa el 12.33% de la carga instalada.

La demás carga se distribuye entre el equipo especial y los diferentes receptáculos que habitan en el taller. Es normal esta distribución de carga tomando en cuenta que aquí se diseñan y realizan diversas piezas metálicas, por lo que su uso está plenamente justificado.

A continuación se presenta una gráfica donde se presentan los porcentajes de la carga instalada.



Gráfica 6. Carga instalada en el taller.

Laboratorio de acústica.

El Grupo Académico de Acústica y Vibraciones del CCADET cuenta con instalaciones y equipos especializados para investigación en temas de acústica y vibraciones.

El laboratorio de acústica es un lugar más pequeño en comparación a los recintos anteriores, sin embargo no hay que restarle importancia a las actividades realizadas en esta área. A continuación se exponen los siguientes datos de contactos y fuerza.

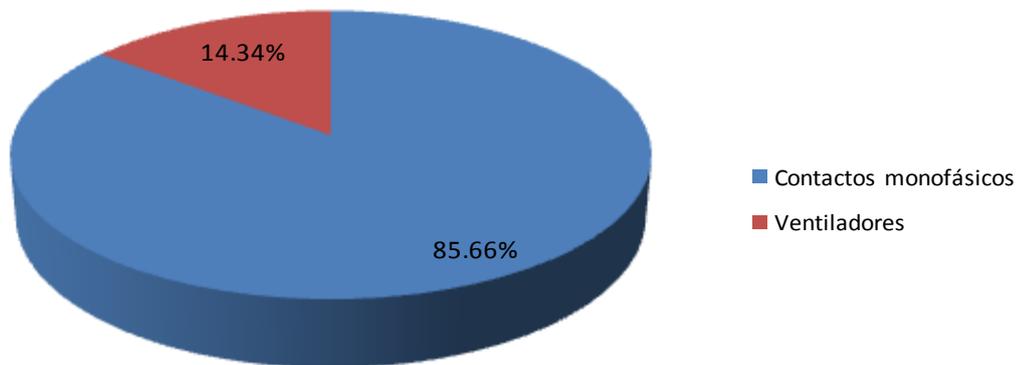
Carga	Potencia Watts	Cantidad		Total de fuerza	Total de Watts	Porcentaje
		Primer nivel	Segundo nivel			
Contactos monofásicos	180	81	18	99	17820	85.66%
Ventiladores	746	4		4	2984	14.34%
					20804	100.00%

Tabla 13. Total de contactos y fuerza en el laboratorio de acústica.

Como vemos en la tabla 13 este recinto cuenta con una carga instalada igual a 20,804 Watts, una carga mínima comparada con las demás áreas anteriormente expuestas, pero no por ello se tiene que minimizar su importancia porque aquí desempeñan y realizan labores importantes, recordando que todas las áreas concentran funciones específicas para así obtener un resultado final.

Ahora se presentará una gráfica mostrando la cantidad en porcentaje de la carga instalada en el laboratorio de acústica.

Carga instalada de fuerza 20804 Watts



Gráfica 7. Total de contactos y fuerza en el laboratorio de acústica.

Como se ve en la gráfica 7, la mayor concentración de carga se ve reflejada en los contactos monofásicos (96.1%), esto debido a las actividades que realizan en el área, también cuentan en menor medida con ventiladores que representa el 3.8%, debidamente justificados porque cuentan con laboratorios herméticamente cerrados y sirven para ventilar el ambiente.

En cuanto a equipo, el laboratorio cuenta con micrófonos, acelerómetros, interferómetros láser y otros transductores para mediciones muy precisas de presión sonora, intensidad acústica, aceleración, velocidad, etc. Varios tipos de excitadores de vibración y fuentes de sonido. Analizadores espectrales de señales de uno y dos canales, analizadores estadísticos de ruido y generadores de señales especializados. Equipo de cómputo y programas para el control de equipo de medición, procesamiento de datos y para simulaciones numéricas.

Finalmente, se cuenta con equipo y herramientas de programación para procesamiento digital de señales y control activo de sonido y vibraciones.

Ahora se presentará una tabla resumen donde se ve reflejado la potencia total de todo el CCADET, en cuanto a contactos y fuerza se refiere.

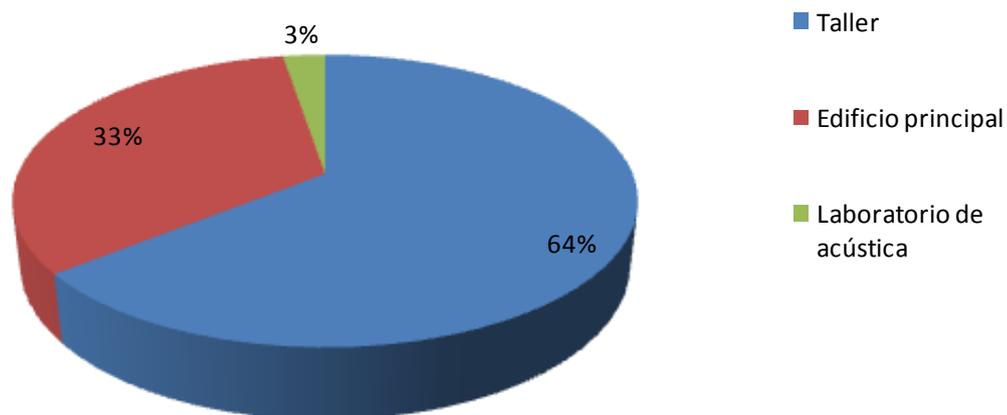
3.3.1 CARGA TOTAL INSTALADA EN EL CCADET DE CONTACTOS Y FUERZA.

En resumen en la dependencia se tiene un total de 798.81 kW de carga instalada como se ve en la tabla 14.

Edificio	Potencia (kW)	Porcentaje(%)
Taller	512.692	64.18%
Edificio principal	265.320	33.21%
Laboratorio de acústica	20.804	2.60%
Total	798.816	100.00%

Tabla 14. Carga total en el CCADET.

Carga total instalada de contactos y fuerza 798.81 kW



Gráfica 8. Carga total de contactos y fuerza instalada en el CCADET.

3.4 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente ya que hace posible la visión del entorno, pero además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, estado de ánimo y motivación de las personas.

Visto desde una perspectiva, el diseño de iluminación puede definirse como la búsqueda de soluciones que permitan optimizar la relación entre el usuario y su medio ambiente.

Esto implica tener en cuenta diversos aspectos interrelacionados y la integración de técnicas, resultados, metodologías y enfoques de diversas disciplinas y áreas del conocimiento, como la física, la ingeniería de edificios, la arquitectura, etc. Por ello, la solución a una demanda específica de iluminación debe ser resuelta en un marco interdisciplinario.

Al descubrir que la luz no sólo afecta las capacidades visuales de las personas sino también su salud y bienestar, por un lado, el vertiginoso desarrollo tecnológico de fuentes luminosas, dispositivos ópticos y sistemas de control y la necesidad de utilizar los recursos energéticos de manera más eficiente, por otro, le dieron al concepto de diseño un perfil notablemente más cualitativo⁹.

Una vez que se tiene un panorama general acerca del tema de iluminación, nos abocaremos a entrar en detalles sobre el tema en cuestión. Al igual que en el subtema anterior, el análisis se efectuará por edificios, de tal manera que el estudio se ejecute de una manera más desglosada y entendible.

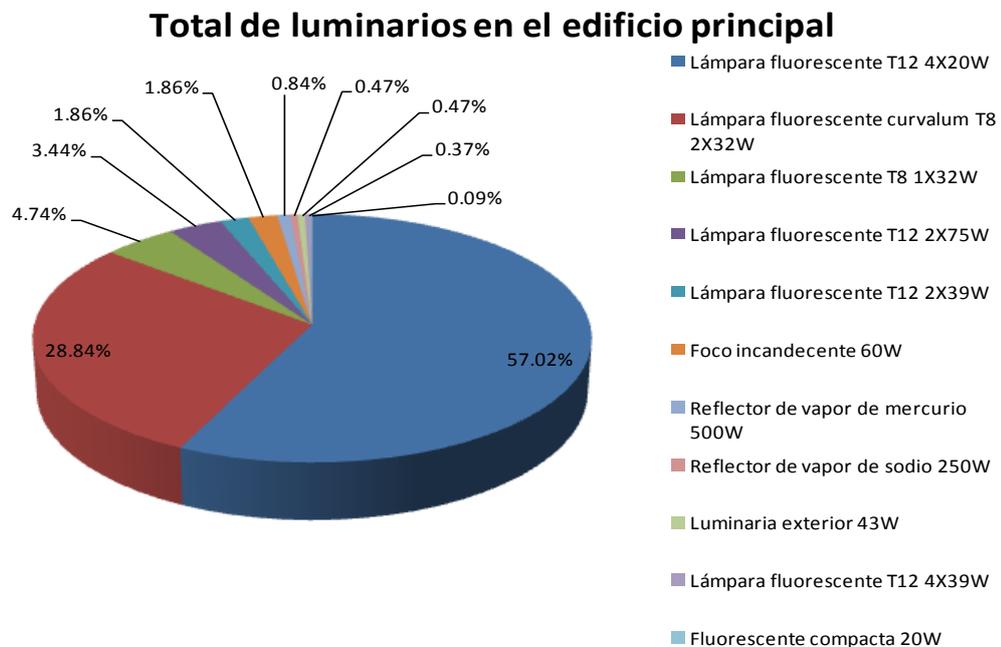
Edificio principal

A continuación en la tabla 15 se muestra el número total de luminarios existentes por niveles.

⁹ RAITELLI, Mario. *Iluminación Eficiente. Diseño de la Iluminación de Interiores*. Capítulo 8. pp. 2-3

Tipo de lámpara	Primer nivel Edificio principal	Segundo nivel Edificio principal	Tercer nivel Edificio principal	Azotea	Total de luminarios	Porcentaje
Lámpara fluorescente T12 4X20W	173	206	234	0	613	57.02%
Lámpara fluorescente curvalum T8 2X32W	45	95	170	0	310	28.84%
Lámpara fluorescente T8 1X32W	39	6	6	0	51	4.74%
Lámpara fluorescente T12 2X75W	36	0	1	0	37	3.44%
Lámpara fluorescente T12 2X39W	15	4	1	0	20	1.86%
Foco incandescente 60W	9	11	0	0	20	1.86%
Reflector de vapor de mercurio 500W	0	0	0	9	9	0.84%
Reflector de vapor de sodio 250W	0	0	0	5	5	0.47%
Luminaria exterior 43W	0	5	0	0	5	0.47%
Lámpara fluorescente T12 4X39W	0	4	0	0	4	0.37%
Fluorescente compacta 20W	0	0	1	0	1	0.09%
					1075	100.00%

Tabla 15. Total de luminarios en el edificio principal.



Gráfica 9. Porcentaje de luminarios en el edificio principal.

Como se puede observar en la tabla 15 y en la gráfica 9 la lámpara fluorescente en tecnología T12 de 4X20W representa el 57.02% del número total de luminarios en este edificio, por lo que representa un valor bastante alto considerando que se trata de una lámpara ineficiente y obsoleta, lo cual deriva en un consumo mayor de energía eléctrica.

En segundo lugar en cuanto al número de luminarios tenemos la lámpara fluorescente tipo curvalum T8 de 2X32W con un total de 28.84%, este tipo de tecnología en si es recomendable, pero lo que se busca es que haya un menor consumo de energía sin que afecte el flujo luminoso, por lo que se propondría un cambio a tecnología T5. Después tenemos la lámpara fluorescente T8 de 1x32 W con un porcentaje del 4.74%, luego tenemos la lámpara fluorescente T12 de 2x75 W que representa un 3.44%, aquí si hay un problema pues se trata también de tecnología T12, que como se comentó arriba ya se trata de lámparas obsoletas, sin embargo no es todo el problema ya que también ésta lámpara tiene una potencia demasiado elevada, por lo que también se propondría un cambio por alguna más eficiente.

Las demás lámparas que hay en el CCADET ocupan un porcentaje muy bajo con respecto a las tecnologías anteriores, además de que algunas de las lámparas son ahorradoras.

Otro factor importante para el análisis es la carga eléctrica que representan las lámparas, para ello se muestra la siguiente tabla 16.

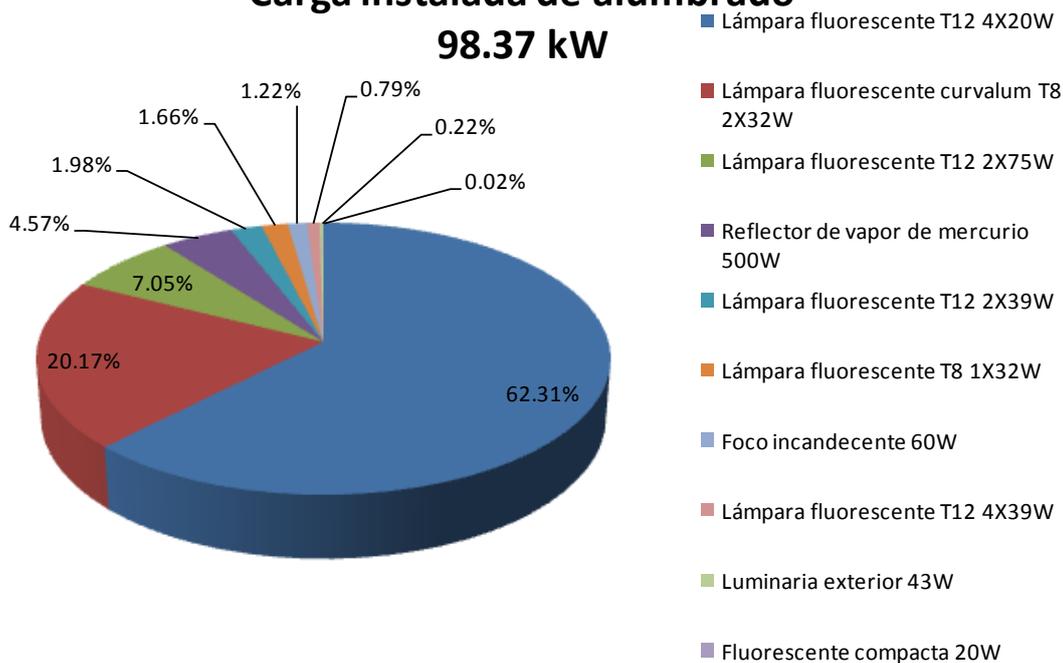
Tipo de lámpara	Potencia con balastro (W)	Total luminarias	Potencia total (kW)	Porcentaje
Lámpara fluorescente T12 4X20W	100	613	61.30	62.31%
Lámpara fluorescente curvalum T8 2X32W	64	310	19.84	20.17%
Lámpara fluorescente T12 2X75W	187.5	37	6.94	7.05%
Reflector de vapor de mercurio 500W	500	9	4.50	4.57%
Lámpara fluorescente T12 2X39W	97.5	20	1.95	1.98%
Lámpara fluorescente T8 1X32W	32	51	1.63	1.66%
Foco incandescente 60W	60	20	1.20	1.22%
Lámpara fluorescente T12 4X39W	195	4	0.78	0.79%
Luminaria exterior 43W	43	5	0.22	0.22%
Fluorescente compacta 20W	20	1	0.02	0.02%
			98.37	100.00%

Tabla 16. Carga total en el edificio principal.

Nota: se considerará un 25% adicional a la potencia total de los luminarios debido al factor de balastro, solo se contemplará a la tecnología T12 dicho factor.

Carga instalada de alumbrado

98.37 kW



Gráfica 10. Carga total expresada en porcentaje en el edificio principal.

Como podemos observar en la tabla 16 y gráfica 10, la tecnología que más predomina en el edificio principal es la T12, ocupando un porcentaje muy alto, cuando existen tecnologías más eficientes y de baja potencia, lo cual a futuro repercutiría en una menor facturación eléctrica y un excelente nivel de iluminación.

La lámpara más usual en el edificio principal es la lámpara fluorescente T12 de 4X20W con una potencia total de 61.3 kW que representa el 62.31% de la carga total del edificio.

La segunda tecnología más usada es la lámpara fluorescente tipo curvalum T8 de 2X32W con una potencia total de 19.84 kW que representa el 20.17%.

En tercer lugar tenemos la lámpara fluorescente T12 de 2X75W con una potencia de 6.94 kW que representa el 7.05%.

En cuarto lugar encontramos el reflector de vapor de mercurio de 500 W, a pesar de que solo hay 9 reflectores ocupa el cuarto lugar por la potencia que consume con un 4.5 kW que representa 4.57%.

En seguida tenemos una serie de luminarios de diferentes tecnologías, sin embargo el porcentaje que representa en comparación con las demás tecnologías es inferior, por lo que se omiten sus descripciones.

Al final tenemos una carga total en el edificio principal igual a 98.37 kW.

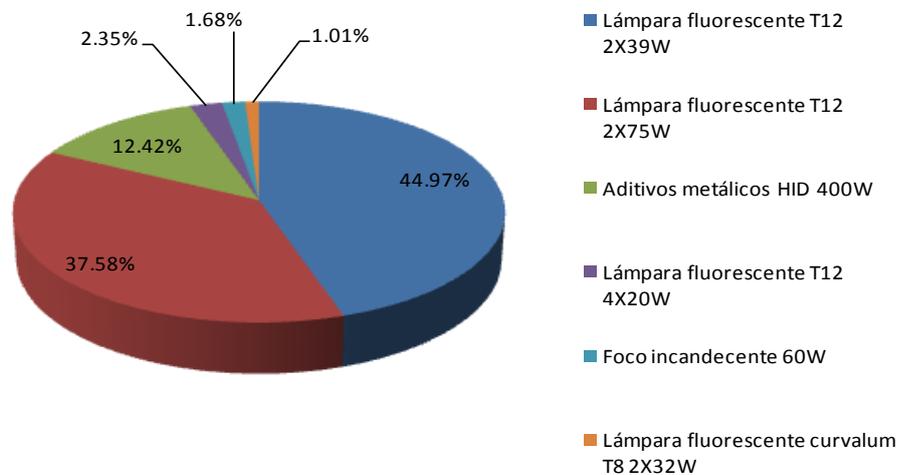
Taller

Ahora nos abocaremos al taller donde a continuación se presenta el número total de luminarios que hay en el recinto, ver tabla 17.

Tipo de lámpara	Primer nivel del taller	Segundo nivel del taller	Total de luminarios	Porcentaje (%)
Lámpara fluorescente T12 2X39W	73	61	134	44.97%
Lámpara fluorescente T12 2X75W	84	28	112	37.58%
Aditivos metálicos HID 400W	1	36	37	12.42%
Lámpara fluorescente T12 4X20W	7		7	2.35%
Foco incandescente 60W	5		5	1.68%
Lámpara fluorescente curvalum T8 2X32W	3		3	1.01%
			298	100.00%

Tabla 17. Distribución de luminarios en el taller.

Total de luminarios en el taller



Gráfica 11. Porcentaje de lámparas en el taller.

De acuerdo a la tabla 17 y gráfica 11 podemos observar lo siguiente:

En primer lugar encontramos las lámparas T12 de 2X39W, que contabilizando los dos niveles del taller hay 134 luminarios que representa el 44.97% del número total de luminarios.

En segundo lugar se encontraron las lámparas T12 de 2X75W, hallados en los laboratorios que están dentro del taller, con un total de 112 luminarias, que representa el 37.58% del total de luminarios.

En tercer lugar encontramos a las lámparas de aditivos metálicos de 400 W los cuales hacen un total de 37 lámparas distribuidas uniformemente a lo largo del techo del taller, que representa el 12.42% del total de luminarios.

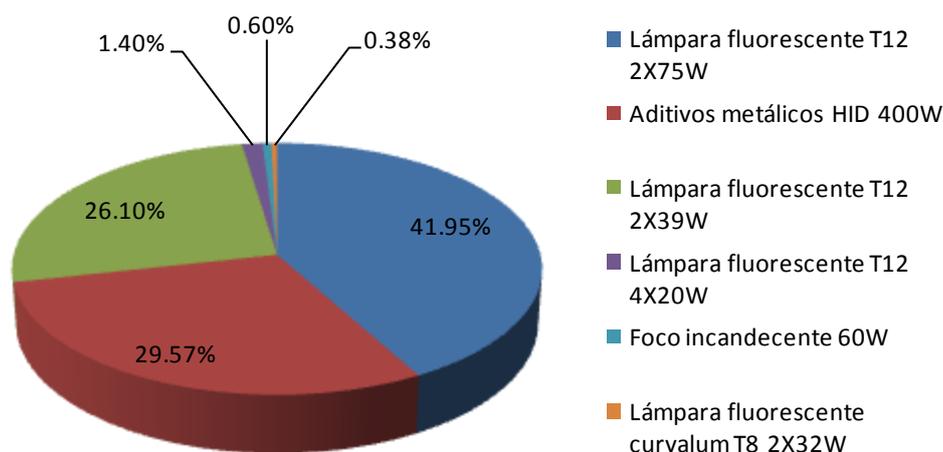
Ahora veremos en otra tabla 18 la potencia de cada luminario y la carga total que representa el taller, contabilizando un total de 50.06 kW.

Tipo de lámpara	Potencia con balastro (W)	Total de luminarios	Potencia total (kW)	Porcentaje (%)
Lámpara fluorescente T12 2X75W	187.5	112	21.00	41.95%
Aditivos metálicos HID 400W	400	37	14.80	29.57%
Lámpara fluorescente T12 2X39W	97.5	134	13.07	26.10%
Lámpara fluorescente T12 4X20W	100	7	0.70	1.40%
Foco incandescente 60W	60	5	0.30	0.60%
Lámpara fluorescente curvalum T8 2X32W	64	3	0.19	0.38%
			50.06	100.00%

Tabla 18. Potencia total del taller.

La gráfica 12 que representa el comportamiento de la carga instalada en el taller expresado en porcentaje es el siguiente.

Carga instalada de alumbrado 50.06 kW



Gráfica 12. Carga instalada en el taller expresado en porcentaje.

Como ya se observó en la tabla 18 y en la gráfica 12 en términos de potencia se puede observar una variación con respecto a la tabla anterior, por lo que se detallará más a continuación.

En primer lugar tenemos a la lámpara fluorescente T12 de 2X75W con una potencia total de 21 kW con un porcentaje del 41.95%

En segundo lugar tenemos las lámparas de aditivos metálicos de 400 W con una potencia de 14.8% que representa el 29.57%.

En tercer lugar tenemos la lámpara fluorescente T12 de 2X39W con una potencia total de 13.07 kW que representa el 26.1%.

En cuarto lugar tenemos a la lámpara fluorescente T12 de 4X20W con una potencia total de 700W que representa 1.4% del total de la carga.

Siguiendo la misma tendencia en cuanto al orden de la carga instalada, encontramos una variedad de luminarios con una cantidad ínfima en comparación a los luminarios más representativos, por lo que se omite una descripción más detallada.

Es claro que al ser un taller donde fabrican materiales de precisión necesitan de un alto grado de iluminación, sin embargo no justifica el hecho de que posean tecnología obsoleta, en su mayoría T12 que consume demasiada potencia y además son ineficientes.

Laboratorio de acústica.

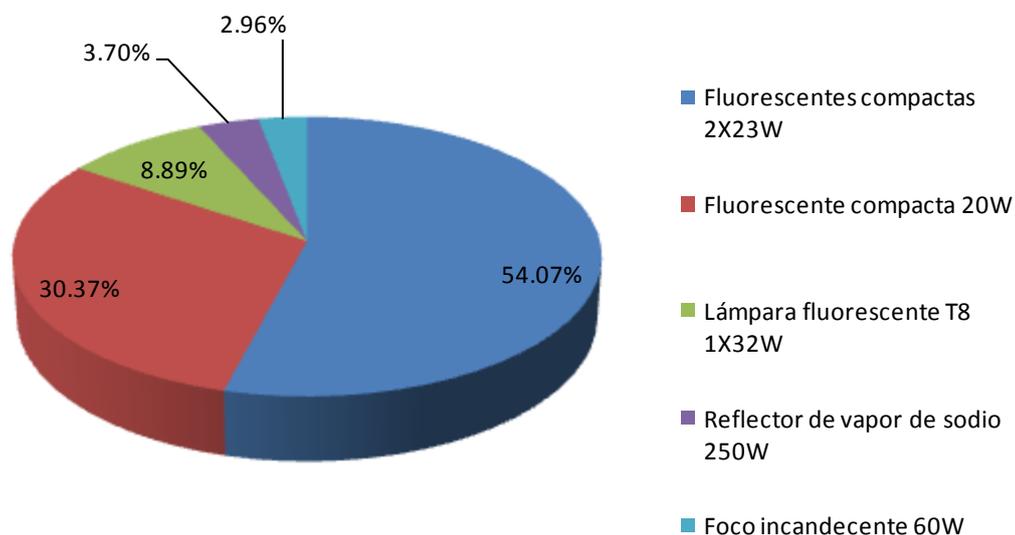
En el laboratorio de acústica se encuentra la siguiente distribución de lámparas, habiendo una gran variedad de luminarios, reflectores y focos incandescentes, por lo que encontramos un total de 135 diferentes tipos de luminarios, consultar tabla 19.

Tipo de lámpara	Primer nivel Lab. de acústica	Segundo nivel Lab. de acústica	Azotea	Total de luminarios	Porcentaje (%)
Fluorescentes compactas 2X23W	47	26		73	54.07%
Fluorescente compacta 20W	41			41	30.37%
Lámpara fluorescente T8 1X32W	12			12	8.89%
Reflector de vapor de sodio 250W			5	5	3.70%
Foco incandescente 60W	4			4	2.96%
				135	100.00%

Tabla 19. Distribución de luminarios en el laboratorio de acústica.

Ahora se presentará una gráfica donde se presenta visualmente los porcentajes que representan toda la gama de luminarios existentes en el laboratorio de acústica.

Total de luminarios en el laboratorio de acústica



Gráfica 13. Porcentaje de lámparas en el laboratorio de acústica

Como se observa en la tabla 19 y gráfica 13 respectivamente, encontramos que las lámparas más comunes en el laboratorio de acústica son las siguientes:

En primer lugar tenemos a las lámparas fluorescentes compactas 2X23W es una adecuación que hizo el personal del laboratorio debido al ruido eléctrico y acústico que generaban los balastros magnéticos, para tal efecto dejaron el luminario que eran de dos lámparas de 2X39W y colocaron 2 lámparas fluorescentes compactas de 23 W en cada uno de los extremos del luminario.

En resumen tenemos 73 luminarios de 2X23W con un 54.07% del total de lámparas. Dichas lámparas las encontramos en los cubículos, pasillos y algunos laboratorios del edificio.

En segundo lugar tenemos a las fluorescentes compactas de 20 W con un total de 41 lámparas, que representa el 30.37% del total de luminarios en el laboratorio de acústica, dichas lámparas se encontraron principalmente en algunos laboratorios.

En tercer lugar tenemos las lámparas fluorescentes T8 de 1x32 W con un total de 12 luminarios que representa el 8.89%.

En cuarto lugar tenemos 5 reflectores de vapor de sodio de 250 W que representa el 3.70%. Éstos reflectores están ubicados en la azotea del laboratorio.

En quinto y último lugar tenemos los focos incandescentes de 60 W, se hallaron 4 focos que representa 2.96% de las lámparas instaladas en el laboratorio. Los focos fueron hallados en los baños del laboratorio.

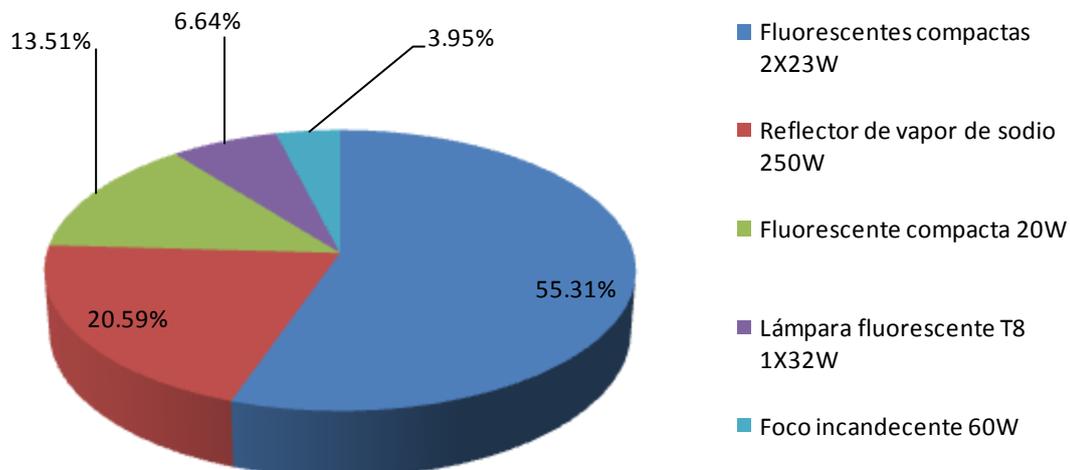
Sin embargo otro factor importante que se necesita para el análisis es la carga total existente en el laboratorio de acústica, para ello se tiene la tabla 20.

Tipo de lámpara	Potencia con balastro (W)	Total de luminarios	Potencia total (W)	Porcentaje (%)
Fluorescentes compactas 2X23W	46	73	3358	55.31%
Reflector de vapor de sodio 250W	250	5	1250	20.59%
Fluorescente compacta 20W	20	41	820	13.51%
Lámpara fluorescente T8 1X32W	33.6	12	403.2	6.64%
Foco incandescente 60W	60	4	240	3.95%
			6071.2	100.00%

Tabla 20. Potencia total del laboratorio de acústica.

Los datos anteriormente son más digeribles visualmente por lo que se presenta una gráfica donde se ve reflejado el porcentaje que representa cada luminario en el laboratorio de acústica.

Carga instalada de alumbrado 6071.2 W



Gráfica 14. Carga instalada en porcentaje del laboratorio de acústica

De acuerdo a la tabla 20 y la gráfica 14 respectivamente, las lámparas que ocupan el primer lugar en cuanto a la potencia que consumen son las fluorescentes compactas de 2X23W (adecuación) con un total 3358 W que representa el 55.31% de la carga del laboratorio.

En segundo lugar tenemos al reflector de vapor de sodio de 250 W con una potencia consumida igual a 1250 W que representa el 20.59% de la carga total.

En tercer lugar tenemos a la lámpara fluorescente compacta de 20 W con una potencia total consumida de 820 W que representa el 13.51%.

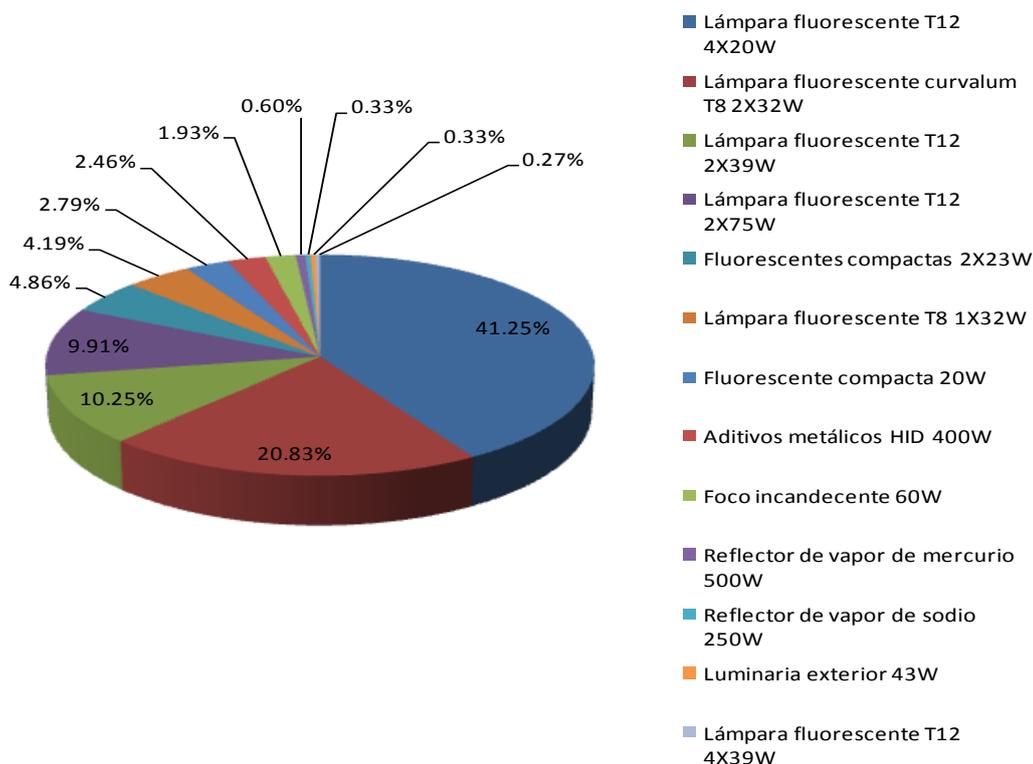
En resumen encontramos que sólo en el laboratorio de acústica contemplando todas las tecnologías existentes en el edificio, hay una carga total instalada de 6071.2 W.

Por otro lado necesitamos saber el número de luminarios existentes totales en el CCADET, para ello tenemos la tabla 21.

Tipo de lámpara	Cantidad	Porcentaje
Lámpara fluorescente T12 4X20W	620	41.25%
Lámpara fluorescente curvalum T8 2X32W	313	20.83%
Lámpara fluorescente T12 2X39W	154	10.25%
Lámpara fluorescente T12 2X75W	149	9.91%
Fluorescentes compactas 2X23W	73	4.86%
Lámpara fluorescente T8 1X32W	63	4.19%
Fluorescente compacta 20W	42	2.79%
Aditivos metálicos HID 400W	37	2.46%
Foco incandescente 60W	29	1.93%
Reflector de vapor de mercurio 500W	9	0.60%
Reflector de vapor de sodio 250W	5	0.33%
Luminaria exterior 43W	5	0.33%
Lámpara fluorescente T12 4X39W	4	0.27%
Total	1503	100.00%

Tabla 21. Cantidad total de luminarios en el CCADET.

Total de luminarios en el CCADET



Gráfica 15. Total de luminarios expresados en porcentajes en el CCADET.

Como vemos en la tabla 21 y la gráfica 15 respectivamente, la tecnología T12 ocupa los primeros lugares en el concentrado de luminarios, pero además si

sumamos toda ésta tecnología obsoleta tenemos que ocupa el 61.68% del total de luminarios en el CCADET, por lo que sustitución queda claramente justificada.

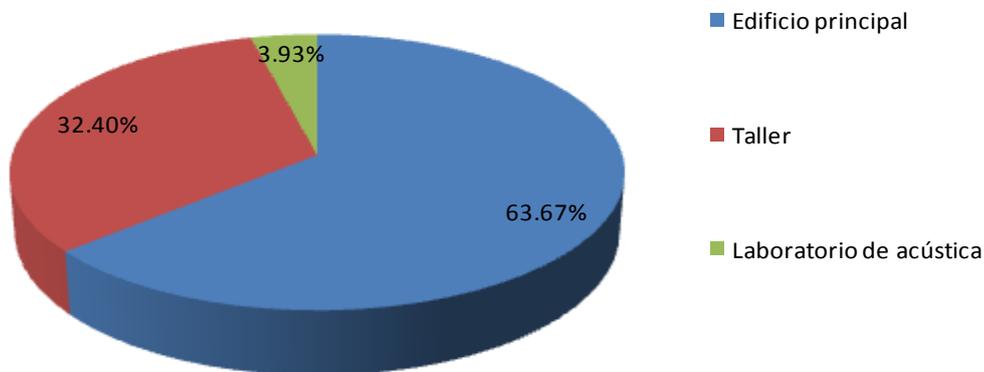
Todo esto encaminado a un sistema de iluminación eficiente el cual es aquel que, además de satisfacer necesidades visuales, crea también ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de atmósferas agradables, emplea apropiadamente los recursos tecnológicos (fuentes luminosas, luminarias, sistemas ópticos, equipos de control, etc.), hace un uso racional de la energía para contribuir a minimizar el impacto ecológico y ambiental; todo esto por supuesto, dentro de un marco de costos razonable, que no solamente debe incluir las inversiones iniciales sino también los gastos de explotación y mantenimiento.

Una vez que tenemos las cantidades exactas de alumbrado, tendremos que obtener otro parámetro vital para el presente análisis, se trata de la carga total instalada del CCADET, para ello tenemos la tabla 22.

Edificio	Potencia (kW)	Porcentaje (%)
Edificio principal	98.375	63.67%
Taller	50.057	32.40%
Laboratorio de acústica	6.071	3.93%
Total	154.503	100.00%

Tabla 22. Carga total instalada de alumbrado en el CCADET.

Carga total instalada de alumbrado 154.503 kW



Gráfica 16. Distribución de carga total en alumbrado del CCADET.

Como vemos en la tabla 22 la mayor parte de la carga en alumbrado se concentra en el edificio principal con un total de 98.375 kW que representa el 63.67% de la carga total de alumbrado.

En segundo lugar tenemos al taller con un total de 50.057 kW que representa el 32.40% de la carga total de alumbrado.

En tercer lugar tenemos el laboratorio de acústica con un total de 6.071 kW que representa el restante 3.93%.

Al final tenemos una carga instalada de alumbrado igual a 154.503 kW.

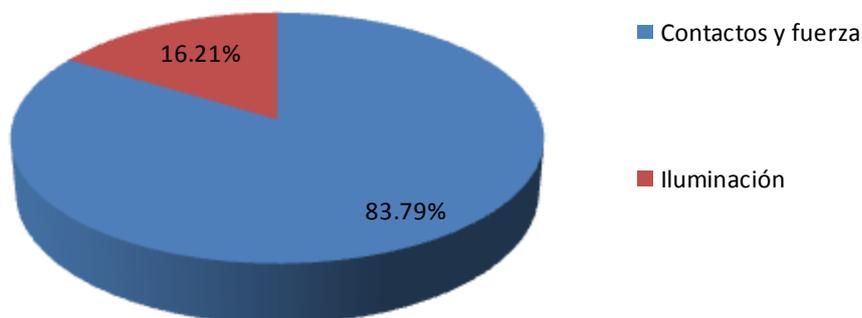
3.4.1 CARGA TOTAL DE ALUMBRADO Y FUERZA.

Consultando la **tabla 14 del subtema 3.3 “Sistema de Contactos y Fuerza”** y la **tabla 22** del presente tema, se tiene la carga total instalada de fuerza y alumbrado con el fin de tener un parámetro de comparación y así observar que sistema ocupa la mayor carga. La tabla 23 se muestra a continuación.

Carga total de alumbrado y fuerza	Potencia (kW)	Porcentaje (%)
Contactos y fuerza	798.8155	83.79%
Iluminación	154.503	16.21%
Total	953.3185	100.00%

Tabla 23. Carga total instalada de alumbrado y fuerza en el CCADET.

Carga total del CCADET 954.31 kW



Gráfica 17. Distribución de carga total de alumbrado y fuerza del CCADET.

Como se puede apreciar en la tabla 23 y la gráfica 17 el sistema de contactos y fuerza ocupa la mayor parte de la carga con un total de 83.79% y el sistema de iluminación ocupa el 16.21% restante.

Sin embargo el resultado de la carga instalada de iluminación, y del conjunto contactos-fuerza está fuera de lugar por lo siguiente.

El análisis en ambos casos se está considerando un factor de demanda igual a uno, esto quiere decir que estamos considerando que tanto el sistema de iluminación como el del conjunto de contactos y fuerza están siendo ocupados todo el día y todas las horas laborables en la dependencia, lo cual resulta irreal y fuera de toda lógica por lo que estamos considerando el peor escenario posible.

Porqué se está considerando un factor de demanda igual a uno; la razón es muy simple porque no podemos determinar dichos factores de demanda, la explicación de este problema se determina de la siguiente manera:

Partimos de la carga total instalada de alumbrado, que en este caso es de 154.503 kW multiplicado por un factor de demanda "x", llamado así porque es una variable que se desconoce, más la carga de contactos y de fuerza que es de 798.816 kW multiplicado por un factor de demanda "y", también llamado así porque desconocemos dicho valor. Esto nos tiene que dar como resultado el valor que se obtuvo a partir de las mediciones hechas con el analizador de redes, el cual por supuesto conocemos, dando una demanda máxima igual a 161.30 kVA, sin embargo como todos los valores que tenemos están expresados

en Watts tenemos que convertir los KVA a Watts, para ello necesitamos el valor del factor de potencia el cual también nos proporciona el analizador de redes, en este caso corresponde el valor de 0.93. Para convertir la potencia aparente a potencia real se necesita multiplicar 161.30 por 0.93 dando como resultado 150 kW. Todo esto se puede ver mejor mediante la ecuación 13 que se muestra a continuación.

$$(154.503 \text{ kW})x + (798.816 \text{ kW})y = 150 \text{ kW} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde “x” y “y” son los factores de demanda que se desconocen.

La única manera de resolver la ecuación con dos incógnitas es despejar una variable y dándole un valor específico a la otra variable entre cero y uno, quedando de la siguiente manera.

$$y = \frac{150 \text{ kW} - (154.503 \text{ kW})x}{798.816 \text{ kW}} \quad \text{Ecuación 14}$$

Variación de Factor de demanda

Iluminación	Contactos y fuerza
20%	14.9%
30%	13.0%
20%	11.0%
50%	9.1%
60%	7.2%
70%	5.2%
80%	3.3%
90%	1.4%

Variación de Demanda

Iluminación (kW)	Contactos y fuerza (kW)
30.90	119.02
46.35	103.85
61.80	87.87
77.25	72.69
92.70	57.51
108.15	41.54
123.60	26.36
139.05	11.18

Tabla 24 Comportamiento de la demanda en función del Factor de Demanda.

De acuerdo a la ecuación 14 obtuvimos los valores de la tabla 24, dichos valores se obtuvieron de la siguiente manera:

Supongamos que le asignamos un valor de factor de demanda al sistema de iluminación, un valor que en este caso sería el 50%, usando la fórmula anteriormente expuesta se obtendría un valor del 9.1% del sistema de contactos y de fuerza. Esto significa que al proponer el valor del 50% significa que se está usando la mitad de la carga instalada de iluminación, por el contrario solo se estaría usando el 9.1 % de la carga instalada de contactos y de fuerza. Podemos determinar varios escenarios posibles, pero le estamos dando un valor elevado al sistema de iluminación porque es una carga continua. En la segunda tabla se coloca la carga consumida real de acuerdo a los valores que obtengamos de la primera tabla.

3.5 NIVELES DE ILUMINACIÓN

En la siguiente tabla (25a), se muestran una comparativa de mediciones realizadas comparada junto con la norma, dichas mediciones se realizaron con luz natural, además de que se tomó en cuenta un promedio de cada área correspondiente.

Luz natural.

Aulas	Oficinas	Bibliotecas	Laboratorios
400 (lx)	600 (lx)	500 (lx)	500 (lx)
Norma oficial univ.	Norma oficial univ.	Norma oficial univ.	Norma oficial univ.
203	367	400	246
	413		278
	481		459
			202
			237
PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL
203	420	400	284
Servicios (intendencia,bodegas)	Almacén	Salas de espera	Auditorio
100 (lx)	200 (lx)	200 (lx)	300 (lx)
IESNA	IESNA	Norma oficial Univ.	IESNA
366	367	1173	334
115		267	
87		387	
269			
PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL
209	367	609	334
Baños	Pasillos interiores	Pasillos exteriores	Cubículos
150 (lx)	150 (lx)	150 (lx)	250 (lx)
Norma oficial univ.	Norma oficial univ.	Norma oficial univ.	Norma oficial univ.
242	115	660	247
264	212		639
297	231		809
111	180		363
186	138		319
PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL
220	175	660	475
Comedor	Casetas de vigilancia	Talleres de precisión	Salas de cómputo
200 (lx)	200 (lx)	500 (lx)	250 (lx)
IESNA	STPS	STPS	Norma oficial univ.
445	555	653	175
389			379
PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL
417	555	653	277

Tabla 25a. Promedio de mediciones realizadas con el luxómetro (luz natural).

En la siguiente tabla (25b), nos muestra una comparativa de mediciones realizadas y los valores que exige la norma, dichas mediciones se realizaron con luz artificial, además de que se tomó en cuenta un promedio de cada área correspondiente.

Luz artificial.

Salas de computo	Baños	Pasillos interiores	Pasillos exteriores
250 (lx)	150 (lx)	150 (lx)	150 (lx)
Norma oficial univ.	Norma oficial univ.	Norma oficial univ.	Norma oficial univ.
248	182	83	129
	134	170	
	140	197	
	111	116	
	165	115	
PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL
248	146	136	129
Cubículos	Servicios (intendencia,bodegas)	Almacen	Salas de espera
250 (lx)	100 (lx)	100 (lx)	200 (lx)
Norma oficial univ.	IESNA	STPS	Norma oficial univ.
238	184	140	214
312	102		205
322	152		
202	142		
244	163		
PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL
264	149	140	209
Auditorio	Comedor	Casetas de vigilancia	Talleres de precisión
300 (lx)	200 (lx)	200 (lx)	500 (lx)
IESNA	IESNA	STPS	STPS
246	253	179	218
	311		
PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL
246	282	179	218
Aulas	Oficinas	Bibliotecas	Laboratorios
400 (lx)	600 (lx)	500 (lx)	500 (lx)
Norma oficial univ.	Norma oficial univ.	Norma oficial univ.	Norma oficial univ.
94	295	382	173
	250		250
	324		254
			166
			228
PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL	PROMEDIO TOTAL
94	290	382	214

Tabla 25b. Promedio de mediciones realizadas con el luxómetro (luz artificial)

Como se observó en las mediciones de la tabla anterior (25b), las únicas mediciones que realmente nos interesan son aquellas que se realizaron en la noche (luz artificial), ya que es ahí donde realmente se observa la eficiencia de las luminarias. Las áreas que cumplen con las lecturas que pide la norma son las siguientes: comedor, sala de espera, cubículos, almacén y servicios.

3.6 POTENCIALES DE AHORRO

El consumo de energía eléctrica varía en el tiempo debido a diversos factores: cambio de la población, en los niveles de confort, nuevas prestaciones eficientes por nuevos artefactos eléctricos, etc. Estas variaciones normalmente determinan que el consumo vaya creciendo paulatinamente. Las suposiciones que se hagan sobre cada uno de estos factores conducirán a distintos escenarios con diferentes consumos energéticos. La existencia de estos escenarios alternativos permite entonces introducir el concepto de potencial de ahorro:

Se define *potencial de ahorro* como la “diferencia entre la evolución del consumo de energía sin la introducción de medidas de ahorro y el caso en que todas las medidas del uso eficiente de la energía y gestión de la demanda estén incluidas en el patrón del consumo”.

El potencial de ahorro, brinda una medida de cuánta energía podría ahorrarse de llevar adelante una política de uso eficiente.

El potencial de ahorro varía con el tiempo, fundamentalmente por tres razones:

1. Crece la demanda de servicios energéticos (por ejemplo por el crecimiento de la población) creciendo también la demanda con eficiencia y proporcionalmente el potencial del ahorro.
2. Debido al paulatino reemplazo de los artefactos actualmente en uso al fin de su vida útil por nuevo equipamiento más eficiente.
3. Ya que se desarrollan nuevas tecnologías de uso eficiente de la energía (esta razón no está considerada en nuestros cálculos).

En el CCADET se observa que en el último piso del edificio principal se tiene que la mayoría de las luminarias están prendidas, ya que se tiene bastante luz natural en esta parte del edificio, esto conlleva a no tener potenciales de ahorro; cabe señalar que hay más áreas que están en la misma situación, por mencionar algunas: escaleras del edificio principal, en el pasillo de la entrada en dirección hacia el taller. Debemos de concientizar a los investigadores del porqué el ahorro de energía es importante, ya que la mayoría de ellos dejan prendidas las luminarias y/o aparatos eléctricos cuando salen y esto repercute en un negativo potencial de ahorro.

En la mayoría de los cubículos cuentan con cuatro luminarias controladas por un apagador, lo correcto sería que hubiera dos apagadores, un apagador que

controle dos luminarias y el otro apagador que controle las otras dos restantes, esto con el fin de que se puedan apagar las dos luminarias del fondo porque en ese lugar hay una ventana que permite la entrada de luz natural, por lo que es innecesario que estén prendidas esas dos luminarias.

3.7 ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL

3.7.1 CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO (DPEA).

Consultar el subtema **3.2.3. NOM-007-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES, apartado 6 y 7**, el cual nos indica el método que tenemos que seguir para satisfacer la norma.

En las siguientes tablas se mostrará las densidades de potencia de los diferentes edificios y sus áreas, para así determinar si están dentro de los rangos indicados por la **NOM-007-SENER-2004**.

Las tablas nos muestran la siguiente información:

- 1) Carga: Ubicación y tipo de lámparas que se usan en el área
- 2) Potencia: La potencia de la lámpara considerando el factor del balastro.
- 3) Cantidad de lámparas en el área.
- 4) Total: Potencia total (cantidad de lámparas por potencia del conjunto lámpara-balastro)
- 5) Área: Área total del lugar especificado.
- 6) DPEA: densidad de potencia eléctrica por área (si el DPEA cumple se marca con azul la casilla, en caso contrario se marcará de color rojo. Las casillas en color naranja significan que el valor del DPEA consultado se tomará como un dato de referencia.)
- 7) DPEA norma: Cantidad que especifica la norma
- 8) Adicionales: notas u observaciones (la norma determina en el ANEXO C tablas C1, C2 y C3, el DPEA requerido para ciertas áreas, sin embargo se considerarán como datos de referencia para así tener un parámetro real e

identificar áreas específicas que tenemos. Aunque aclara la norma que en un futuro se considerará poner los valores como una obligación.

Si se requiere consultar los datos del cálculo del DPEA consultar anexo C

3.7.2 VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CÁLCULO DE DPEA.

De las tablas (consultar ANEXO A tablas A6-A12) se deduce lo siguiente:

El cálculo del DPEA solo cumple en ciertas áreas del CCADET, por ejemplo:

Área	Cumplimiento de la NOM-007-ENER-2004		
	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
Edificio principal	Biblioteca		Sala de cómputo
Taller		Salones	
		Área de máquinas	
Lab. de acústica	Laboratorios	Oficinas	
	Oficinas	Escalera	

Tabla 27. Cumplimiento de la norma.

Por el contrario no cumple en las siguientes áreas, consultar tabla 28.

Área	Incumplimiento de la NOM-007-ENER-2004		
	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
Edificio principal	Baños	Baños	Baños
	Oficinas	Pasillo	Laboratorios
	Laboratorios	Oficinas	Oficinas
	Pasillo	Laboratorios	Pasillo
	Sala de usos múltiples		Escaleras
	Comedor		
	Sala de espera		
Taller	Laboratorios	Oficinas	
	Oficinas	Almacén	
	Baños	Escaleras	
	Almacén	Pasillo	
	Comedor		
	Sala de cómputo		
	Pasillo		
Lab. de acústica	Baños	Pasillo	
	Pasillo		
	Almacén		

Tabla 28. Incumplimiento de la norma.

Como se puede observar en las tablas 27 y 28, hay varias áreas que no cumplen con lo que especifica la norma; tomando en cuenta que la norma es una guía que tenemos para evitar un gasto energético innecesario, es por eso que la norma establece un valor máximo que deben de cumplir todas las áreas que sean objeto de estudio. Dicho lo anterior se puede deducir que las áreas que no cumplen con el cálculo del DPEA son debido a que están sobredimensionados con el número de lámparas y la potencia de las mismas.

Cabe a aclarar que ésta norma contempla solo el ahorro energético, por lo cual tenemos que tomar en cuenta que se debe de complementar con la **NOM-025-STPS-2008, CONDICIONES DE ILUMINACIÓN EN LOS CENTROS DE TRABAJO** y la **NORMA OFICIAL UNIVERSITARIA** que nos indican el nivel de iluminación por áreas que deben de cumplir.

3.7.3 VERIFICACIÓN DE LA NORMA

A partir del cálculo del DPEA y el cumplimiento de la misma, tendremos parámetros suficientes para seleccionar el tipo de tecnología de acuerdo a las fallas vistas en este capítulo.

Una vez que ya se conoce como está compuesto el CCADET en materia de iluminación, ahora nos abocaremos a aquellas fallas en el sistema de iluminación en general, para ello nos respaldaremos de las normas vistas en el capítulo 3 “Sistema eléctrico actual” subtema 3.1 “Normas aplicables al proyecto”.

3.1.1 NORMA OFICIAL UNIVERSITARIA (NOU)

En el apartado **2.3.1 “Selección de las unidades de iluminación”** nos indica que todas las luminarias deben de tener un difusor de acrílico, sin embargo el 70% del total de luminarios en el CCADET no cuentan con difusor por lo que estarían cometiendo una falta a la norma.

En el mismo apartado pero en el inciso d dice claramente que los focos incandescentes quedan prohibidos, sin embargo en la recopilación de datos que se realizó hay un total de 29 focos, lo cual no representa una cantidad abrumadora en comparación a las demás lámparas, pero habría que cambiarlas por lámparas fluorescentes compactas o por la tecnología de LED.

Dentro del **anexo A** en el apartado **2.2 Controles** sección **2.2.1** hace hincapié en que un apagador debe controlar 3 luminarios en aulas, sin embargo de acuerdo al levantamiento de datos que se hizo, un apagador se encarga de controlar 6 luminarios, por lo que no cumple con este punto.

En el mismo apartado también especifica que en las oficinas un apagador debe de controlar 2 luminarios, en el caso de las oficinas del CCADET un apagador controla cuatro luminarios.

En el mismo apartado pero en otro punto la norma específica que en el caso de los luminarios que se encuentran en los pasillos, nos dice que un apagador debe de controlar 5 luminarios, sin embargo este punto no lo cumple porque apagan los luminarios directos de los interruptores termomagnéticos.

3.7.4 SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL

En esta sección analizaremos el sistema eléctrico del CCADET, por medio de la elaboración de cuadros de carga, en el cual se verán reflejados parámetros importantes que son necesarios para tener un marco general y desglosado del sistema. Dichos parámetros son:

- Cuantificación de la carga por fase de cada tablero
- Determinación del desbalance de fases
- Caída de tensión

Debido a que son factores importantes se realizará el análisis por separado, de tal manera que se pueda explicar mejor el entorno.

3.7.5 CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA POR FASE DE CADA TABLERO.

De acuerdo al levantamiento de carga que se realizó en el CCADET, tenemos la cantidad exacta de luminarios, contactos y fuerza, una vez que se tiene dicha información se procede a identificar los circuitos de cada uno de ellos por medio de un analizador de redes.

Una vez que se tienen los parámetros anteriores (identificación de cantidad de equipo y de circuitos), colocamos esa información en el cuadro, multiplicando el número de contactos o de luminarios según sea el caso por la potencia nominal de cada uno de ellos, colocando dicha cantidad resultante en cada una de las fases de acuerdo a la figura 8.

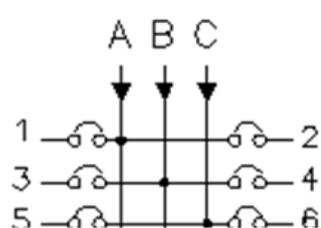


Figura 8 Distribución de carga en cada una de las fases.

Como vemos en la figura 8 la forma de distribuir la carga es la siguiente:

La carga correspondiente al circuito 1 y 2 se coloca en la fase A.

La carga correspondiente al circuito 3 y 4 se coloca en la fase B.

La carga correspondiente al circuito 5 y 6 se coloca en la fase C.

Si tuviéramos más circuitos el procedimiento es el mismo porque se vuelve un ciclo repetitivo, es decir si tuviéramos circuito 7 y 8, la carga se colocaría de nuevo en la fase A, y así sucesivamente con los demás circuitos.

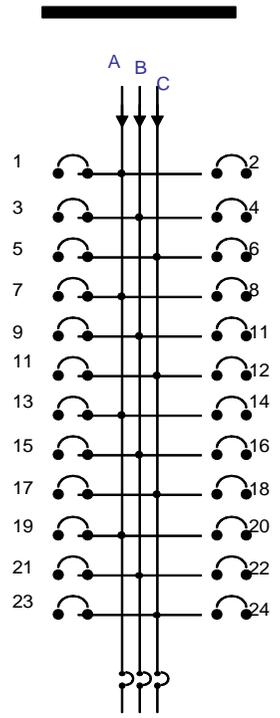
Esta explicación es para tableros que tengan alimentación trifásica, pero el método sería el mismo para tableros con alimentación bifásica, puesto que solo eliminamos la fase C de tal manera que la carga se repartiría en las dos fases restantes.

Luego entonces solo nos resta sumar la potencia de cada fase para así tener la carga total del tablero, un dato útil para los cálculos posteriores.

Ejemplo de cuadro de carga, consultar Tabla 29.

TABLERO: L

Segundo Nivel



INTERRUPTOR PRINCIPAL

TIERRA TIERRA

Circuito No.	Interruptor Polo-Amp	Conductor AWG	L.F cunalum 2X40 100W	L.F T8 1X32 32W	L.F 42W 42W	Contacto monofásico 180W	Fase A Watts	Fase B Watts	Fase C Watts	Total Watts
1	1x15	1-12	10				1,000.00			1,000.00
2	1x20	1-10				4	720.00			720.00
3	1x15	1-12	4	2				464.00		464.00
4	1x20	1-10				4		720.00		720.00
5	1x15	1-12	10						1,000.00	1,000.00
6	1x20	1-10								
7	1x15	1-12	10				1,000.00			1,000.00
8	1x20	1-10				1	180.00			180.00
9	1x15	1-12	12					1,200.00		1,200.00
10	1x20	1-10								
11	1x15	1-12	10						1,000.00	1,000.00
12	1x20	1-10				4			720.00	720.00
13	1x15	1-12	10				1,000.00			1,000.00
14	1x20	1-10			1	6	1,080.00			1,080.00
15	1x20	1-10				5		900.00		900.00
16	1x20	1-10				2		360.00		360.00
17	1x20	1-10				3			540.00	540.00
18	1x20	1-10				3			540.00	540.00
19	1x20	1-10				3	540.00			540.00
20	1x20	1-10								
21	1x20	1-10				4		720.00		720.00
22	---	---								
23	1x20	2-10	1			4			720.00	720.00
Total			67	2	1	43	5,520.00	4,364.00	4,520.00	14,404.00

Diagrama Unifilar:	DU-22	Alimentado:	4-2 AWG
Interruptor Principal:		Cap. Interruptiva:	
Voltaje:	220-127 V	Fases:	3
Fase A:	5,520.00 W	Fase B:	4,364.00 W
Factor de Demanda:	1	Corriente:	42.002
Catálogo:	NQOD430M100CU Square D	Marca:	SQUARED
		Hilos:	4
		Fase C:	4,520.00 W
		Carga Dem:	14,404.00 W
		Desbalance:	20.94%

Tabla 29. Ejemplo de cuadro de carga.

3.7.6 DETERMINACIÓN DEL DESBALANCE DE FASES.

Una vez que tenemos la carga total por fase podemos determinar el desbalance que existe entre ellas, para eso nos apoyaremos en una sencilla formula¹⁰.

$$\text{Desbalance entre fases} = \frac{\text{Carga de la fase mayor} - \text{Carga de la fase menor}}{\text{Carga de la fase mayor}} \times 100 \quad \text{Ecuación 15}$$

Es recomendable que el desbalance no sea mayor al 5% para evitar caídas de tensión en las fases, calentamiento en conductores o interruptores en los tableros y en circuitos derivados.

Los tableros que presentan estos problemas son los siguientes; consultar Tabla 30.

¹⁰ ENRIQUEZ, Gilberto. *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. México D.F. Editorial Limusa, 2005, 239 p. (Desbalance entre fases; 203)

Edificio principal	Tableros que presentan desbalance entre sus fases															
Tableros primer nivel	A	B	C	D	E	F	G	H	I	1C	2D	1E	1F	2F	3F	
Desbalance (máximo 5%)	14.81%	42.25%	9.67%	77.22%	66.31%	76.95%	11.34%	5.00%	67.47%	33.80%	91.12%	26.88%	59.40%	15.02%	91.94%	
Tableros segundo nivel	K	L	M	N	1N	2N	P	1P	Q	R	1R	S	T	U	1U	V
Desbalance (máximo 5%)	85.71%	20.94%	32.00%	50.00%	37.29%	78.06%	80.76%	67.59%	44.28%	40.33%	28.02%	59.02%	90.35%	52.07%	80.75%	93.62%
Tableros tercer nivel	W	X	Y	Z												
Desbalance (máximo 5%)	25.00%	22.88%	24.20%	24.13%												
Taller																
Tableros	1H	2H	3H	4H	5H	6H-TN	7H	AI	TF	TG	TJ	TK	TL	TM	TÑ	TP
Desbalance (máximo 5%)	40.54%	52.06%	85.99%	50.80%	36.23%	37.05%	59.62%	13.05%	47.52%	22.15%	49.01%	22.22%	13.64%	39.39%	26.46%	33.16%
Laboratorio de acústica																
Tableros	AH	AD	AE	TT												
Desbalance (máximo 5%)	76.76%	51.00%	78.31%	77.04%												

Tabla 30. Tableros que presentan desbalance entre sus fases.

En total tenemos 57 centros de carga, de los cuales 55 presentan serios problemas de desbalance entre sus fases, lo que representa el 96.4% de todos los tableros del CCADET; un porcentaje bastante alto tomando en cuenta las actividades que realizan en el área.

3.7.7 CAÍDA DE TENSION.

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por la **NOM 001 2005 en el artículo 210-19 nota 4**, con el objeto de garantizar el funcionamiento de la carga. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud, por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

Esta caída de tensión es una cuestión innata de los conductores; no puede ser eliminada y es función de la sección, longitud, carga y material del mismo.

En este capítulo se presentarán las formulas aplicables para el cálculo de las caídas de tensión¹¹, así como los cálculos pertinentes para nuestro análisis.

Sistema	1φ-2H	2φ-3H	2φ-2H	3φ-(4H ó 3h)
$e\%$	$\frac{4LI}{SE_n}$	$\frac{4LI}{SE_n}$	$\frac{4LI}{SE_f}$	$\frac{2LI}{SE_f}$
I	$\frac{P}{E_n \times F.P}$	$\frac{P}{2E_n \times F.P}$	$\frac{P}{E_f \times F.P}$	$\frac{P}{\sqrt{3}E_f F.P}$

Tabla 31. Formulario de caída de tensión.

Dónde:

I= Corriente por conductor en Amperes.

P= Potencia expresada en Watts.

E_n = Voltaje entre fase y neutro expresado en Volts.

F.P= factor de potencia.

$e\%$ = Caída de voltaje en por ciento.

L= Longitud de la línea en metros.

¹¹ SAUCEDO, Roberto. *Introducción a las instalaciones eléctricas*. Mexicali Baja California, Universidad Autónoma de Baja California, 213 p

S= Sección del conductor en milímetros cuadrados.

E_f = Voltaje entre fases expresada en Volts.

Para observar los cálculos de caída de tensión consultar **ANEXO A CAÍDA DE TENSIÓN EN EL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL.**

Ahora se mostrará el concentrado de los casos en que no cumplan lo que dicta la norma, para ello tenemos la tabla 32.

Área	Tablero	Circuito	Total (5%)
Primer nivel	C	3	6.275
		15	6.685
		16	5.350
		18	5.560
		24	7.040
Segundo nivel	1N	3	5.907
		7	6.574
		14	5.573
		17	5.340
Tercer nivel	Z	7	5.561
		28,30	5.540

Tabla 32. Tableros y circuitos derivados que presentan caída de voltaje.

Como se ve en la tabla 32 los circuitos derivados presentan una caída de tensión mayor al 5%, valor que excede lo que dicta la norma, esta caída de tensión trae consigo el hecho de que las cargas no cuenten con el valor de tensión adecuada (o nominal del consumo), es decir se alimentarán con una tensión menor que la nominal.

3.7.8 TABLEROS

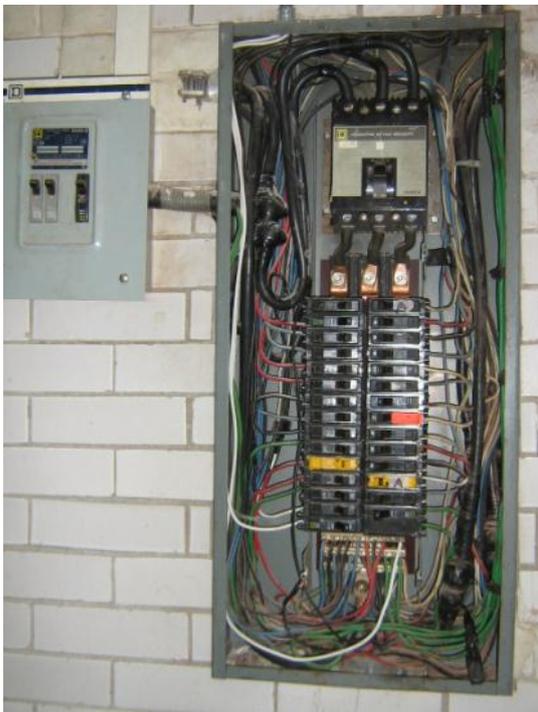
Foto número 1



En la Foto número 1 se observa la conexión de un cable directamente a la zapata de la fase A, sin interruptor de protección. De acuerdo a la NOM 001-2005 en el apartado 210-20 Protección contra sobrecorriente dice: Los conductores de circuitos derivados deben estar protegidos mediante dispositivos de protección. Además hay varios conductores de los tableros derivados que se observan deteriorados principalmente en el aislante. Los conductores instalados en el tablero no contienen la información necesaria para establecer criterios sobre la seguridad de los mismos, la información que deberían tener es la siguiente:

Marca, calibre y tipo de conductor, esto hace pensar que son de dudosa calidad y no proporcionan seguridad a la instalación. El tablero no cuenta con sistema de tierra física y tampoco cuentan con barra de tierra para los circuitos derivados.

Foto número 2



De acuerdo a la Foto número 2 se parecía lo siguiente: Los conductores instalados en el tablero no contienen la información necesaria para establecer criterios sobre la seguridad de los mismos, la información que deberían tener es la siguiente:

Marca, calibre y tipo de conductor, esto hace pensar que son de dudosa calidad y no proporcionan seguridad a la instalación. El tablero no cuenta con sistema de tierra física y tampoco cuentan con barra de tierra para los circuitos derivados.

Podemos observar saturaciones en las tuberías donde se alojan los conductores, provocando aumento de temperatura en los conductores, esto implica una mayor caída de tensión en los circuitos derivados.

Foto número 3



De acuerdo a la Foto número 3 podemos apreciar lo siguiente: Los conductores instalados en el tablero no contienen la información necesaria para establecer criterios sobre la seguridad de los mismos, la información que deberían tener es la siguiente:

Marca, calibre y tipo de conductor, esto hace pensar que son de dudosa calidad y no proporcionan seguridad a la instalación.

El tablero no cuenta con sistema de tierra física y tampoco cuentan con barra de tierra para los circuitos derivados.

Podemos observar saturaciones en las tuberías donde se alojan los conductores, provocando aumento

de temperatura en los conductores, esto implica una mayor caída de tensión en los circuitos derivados. Además no cumple con lo que dicta la NOU en el apartado 5.1.7¹².

Foto número 4



De acuerdo a la Foto número 4, los conductores instalados en el tablero no contienen la información necesaria para establecer criterios sobre la seguridad de los mismos, la información que deberían tener es la siguiente:

Marca, calibre y tipo de conductor, esto hace pensar que son de dudosa calidad y no proporcionan seguridad a la instalación.

El tablero no cuenta con sistema de tierra física y tampoco cuentan con barra de tierra para los circuitos derivados.

Podemos observar saturaciones en las tuberías donde se alojan los conductores, provocando aumento de temperatura en los conductores, esto implica una mayor caída de tensión en los circuitos derivados.

¹² Consultar apartado de normas.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO 3.

- Un alto potencial de ahorro y uso eficiente de la energía se tiene al remplazar las lámparas convencionales instaladas por lámparas de nueva tecnología, atendiendo las necesidades de iluminación en las diferentes áreas y según las recomendaciones indicadas en las normas vigentes.
- Hay que cambiar los usos y costumbres de los trabajadores en materia de ahorro y uso eficiente de la energía, porque observamos que tanto en los laboratorios como en los cubículos estaban prendidas las luminarias aun cuando no había nadie laborando en las áreas antes mencionadas.
- Tenemos diversos beneficios o áreas de oportunidad al cambiar los luminarios por ejemplo:
 - Iluminación adecuada.
 - Disminución de carga en los circuitos de alumbrado.
 - Menor calentamiento en conductores e interruptores.
 - Ahorro en el consumo de energía eléctrica.
- Al final es inevitable el cambio de lámparas por equipo más eficiente, pero además también se requiere el cambio de la instalación eléctrica debido a diferentes factores, por ejemplo:
 - Los conductores presentan calentamiento excesivo.
 - Serios problemas de desbalance entre sus fases.
 - Caída de tensión por encima de los valores permitidos.
 - Sobredimensionamiento de conductores que pasan a través de la tubería.
- Es imprescindible el cambio de la instalación eléctrica por seguridad de sus ocupantes y a la instalación misma.

CAPÍTULO 4

PROPUESTA DE SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE

INTRODUCCIÓN.

La iluminación juega un papel fundamental en el desarrollo de las actuales actividades sociales, comerciales e industriales. La tecnología ha evolucionado a sistemas de alumbrado capaces de adaptarse a las exigencias actuales y que, a su vez, son más eficientes energéticamente.

La iluminación representa en muchos edificios un porcentaje elevado del consumo eléctrico. Así, el porcentaje de energía eléctrica dedicado a iluminación puede llegar a alcanzar en algunos casos más del 50 %.

Por tanto, existe un gran potencial de ahorro, energético y económico, alcanzable mediante el empleo de equipos eficientes, unido al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar.

Por ello en este tema nos enfocamos en proporcionar los conocimientos y pautas necesarias para que los sistemas de iluminación sean energéticamente eficientes prestando también atención a los criterios de calidad y ergonomía en cada caso. Deben tenerse en cuenta todas las fases del proyecto: diseño, selección de equipos, mecanismos de gestión y control.

4.1 SUSTITUCIÓN DE TECNOLOGÍA

Con los conceptos vistos hasta este momento podemos definir el método de comparación para los sistemas de alumbrado que hemos visto. Esto con el fin de hacer una comparación fidedigna y ecuánime para determinar los sistemas de iluminación que se ajusten a nuestras necesidades sin descuidar nuestro objetivo, el ahorro energético.

Una de las bases que usaremos para la sustitución adecuada es el trabajo realizado por nosotros de las normas antes citadas. Para esto dividiremos nuestro criterio en dos fundamentales. Un criterio exclusivo y apropiado para todo aquel sistema de alumbrado interior, claro que aquí habrá algunos sub criterios para áreas específicas donde las diferentes características de las lámparas son necesarias, llámese a esto el rendimiento de color, la eficiencia lumínica, la temperatura de color, y toda aquel plus que el lugar necesite para

mejorar la calidad del trabajo realizado. Y se usara otro criterio diferente, que se aplicara a todo aquel sistema exterior de iluminación, el cual también contara con diferentes niveles cualitativos de CRI, temperaturas de color, vida útil.

Aparte de que nuestra selección de alumbrado idóneo para el cambio se base en lo antes mencionado es necesario tener en cuenta la potencia que requieren los diferentes tipos de lámparas, recordemos que nuestro objetivo en esta propuesta es el ahorro energético, para tener un funcionamiento eficiente. Otra cosa que llama la atención cuando se comparan las tecnologías y sistemas de alumbrado son sus formas, aclarando aquí que por forma me refiero al tipo de bulbo que tiene, así como la base que se usa para su conexión, en generar en su luminaria.

Veamos primero la estructura a seguir para los sistemas de iluminación interna para todos los lugares residenciales y no residenciales que se encuentran en nuestro análisis de las lámparas usadas en dependencias, laboratorios bibliotecas salones y demás lugares cerrados. Lo que nos interesa es mantener el flujo luminoso en las áreas para ello nos apoyamos en las normas donde nos dicen los DPEA y los niveles de luxes que se necesitan por área de trabajo. Pero también nos basamos en la capacidad que se encuentra instalada en los lugares que encontramos.

El procedimiento de esta comparación fue el siguiente. Se revisaban los niveles de iluminación de las lámparas instaladas si estos concordaban con los niveles propuestos en las normas se colocaba en la base de datos, las lámparas que no cumplían con los luxes necesarios marcados se eliminaban de la base de datos y se marcaban como urgente para realizarse el cambio. Este fue nuestro primer filtro para descartar las lámparas obsoletas que se utilizaban en los lugares donde la iluminación necesitaba más luxes y lúmenes, para la parte de los reflejos por desgracia no podían ser usadas para la propuesta ya que es algo que cambia dependiendo de los materiales de las paredes y cosas que reflejen los haces de luz y los colores de las mismas, y esto es algo que no podemos prevenir así que se tuvo que hacer otro tipo de criterios.

El siguiente paso que se planteó fue hacer otra base de datos con todas las lámparas que podrían ser ocupadas. Y los criterios que usamos son: comparar la lámpara que sabemos que cumple con los niveles de luxes; buscamos otro tipo de lámpara que contenga los mismos niveles de iluminación, esta información nos la da los fabricantes, ya teniendo las posibles lámparas para el cambio hay que tener mucho cuidado de revisar que las otras características también se mantengan más o menos similar, esto por el problema del brillo y del resalte de las cosas, si no podemos controlar la reflexión del haz de luz si

podemos hacer que las lámparas cambiadas proporcionen la misma longitud de onda para que el reflejo en las cosas se mantenga con un porcentaje de error muy reducido. En la tabla 33 colocamos unos ejemplos de esta parte del estudio.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	T12	T8	T5
Modelo		F17T8/TL830	F14W/T5/HE/830
Marca		PHILIPS	GE
Potencia nominal en Watts	20	17	14
bulbo	T12	T8	T5
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	1,100	1,300	1,350
Eficacia mínima lm/W	55	75	96
Temperatura de Color °K	2,900	3,000	3,000
Tipo de luz	BC	BC	BC
CRI mínimo	85	85	85
Vida útil mínima Horas	7,500	20,000	20,000
Base	Fa8	G13	15
Encendido de lámpara	ER	ER	ER
Tipo de balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico
Factor de balastro		1.00	1.06
Diámetro y longitud	38mm, 558mm	26mm, 610mm	16mm, 610mm
Observaciones	Alto rendimiento de color	Sello FIDE	Usa reflector especular
Potencia del sistema 2X20 W	50	39	34

Tabla 33. Ejemplo de comparación de tecnologías en lámparas.

Este es el formato que se dio para todas las comparaciones. En la tabla 33 podemos ver claramente cómo se realizó la comparación. Vemos que en el sistema convencional se anotan todas sus características, estas son las que compararemos; después con las bases de datos, claro para saber con qué tipo de tecnología se pueden cambiar, nos basamos en las recomendaciones del FIDE y en las que nos dan los fabricantes, revisamos que tipo de lámpara nos da los niveles de iluminación similares a la lámpara actualmente instalada, en este ejemplo vemos como el tubo T12 nos da 1,100 lm. y las propuestas nos dan 1,300 la T8 y 1350 la T5 por lo que son perfectas para proponer el cambio.

Podemos ver que los factores importantes que tenemos que tener en cuenta para la correcta sustitución de las lámparas son muy variadas, por un lado está

el índice de rendimiento de color, recordemos que esto se refiere al porcentaje en que la luz emitida resalta los colores de las cosas en donde los haces de luz choque y que la referencia es el 100% para luz de día, en este caso las 3 lámparas poseen los mismos valores de rendimiento de color, esto es favorable a la hora de la sustitución, ya que nos garantiza que el brillo que nos proporcionan las lámparas es muy similar, otro factor que podemos ver en las comparación es la temperatura de color, vemos que estos también son similares ya que esta característica nos dice que tipo de luz es, y que colores se ven mejor bajo su haz luminoso, pero en lo generar nos da el área en que podemos instalar la lámpara.

Las demás particularidades que ofrecen las lámparas, son el segundo nivel de comparación. Aquí esperamos que las lámparas propuestas sean mejores que las lámparas a sustituir, en primer lugar se tiene que comparar la potencia que gasta la lámpara a sustituir, comprobando que la lámpara que pensamos sustituir no solo mantenga los niveles adecuados de iluminación si no que lo haga a una potencia menor, lo que nos daría como resultado el ahorro en energía eléctrica. Para evitar futuros gastos esta estandarización contempla las mejores tecnologías que tenemos en este momento.

Otro aspecto que es necesario comparar es la forma de los luminarios y la dimensiones que estos tienen y como se colocan las lámparas, nos referimos a la rosca o forma de conexión, estas deben ser iguales para evitar gastos en el cambio del sistema, en el ejemplo se muestra que el sistema convencional y los sistemas propuestos coinciden en tener una base ER esto nos permite utilizar los mismos luminarios, teniendo cuidado en el tamaño del gabinete para que las nuevas lámparas ajusten en dicho gabinete.

Al final de la tabla comparativa se tiene la potencia que consumiría un sistema de lámpara 2X20 incluyendo el factor de balastro, esto nos permite observar en qué forma nos beneficiamos con el cambio; cabe aclarar que aquí solo se está ejemplificando un poco el cambio, los horas en consumo y en potencia facturable se verán en el capítulo siguiente. En la tabla anteriormente mencionada podemos observar que la lámpara actual nos gastaría 50 W por el sistema completo, en cambio en el mejor de los casos se propone un consumo no mayor de 36 W viendo un ahorro notable en el sistema. Aunque el ahorro en la potencia es buena también hay que pensar en el beneficio ecológico, no solo ahorramos la energía eléctrica que consume la lámpara, sino que al ser un sistema tecnológicamente superior su vida útil mejora, así evitamos el cambio constante de tubos y también el gasto en mantenimiento.

En caso de los luminarios de la biblioteca, que usan sólo una lámpara T8 de 32 W, se decidió no cambiarla, ya que dentro de las propuestas se consideran

lámparas eficientes y no es necesario hacer el cambio de luminario, solo de lámpara, para el caso de que ya este fundida o en este caso su depreciación de luz sea muy baja por las horas de vida que tenga.

Para el alumbrado exterior no se hizo propuesta ya que tiene pocas lámparas en la parte superior del edificio principal y no consideramos necesarios cambiarlos.

El ingeniero Alex Ramírez, quien ha cooperado junto con Proyectos de Ahorro de Energía para la propuesta de estandarización en el alumbrado interior y exterior, con su gran práctica en alumbrado nos orienta en la forma correcta en que deben compararse las lámparas para este fin.

Para el caso del taller se proponen cambiar por lámparas de alto montaje, que equivaldría a colocar lámparas de aditivos metálicos, ya que es un lugar donde se tiene equipos de corte y máquinas de diseño e impresión 3D, por lo que se necesita mucha precisión y tener una buena iluminación para poder realizar este tipo de trabajos.

El ingeniero Ramírez dice que nuestros luxómetros nos engañan, que los niveles de lúmenes que marca son menores en algunos casos y mayores en otros. Que nuestro ojo ve otras cosas además de los lúmenes, y con esto se refiere al fenómeno conocido como brillo de la luz blanca nos explica que el nivel más alto de iluminación es la luz de medio día que nos brinda el sol, la cual es luz blanca, y en la mañana y en la noche la luz solar se presenta de forma amarillezca, estos momentos son los dos momentos del día con menos intensidad luminosa presentada por el astro.

Con esto el Ingeniero nos permite darnos cuenta que aunque nuestros luxómetros nos marquen la misma cantidad de luz en una lámpara con tonos amarillos o rojos que una lámpara que nos brindan luz blanca o tonos azules, esta última nos brindara mejor confort a nuestro ojo, debido al fenómeno del brillo de la luz blanca.

Con el brillo de la luz blanca y la medición de los niveles de iluminación con un radiómetro podemos ver otros beneficios que la luz blanca tiene en comparación con la amarilla.

4.2 PROPUESTA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE.

Siguiendo los conceptos mencionados en capítulos anteriores y siguiendo el criterio visto en el capítulo 2 la propuesta de estandarización de alumbrado para el ahorro de energía va tomando cuerpo y sentido, ya en este capítulo se presentan los resultados obtenidos después de realizar las comparaciones debidas en las bases de datos anteriormente hechas, con la información de diferentes tipos de lámparas, y cada una de las tecnologías vistas aquí. Como ya se mencionó en el capítulo 2 se separara en dos partes la selección de lámparas para el cambio, primero veremos bajo el criterio ya mencionado como quedó la propuesta para alumbrado interior.

Para tal caso se llenaron una serie de tablas con las lámparas propuestas por el programa de Ahorro de Energía para la sustitución de las viejas tecnologías.

Veremos las tecnologías propuestas y comentaremos un poco de la selección idónea.

Propuesta para aulas, oficinas, laboratorios y auditorio.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS		
	T12	T5	T5	T5
Modelo	F20T12/30U	F13/T5/HE830	F14/T5/HE/830	F14/T5/HE835
Marca		PHILIPS	GE	OSRAM
Potencia nominal Watts	20	13	14	14
bulbo	T12	T5	T5	T5
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	1,050	1,209	1,350	1,316
Eficacia mínima lm/W	52.5	93	96	94
Temperatura de Color °K	2,900	3,000	3,000	3500
Tipo de luz	BC	BC	BC	BC
CRI mínimo	85	85	85	80
Vida útil mínima Horas	7,500	25,000	20,000	20,000
Base	Fa8	G5	G5	G5
Encendido de lámpara	ER	ER	ER	ER
Tipo de balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico	Electrónico
Factor de balastro		1.05	1.06	0.99
Diámetro y longitud	38mm, 558mm	16mm, 563.2mm	16mm, 549mm	16mm, 549mm
Observaciones	Alto rendimiento de color	ALTA EFICIENCIA	ALTA EFICIENCIA	ALTA EFICIENCIA
Potencia del sistema 4X20 W	100	48.75	52.5	52.5
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	51%	48%	48%
Ahorro de energía en kWh	0	1281	950	950

Tabla 34. Posibles sustituciones para lámpara T12 de 20 W.

Como podemos ver en la tabla 34 la comparación está hecha para sustituir por T5 que es la mejor tecnología en mercado, en cuanto a precio y calidad, a una potencia de 13 y 14 Watts dependiendo de la marca y de la tecnología, en esta primera tabla vemos la propuesta para el cambio de las lámparas fluorescentes. Como se vio en el capítulo anterior es importante ver que las lámparas propuestas tengan una potencia menor a la actual, esto con el fin de ahorrar la potencia sobrante, y además no perder el nivel de iluminación que la lámpara propuesta suministre.

Al final de la tabla 34 tenemos los ahorros en energía eléctrica que nos manejan las lámparas propuestas, este se hace obteniendo el porcentaje de la diferencia de la potencia de la lámpara actual menos la potencia de la lámpara propuesta, este valor es procedente de multiplicar el ahorro en Watts por la vida útil de las lámparas, así vemos un aproximado del ahorro producido por el tiempo de uso, cabe aclarar que este es solo una teoría comparativa.

Veamos como el ahorro en la potencia va incrementándose mediante la sustitución de lámparas con mayor luminiscencia, siguiendo la misma tecnología de lámparas de tubo.

Propuesta para aulas, oficinas y laboratorios.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS		
	T8	T5	T5	T5
Modelo	F32T12/30U	F13/T5/HE830	F14/T5/HE/830	F14/T5/HE835
Marca		PHILIPS	GE	OSRAM
Potencia nominal Watts	32	13	14	14
bulbo	T8	T5	T5	T5
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	2,535	1,209	1,350	1,316
Eficacia mínima lm/W	79.21	93	96	94
Temperatura de Color °K	4,100	3,000	3,000	3500
Tipo de luz	BC	BC	BC	BC
CRI mínimo	85	85	85	80
Vida útil mínima Horas	2,000	25,000	20,000	20,000
Base	G13	G5	G5	G5
Encendido de lámpara	ER	ER	ER	ER
Tipo de balastro	electrónico	Electrónico	Electrónico	Electrónico
Factor de balastro		1.05	1.06	0.99
Diámetro y longitud	26mm, 569.8mm	16mm, 563.2mm	16mm, 549mm	16mm, 549mm
Observaciones	Alto rendimiento de color	ALTA EFICIENCIA	ALTA EFICIENCIA	ALTA EFICIENCIA
Potencia del sistema 2X32 W	80	48.75	52.5	35
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	39.06%	34.37%	34.37%
Ahorro de energía en KWH	0	390	343	343

Tabla 35. Posibles sustituciones para lámpara T8 curvalum de 32 W.

Pocas aulas y laboratorios tienen este tipo de sistema y se proponen lámparas tubulares T5 de 13 y 14 W, de igual manera que en la tabla 34, mejorando la iluminación del recinto, la vida útil de las lámparas, la eficiencia del sistema y el ahorro de energía.

Propuesta para aulas y almacenes.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	T12	T5	T5
Modelo		F25T5/830/EA/ALTO	F28/T5/HE/830
Marca		PHILIPS	GE
Potencia nominal Watts	40	25	28
bulbo	T12	T5	T5
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	3,100	2,651	2,900
Eficacia mínima lm/W	78	106	103
Temperatura de Color °K	3,000	3,000	3,000
Tipo de luz	BC	BC	BC
CRI mínimo	85	85	85
Vida útil mínima Horas	18000	25,000	25,000
Base	G13	G5	G5
Encendido de lámpara	ER	ER	ER
Tipo de balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico
Factor de balastro		1.05	1.06
Diámetro y longitud	38mm, 1219mm	16mm, 1,163mm	16mm, 1149mm
Observaciones	Alto rendimiento de color	ALTA EFICIENCIA	ALTA EFICIENCIA
Potencia del sistema 2X40 W	100	62.5	70
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	63%	70%
Ahorro de energía en KWH	0	937	750

Tabla 36. Posibles sustituciones para lámpara T12 de 40 W.

Para el caso de las aulas y almacenes se tenían luminarios de 40 W, luminarios que consumen mucha energía, menor eficacia con respecto a su balastro electromagnético, menor duración comparado con la nueva tecnología, por lo tanto el ahorro se incrementa considerablemente.

En este caso se pierde un poco de flujo luminoso con la propuesta, pero en los almacenes son lugares donde con 250 a 300 lx son suficientes para realizar las actividades deseadas cumpliendo con la normas establecidas.

En la siguiente comparación (tabla 37) se verá mucho mejor como la propuesta dada puede dar grandes resultado. Recordemos que las lámparas de 75W son

las más comunes en edificios y puede ser la opción no solo para el CCADET, si no para otros tipos de aulas e instituciones.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	T12	T5	T5
Modelo	F75T12/	F25T5/830/EA/ALTO	F28/T5/HE/830
Marca	PHILIPS	PHILIPS	GE
Potencia nominal Watts	75	25	28
bulbo	T12	T5	T5
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	3950	2651	2,900
Eficacia mínima lm/W	52.5	106	103
Temperatura de Color °K	4,100	3000	3,000
Tipo de luz	BC	BC	BC
CRI mínimo	84	85	85
Vida útil mínima Horas	12,000	25,000	25,000
Base	Fa8	G5	G5
Encendido de lámpara	ER	ER	ER
Tipo de balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico
Factor de balastro		1.05	1.06
Diámetro y longitud	38mm, 2438mm	16mm, 1,163mm	16mm, 1149mm
Observaciones	Alto rendimiento de color	ALTA EFICIENCIA	ALTA EFICIENCIA
Potencia del sistema 2X75 W	187.5	62.5	70
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	67%	63
Ahorro de energía en KWH	0	1666	1566

Tabla 37. Posibles sustituciones para lámpara T12 de 75 W.

Vemos claramente en la tabla 37 que el ahorro en porcentaje aumenta mucho llegando a 60 % de ahorro, esto significa que con menos de la mitad de la potencia eléctrica podemos mantener los mismos niveles de iluminación con lámparas T5 que con lámparas T12. Así evitamos usar esta tecnología obsoleta, los consumos de energía eléctrica en alumbrado se verán reducidos en gran porcentaje.

Un cambio del cual se ha hablado mucho en los últimos años es el cambio de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas. De hecho esta sustitución es recomendada por el grupo FIDE y Comisión Federal de Electricidad la cual ya está llevando a cabo en muchos lugares de la ciudad de México, evitando así el uso de las mismas y promoviendo el ahorro de energía eléctrica en muchos lugares para que ya no se usen las lámparas incandescentes. Veamos cuales son las potencias referidas para la sustitución de estas lámparas que no deben usarse más.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	LFC	T5	T5
Modelo	Twister 23W 220V	F25T5/830/EA/ALTO	F28/T5/HE/830
Marca	PHILIPS	PHILIPS	GE
Potencia nominal Watts	23	25	28
bulbo	-	T5	T5
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	1400	2,651	2,900
Eficacia mínima lm/W	63	106	103
Temperatura de Color °K	2700	3,000	3,000
Tipo de luz	BC	BC	BC
CRI mínimo	80	85	85
Vida útil mínima Horas	10,000	25,000	25,000
Base	E27	G5	G5
Encendido de lámpara	ER	ER	ER
Tipo de balastro	auto alastrado	Electrónico	Electrónico
Factor de balastro		1.05	1.06
Diámetro y longitud	139mm	16mm, 1,163mm	16mm, 1149mm
Observaciones	Alto rendimiento de color	ALTA EFICIENCIA	ALTA EFICIENCIA
Potencia del sistema 2X23 W	46	62.5	70
Porcentaje de ahorro del sistema	26.4%	9%	22%
Ahorro de energía en KWH	264	217	543

Tabla 38. Posibles sustituciones para lámpara Compacta de 23 W.

Propuesta para bodegas.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	Incandescente 60 W	LFC 20 W	LFC 20
Modelo		PLEU(T) 20W	FLE 20W TBX / 1 / 827 / E27 TRITUBO
Marca		Philips	GE
Potencia nominal Watts	60	20	20
bulbo	A55	PLEU(T)	E27
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	1.070	1,100	1200
Eficacia mínima lm/W	17.5	55	60
Temperatura de Color K	2700	2700	2700
Tipo de luz	Luz de día	BC	BC
CRI mínimo	100	82	82
Vida útil mínima Horas	1,000	10,000	10,000
Base	E26	E27	E27
Diámetro y longitud	108 mm	149 mm	168 mm
Potencia del sistema W	60	20	20
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	66%	66%
Ahorro de energía en KWH	0	667	667

Tabla 39. Posibles sustituciones para lámpara incandescente de 60 W.

Se ve claramente porqué las compañías que fabrican las lámparas, creadoras de sistemas de calidad estandarizada, nos recomiendan esta sustitución. En términos de potencia hay una gran diferencia, mucho más del doble de potencia por el mismo flujo luminoso. Y vemos que no solo las lámparas nos mantienen el flujo necesario para una buena iluminación, sino que la temperatura de color se mantiene. En lo que respecta al índice de color, este se ve reducido, recordemos que el CRI se refiere a la habilidad de mantener los

contrastes del color en las cosas, esto puede ser un factor en contra de estas tecnologías, por lo que hay que tener en cuenta esto para designar los lugares donde se pueden usar. Es decir no usarlas en lugares donde necesitamos un realce de los colores.

En esta propuesta (tabla 38 y 39) se colocan dos lámparas como las posibles lámparas a cambiar, como se pueden dar cuenta que las 2 lámparas propuestas son de la misma potencia así que hay que aclarar que lo que se está proponiendo son las marcas. Como se puede ver, las dos marcas son muy similares en cuanto a especificaciones.

Ambas lámparas son factibles para sustituir una lámpara incandescente de 60W, la selección de una u otra sería ya en términos económicos.

Propuesta para el taller.

Par el caso del taller se proponen lámparas fluorescentes de 54 W de alto montaje, ya que es un lugar donde se requiere mayor luz y menor deslumbramiento esta sería la opción, siendo un área donde el trabajo es industrial y las personas que están en este recinto requieren un mayor índice de reproducción cromática, y así mejorar la calidad y la seguridad de la tareas visuales, creando una sensación de bienestar en los trabajadores, para aumentar la eficiencia y la productividad.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS
	VSAP	T5
Modelo		LTL-4454AE 4x54w
Marca		Tecnolite
Potencia nominal en Watts	400	54
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	45,000	5,000
Flujo Luminoso real	45,000	5,000
Eficacia mínima lm/W	90	96
Temperatura de Color °K	2100	4100
CRI mínimo	21	85
Vida útil mínima Horas	24,000	35,000
Balastro	Autotransformador	Electrónico
Factor de potencia	Alto facto de potencia	0.99
Potencia del sistema W	400	216
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	46%
Ahorro de energía en kwh	0	1,616

Tabla 40. Posibles sustituciones para lámpara de vapor de sodio de 400 W.

Propuesta para pasillos.

Para el caso de los pasillos y baños se proponen lámparas fluorescentes compactas no balastadas de 26 W tipo Downlight empotradas en plafón, este tipo de lámparas nos ofrecen un excelente desempeño y rendimiento, teniendo una mayor vida útil a 10000 horas, para los pasillos el nivel mínimo de lux es 100, y con esta propuesta se mejora el nivel de iluminación hasta de 110, obteniendo mayor ahorro y más confort en cuanto al diseño y la arquitectura tabla 41.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS
	T12	LFC
Modelo		PL C 2 Pines 1X26 W
Marca		Philips
Potencia nominal en Watts	20	26
Bulbo	T12	2U
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	1,050	1,545
Eficacia mínima lm/W	52.5	70
Temperatura de Color K	2900	4000
CRI mínimo	85	82
Vida útil mínima Horas	7500	10000
Balastro	Electromagnético	Electrónico
Factor de potencia		0.99
Potencia del sistema 4x20W	100	32.5
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	68%
Ahorro de energía en kwh	0	675

Tabla 41. Posibles sustituciones de un sistema de 4x20 W T12 por LFC de 1X26 en pasillos, y baños.

4.3 SIMULACIONES CON RELUX.

Relux es un software profesional para diseño de iluminación, el cual utilizamos para hacer las simulaciones de las diferentes áreas del CCADET, con este software se pudieron simular los diferentes niveles de iluminación, cantidad de luminarias requeridas, comparación entre diferentes luminarios y marcas, obtención del mínimo de luxes requeridos etc.

Ejemplo de simulación.

4.3.1 Auditorio.

La ventaja de este simulador es que se puede transferir directamente un archivo de AUTOCAD al simulador, esto nos facilita el introducir las medidas del recinto, tomando las medidas exactas.

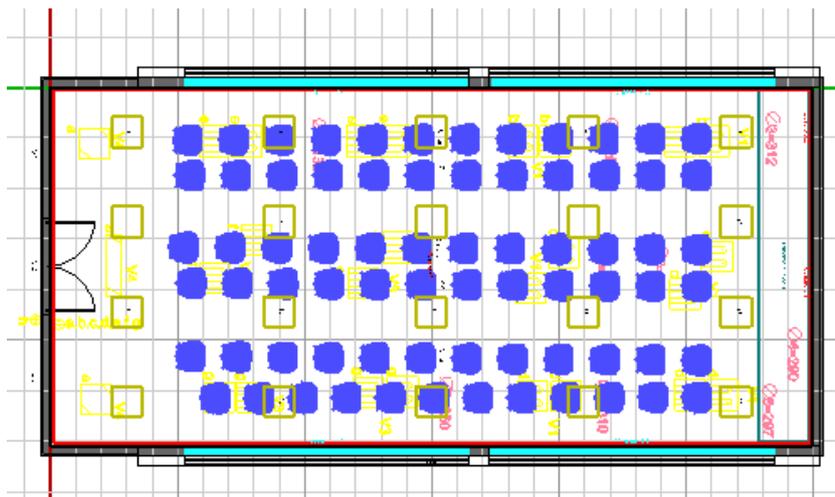


Figura 9

Ya teniendo el plano dentro de la simulación, optamos por escoger el tipo de luminarios y lámparas, para ello el propio Relux tiene sus propias librerías de diferentes lámparas y luminarios, así como también se pueden descargar los plug-ins de diferentes marcas para precisar las simulación y las salida de datos, obteniendo los datos reales que proporcionados por el fabricante, entre las más completas y las que utilizamos fue Philips.

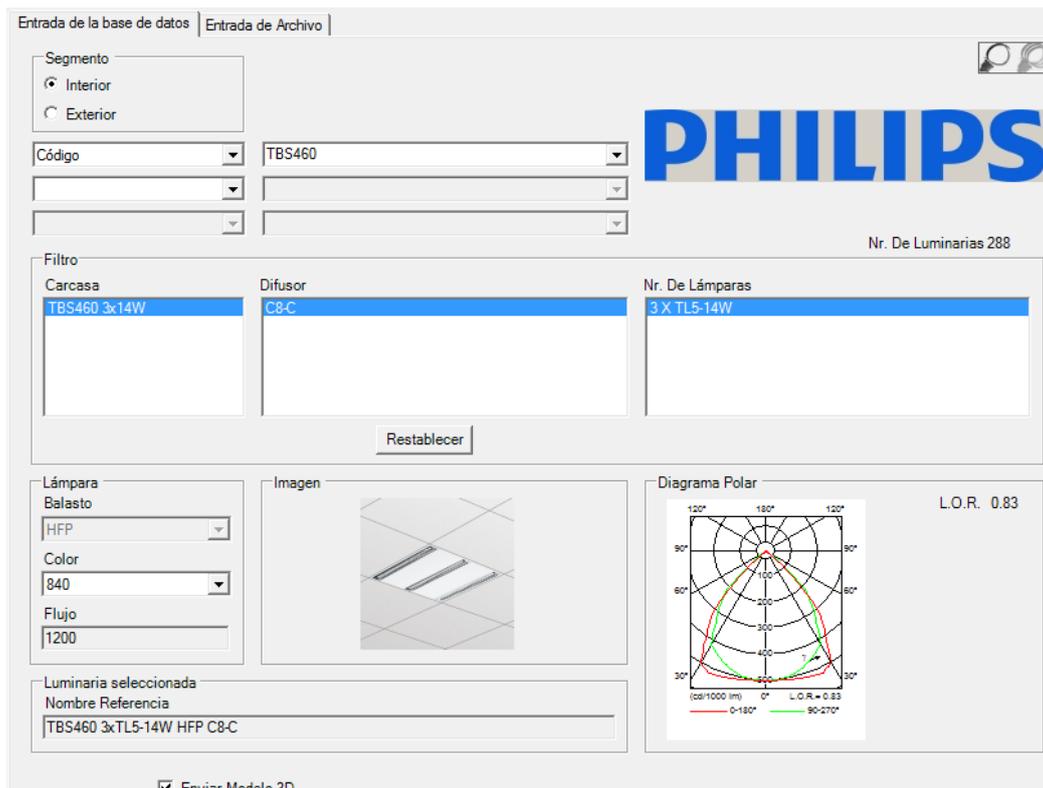


Figura 10

Ya dentro del plug-in elegimos la luminaria que necesitamos para nuestro recinto, antes de elegirlo podemos ver el código de la luminaria, es decir de catálogo del fabricante, una vez ya revisando el catalogo y sus especificaciones, el tipo de color de temperatura, el flujo luminoso y su curva fotométrica, elegimos la que se ajuste a nuestra simulación deseada.

Una vez ya hecho la elección, antes de la simulación, existen varios parámetros que se pueden modificar, entre ellos están:

Factor de mantenimiento, en el cual para la mayoría de los casos se tomó como predeterminado 0.8.

El tipo de instalación, si es suspendido, empotrado o adosado.

Elegimos cantidad de luminarios o cantidad de luminancia requerida en el recinto según las normas y la cantidad de lúmenes requeridos, según deseemos la simulación y nuestras preferencias.

La disposición de las luminarias, esto es, que tan separas las queremos, y el tipo de alineación entre ejes.

Y por último, la cantidad de luminarias en la manera en que van a estar acomodadas.

Para ello antes de iniciar la simulación, nos muestra una vista previa de cómo quedaría nuestro proyecto, también no ofrece un resultado preliminar en cuanto a la iluminancia promedio.

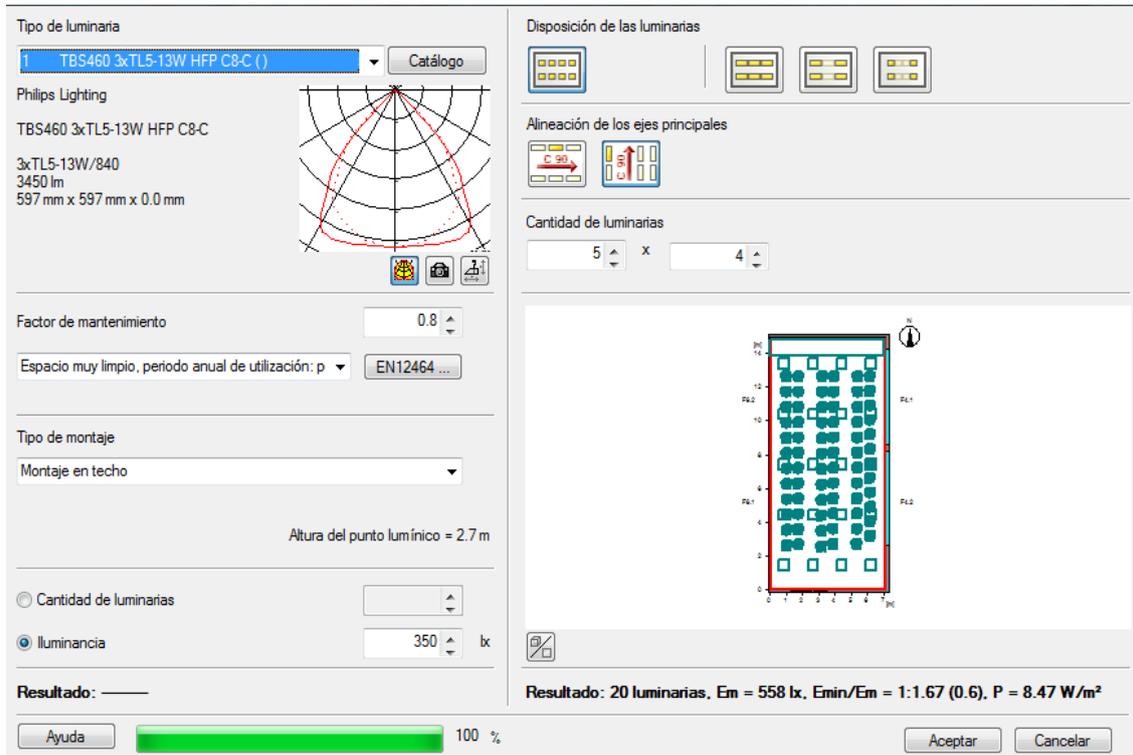


Figura 11

Una vez elegido nuestras preferencias, iniciamos la simulación.

Una vez que tenemos la simulación obtenemos las salida de datos, que es lo más importante de la simulación y en lo que nos basaremos para la elección de los luminarios, la manera en que quedaran acomodadas, por defecto el software las reubica automáticamente.

4.3.2 Salida de datos y obtención de resultados.

Datos de la luminaria.

Muestra los datos de la luminaria, el modelo, las medidas en cm, la cantidad de lámparas, la potencia total del conjunto, eficiencia de la luminaria, y la curva fotométrica.

Fabricante: Philips Lighting

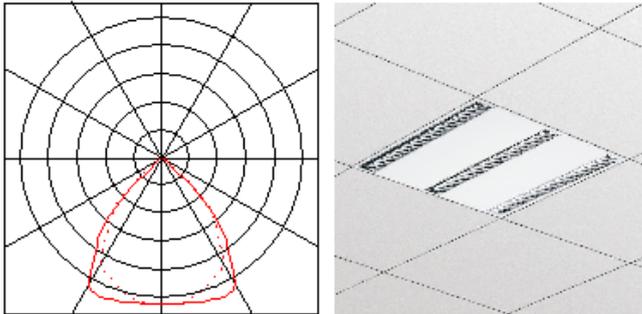
TBS460 3xTL5-13W HFP C8-C

Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 86%
Luminaire efficacy : 65.93 lm/W
Classification : A60 ↓ 100.0% ↑ 0.0%
CIE Flux Codes : 82 100 100 100 86
Fondos de explotación :
tot. Rendimiento del sist. : 45 W
Longitud : 597 mm
Anchura : 597 mm

Equipamiento con

Cantidad : 3
Denominación : TL5-13W/840
Color : 840
Flujo luminoso : 1150 lm



Curva fotométrica.

La curva de distribución luminosa es el resultado de tomar medidas de intensidad luminosa en diversos ángulos alrededor de una luminaria y transcribirlas en forma gráfica, generalmente en coordenadas polares. Dicho de otro modo es un “mapa” transversal de intensidad (candelas), medidas en muchos ángulos diferentes.

De acuerdo a la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE) reconoce seis tipos de distribuciones de intensidad luminosa, para nuestro proyecto sólo tomaremos en cuenta una, la iluminación directa¹³, como lo podemos apreciar en la figura 12.

¹³ Se trata de iluminación directa cuando el porcentaje de luz emitida hacia abajo es del 90 al 100%

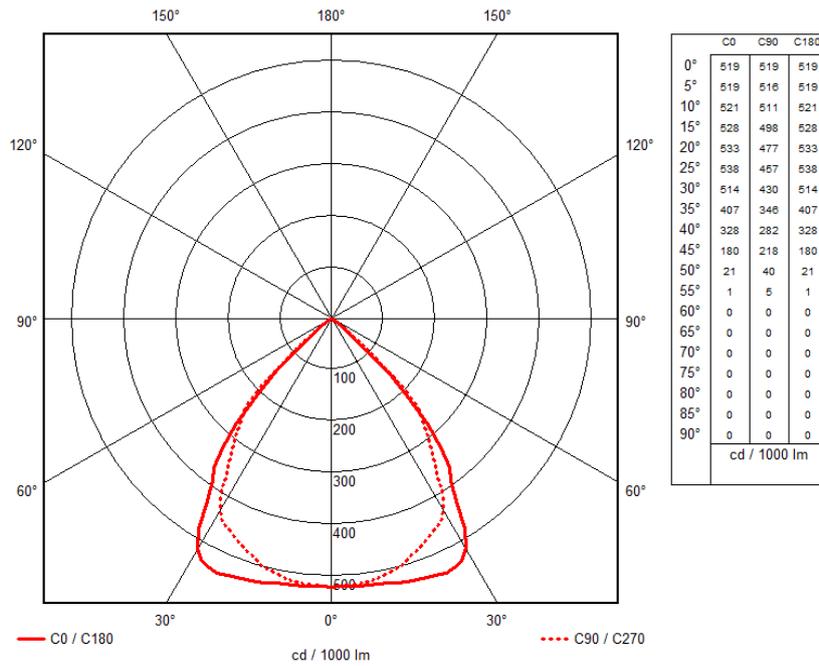


Figura 12 Curva fotométrica.

Diagrama cónico.

En este diagrama se indica el diámetro del círculo iluminado (según el ángulo de media proyección) y el nivel medio de iluminación en función de la distancia a la superficie iluminada. Esta superficie se supone perpendicular al eje del haz de luz.

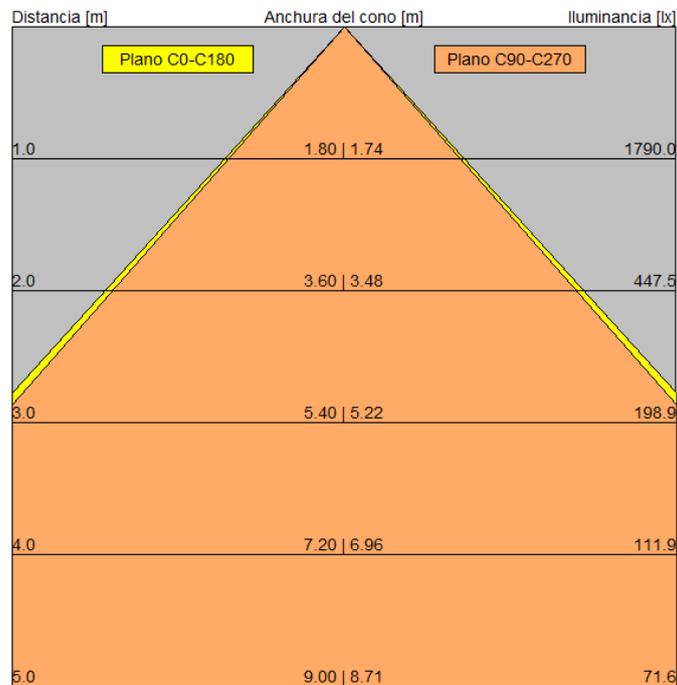


Figura 13 Diagrama cónico

VISTAS DE PROYECCIÓN.

Delante.

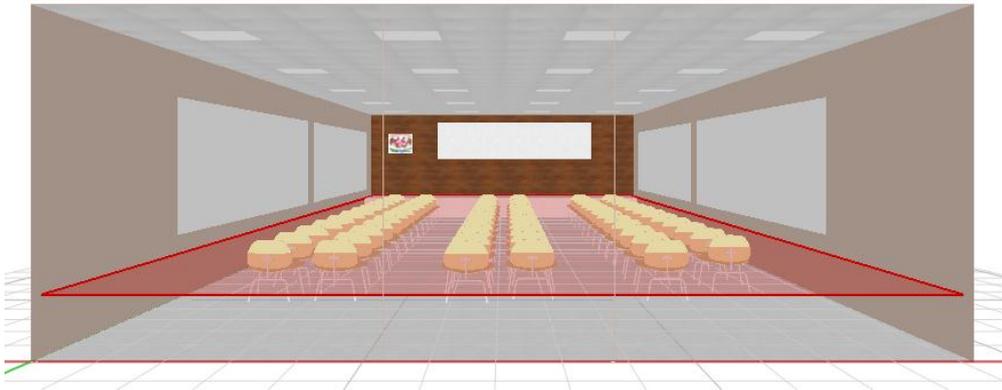
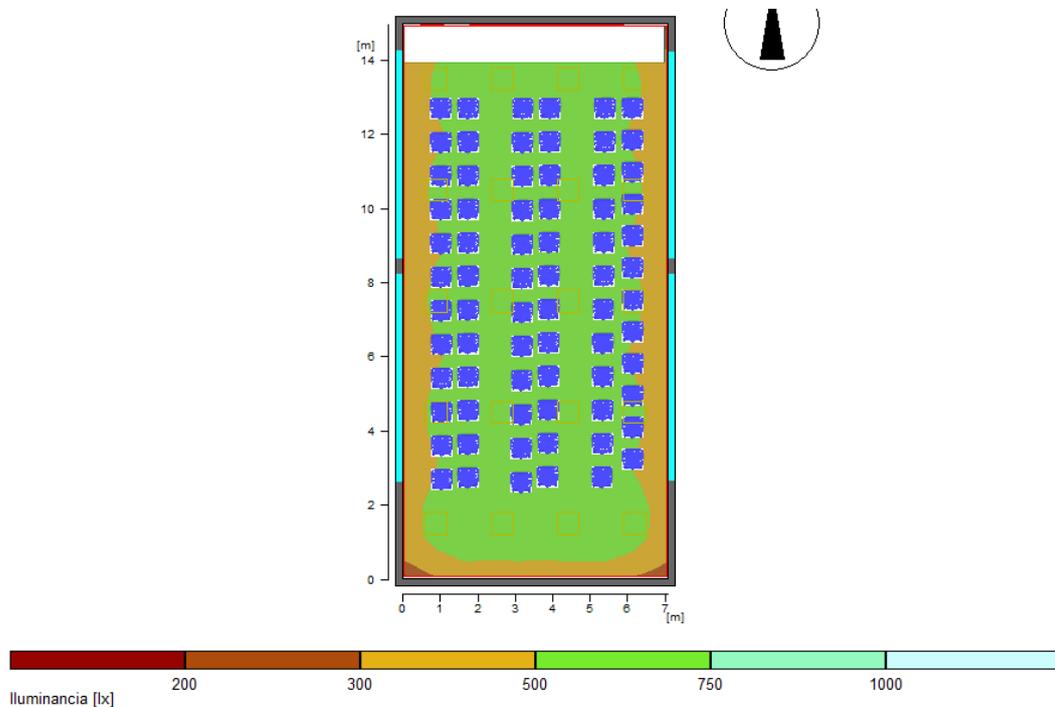


Figura 14 Vista de proyección.

SÍNTESIS DE RESULTADOS Y DE CÁLCULO.

Nivel útil: En esta proyección podemos observar en nivel de iluminación que vamos a tener en el recinto. Podemos ver que en el centro del área tenemos la iluminación requerida por la norma, en este caso de 500 Lux.



Líneas ISO: Las líneas Isolux nos van a ayudar a observar el nivel de iluminación que tenemos alrededor de las luminarias y en las paredes. En la figura 4.6 observamos que el flujo es uniforme en todo el recinto.

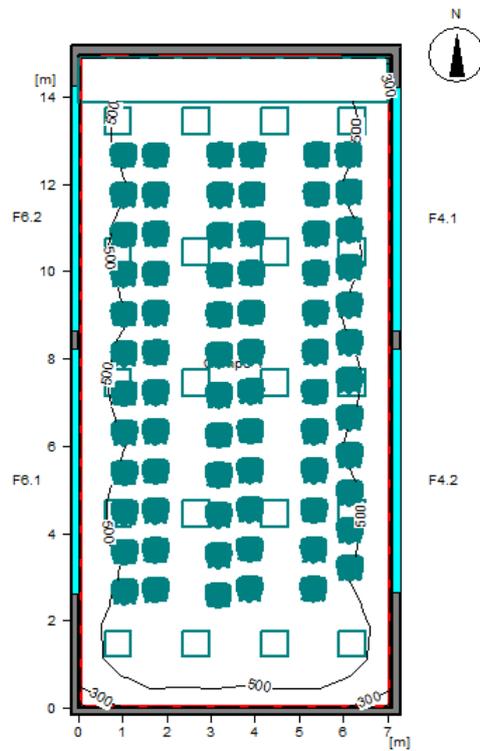


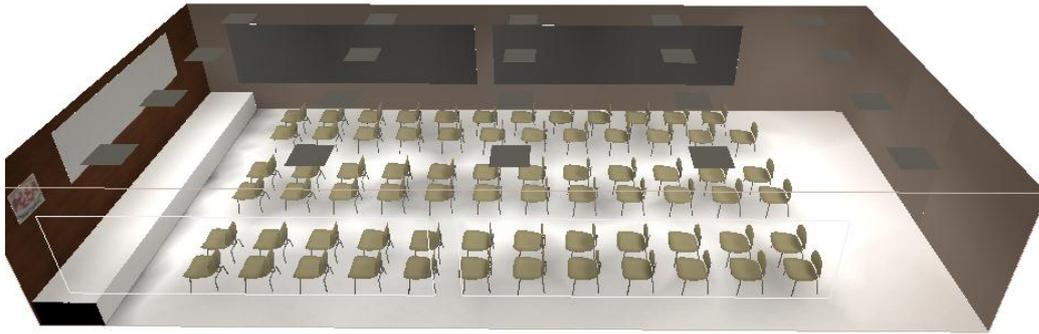
Figura 14 Líneas isométricas

Distribución 3D de la luminancia.

Creación final del auditorio.



Figura 15 Distribución 3D de la luminancia



Fotografía.



Fotografía número 5

Simulación recreada.



Figura 16 Simulación recreada.

4.3.3 Oficina.

Datos de Luminaria

Fabricante: Philips Lighting

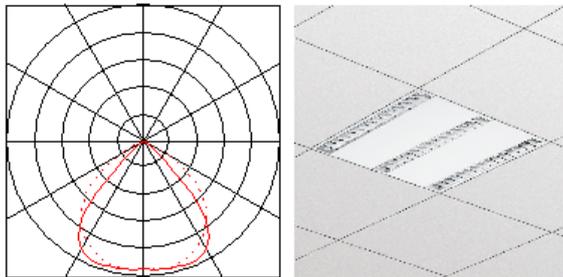
TBS460 3xTL5-14W HFP C8-VH

Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 93%
 Luminaire efficacy : 69.75 lm/W
 Classification : A60 ↓ 100.0% ↑ 0.0%
 CIE Flux Codes : 73 99 100 100 93
 Fondos de explotación :
 tot. Rendimiento del sist. : 48 W
 Longitud : 597 mm
 Anchura : 597 mm

Equipamiento con

Cantidad : 3
 Denominación : TL5-14W/840
 Color : 840
 Flujo luminoso : 1200 lm



La explicación es la misma puesto que se trata de la misma luminaria.

Curva fotométrica.

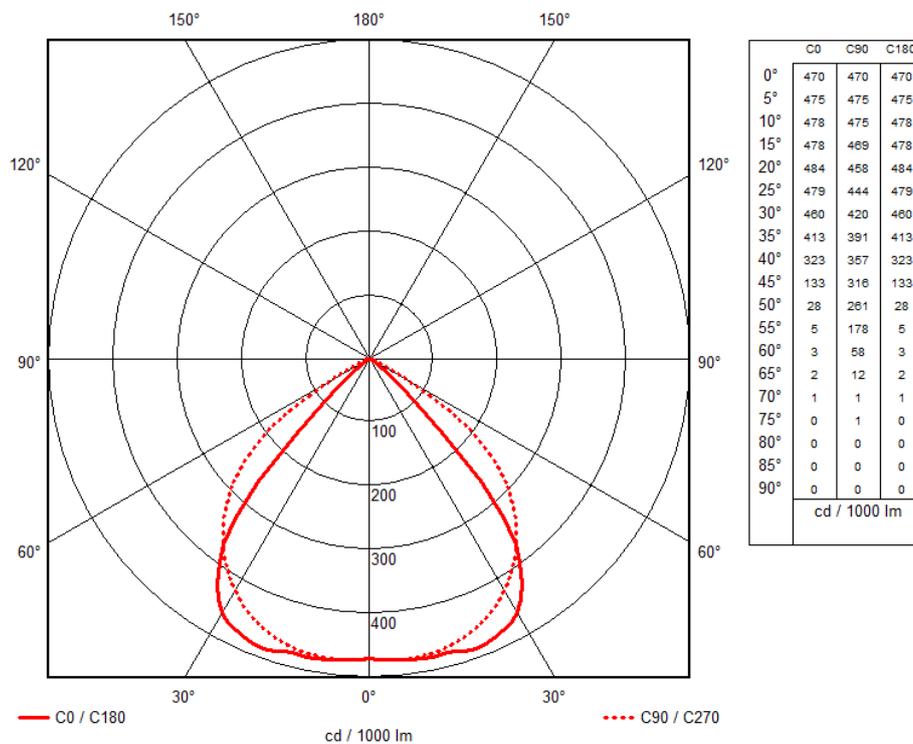


Figura 17 Curva fotométrica.

Síntesis de resultados: nivel útil.

Se plantea esta solución puesto que en las zonas donde se requieren los 600 Lx se encuentran mesas de trabajo como lo podemos observar en la figura 18.

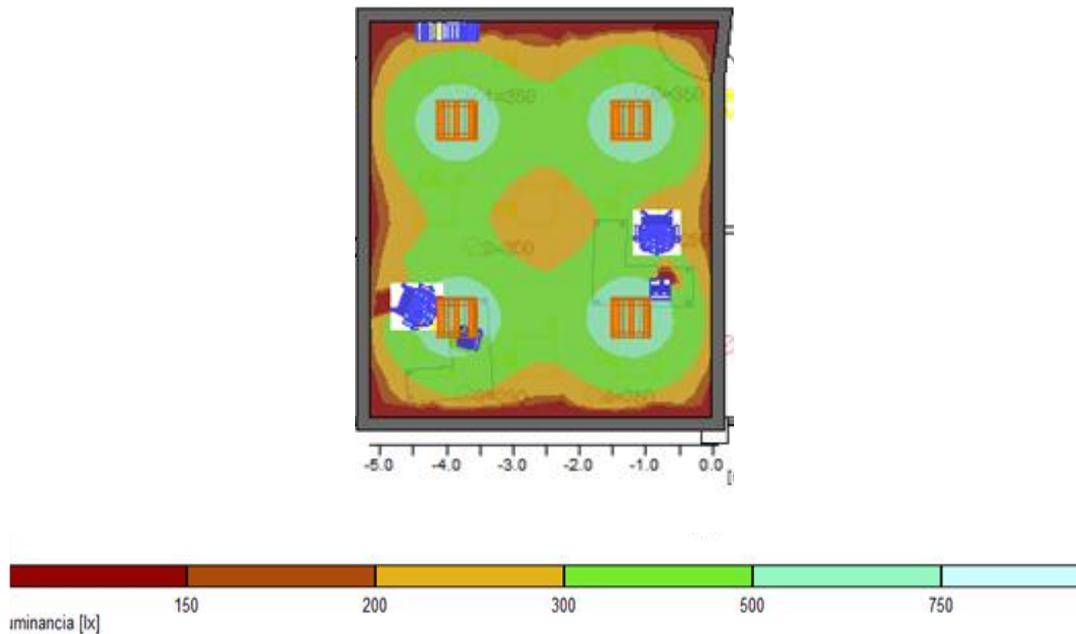


Figura 18 Nivel útil.

General

Algoritmia de cálculo utilizada	Porción indirecta media
Altura de la superficie de valoración	0.75 m
Altura del nivel de luminarias	2.34 m
Factor de mantenimiento	0.80
Flujo luminoso total de todas las lámparas	14400 lm
Rendimiento global	192 W
Rendim. total por superficie (31.20 m ²)	6.15 W/m ² (1.80 W/m ² /100lx)

Iluminancias

Iluminancia media	Em	343 lx
Iluminancia mínima	Emin	67 lx
Iluminancia máxima	Emax	614 lx:
Uniformidad g1	Emin/Em	1:5.13 (0.2)
Uniformidad g2	Emin/Emax	1:9.18 (0.11)

Tipo Cant. Producto

3	4	Philips Lighting
		Nº de artículo :
		Nombre de la lum. : TBS460 3xTL5-14W HFP C8-VH
		Equipamiento : 3 x TL5-14W/840 / 1200 lm

Líneas ISO nivel útil.

La explicación de las líneas ISO es similar a la figura 18; encontramos que en la figura 19 el flujo se mantiene constante, muy importante que sea así porque de esta manera estamos asegurando un buen nivel de iluminación.

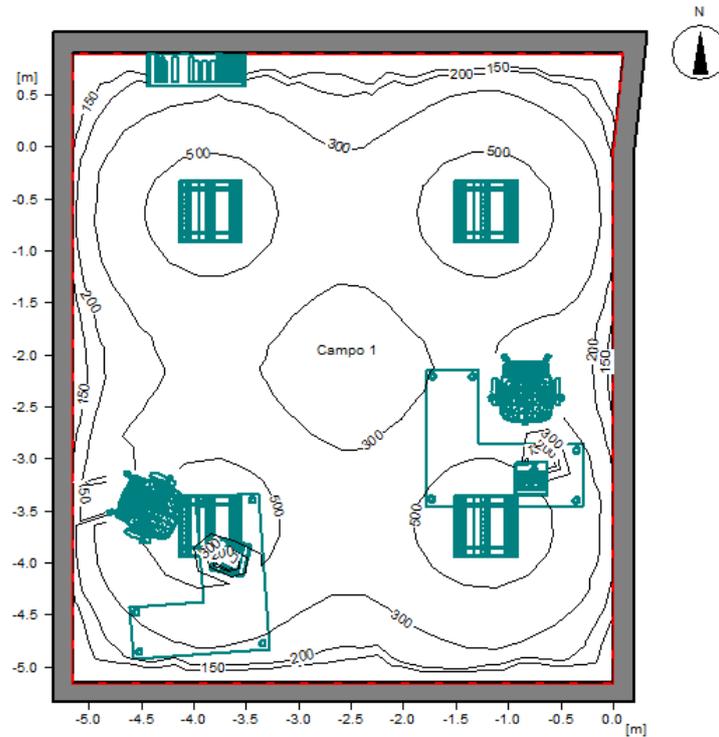


Figura 19 Líneas isométricas.

Simulación recreada.



Figura 20 Simulación recreada.

4.3.4 Laboratorio.

Datos de Luminaria.

Al haber en el CCADET laboratorios se requiere una buena iluminación, por ello se propuso colocar lámparas de 2X28 W, ya que nos proporciona un mayor flujo luminoso y una eficiencia muy alta como podemos observar en los datos siguientes.

Fabricante: Philips Lighting

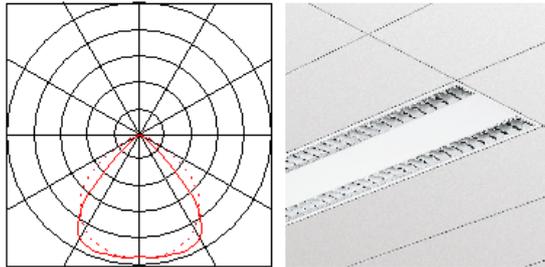
TBS460 2xTL5-28W HFP C8-VH

Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 92%
Luminaire efficacy : 77.16 lm/W
Classification : A60 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes : 73 99 100 100 92
Fondos de explotación :
tot. Rendimiento del sist. : 62 W
Longitud : 1197 mm
Anchura : 297 mm

Equipamiento con

Cantidad : 2
Denominación : TL5-28W/840
Color : 840
Flujo luminoso : 2600 lm



Curva fotométrica

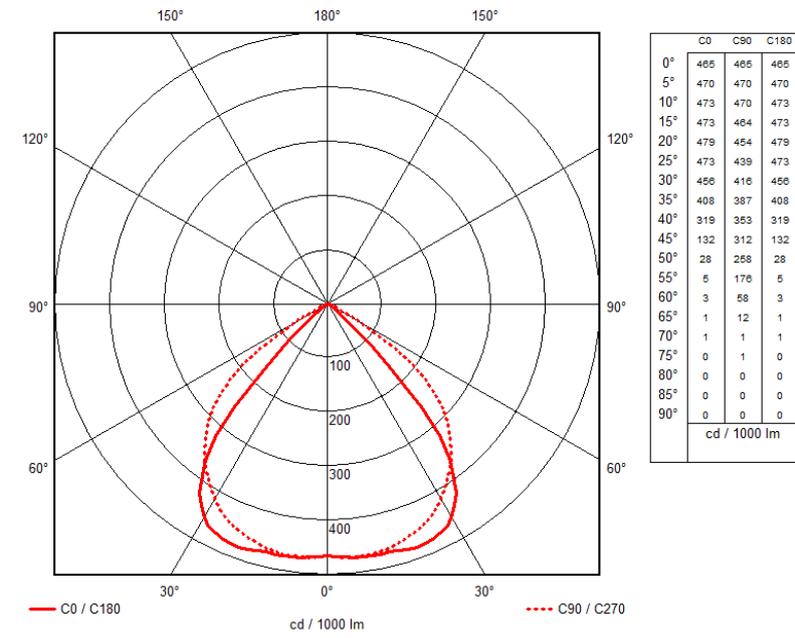


Figura 21 Curva fotométrica

Como en el laboratorio necesitamos mayor iluminación, colocamos lámparas de 2X28W porque nos da un mayor flujo luminoso. De acuerdo a la tabla 4 necesitamos 600 Lux. Por lo que la iluminación media es de 612 Lux, como lo podemos constatar en la figura 22.

Síntesis de resultados nivel útil

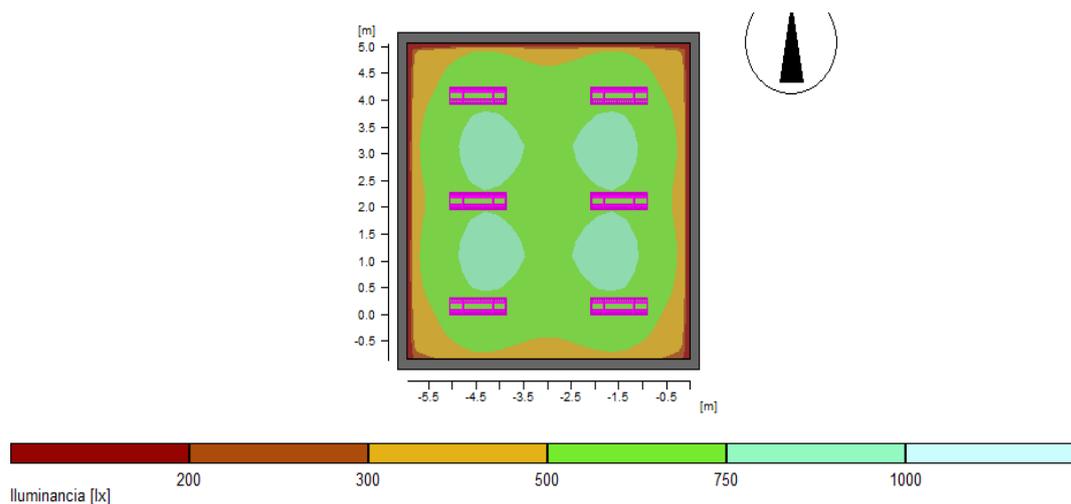


Figura 22 Nivel útil.

General

Algoritmia de cálculo utilizada	Porción indirecta media
Altura de la superficie de valoración	0.75 m
Altura del nivel de luminarias	2.84 m
Factor de mantenimiento	0.80
Flujo luminoso total de todas las lámparas	31200 lm
Rendimiento global	372 W
Rendim. total por superficie (34.98 m ²)	10.63 W/m ² (1.72 W/m ² /100lx)

Illuminancias

Illuminancia media	Em	619 lx
Illuminancia mínima	Emin	281 lx
Illuminancia máxima	Emax	818 lx:
Uniformidad g1	Emin/Em	1:2.2 (0.45)
Uniformidad g2	Emin/Emax	1:2.91 (0.34)

Tipo Cant. Producto

2	6	Philips Lighting
		Nº de artículo :
		Nombre de la lum. : TBS460 2xTL5-28W HFP C8-VH
		Equipamiento : 2 x TL5-28W/840 / 2600 lm

Líneas ISO nivel útil.

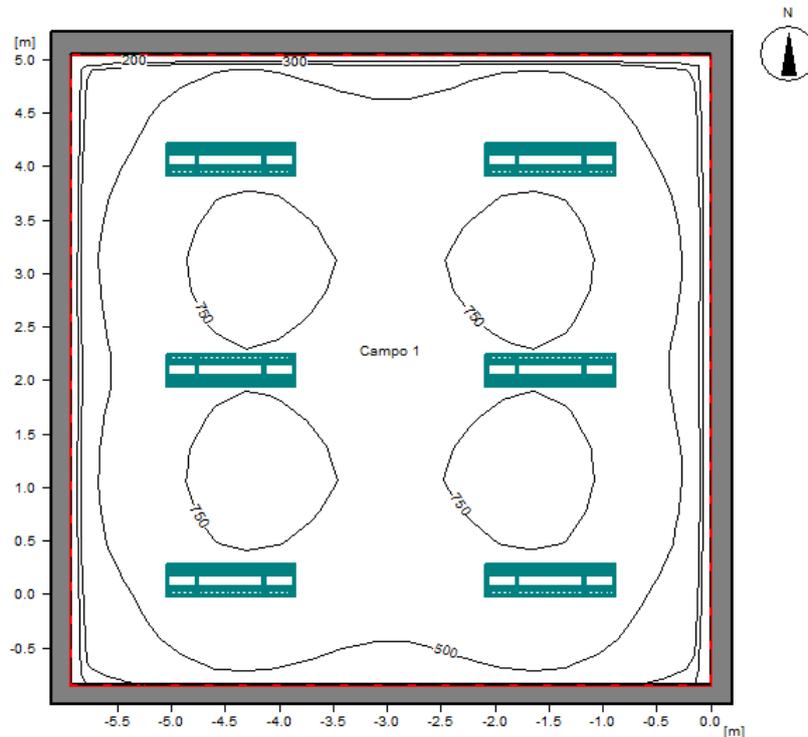


Figura 23 Líneas isométricas.

Simulación recreada.



Figura 24 Simulación recreada.

4.3.5 Taller.

Datos de Luminaria.

Fabricante: Philips Lighting

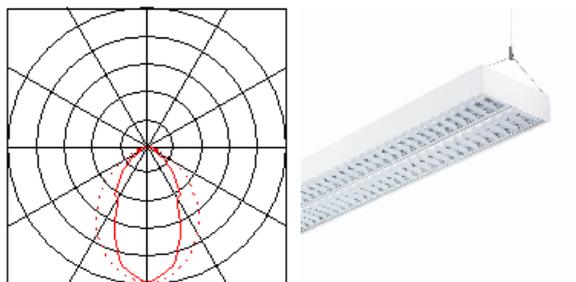
TPS350 4xTL5-54W HFP NB +GPS350 L

Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 76%
Luminaire efficacy : 57.32 lm/W
Classification : A50 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes : 64 89 98 100 76
Fondos de explotación :
tot. Rendimiento del sist. : 236 W
Longitud : 1195 mm
Anchura : 330 mm
Altura : 95 mm

Equipamiento con

Cantidad : 4
Denominación : TL5-54W/840
Color : 840
Flujo luminoso : 4450 lm



Curva fotométrica.

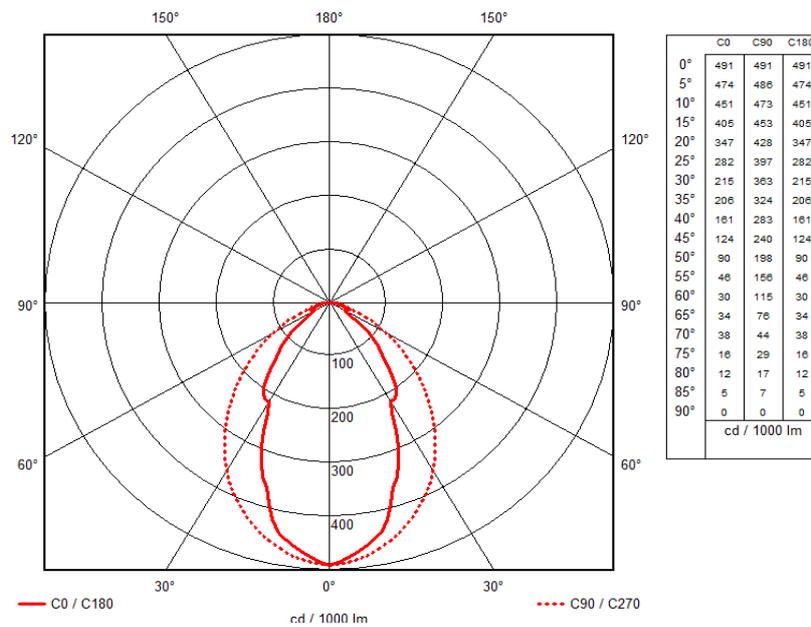


Figura 25 Curva fotométrica.

Síntesis de resultados nivel útil.

En el taller se determinó colocar lámparas de alto montaje por la distancia que hay de los luminarios a los puntos de trabajo; la norma nos pide al menos 700 Lux en las zonas donde se encuentren los equipos de precisión, podemos constatar el nivel de acuerdo a la figura 26.

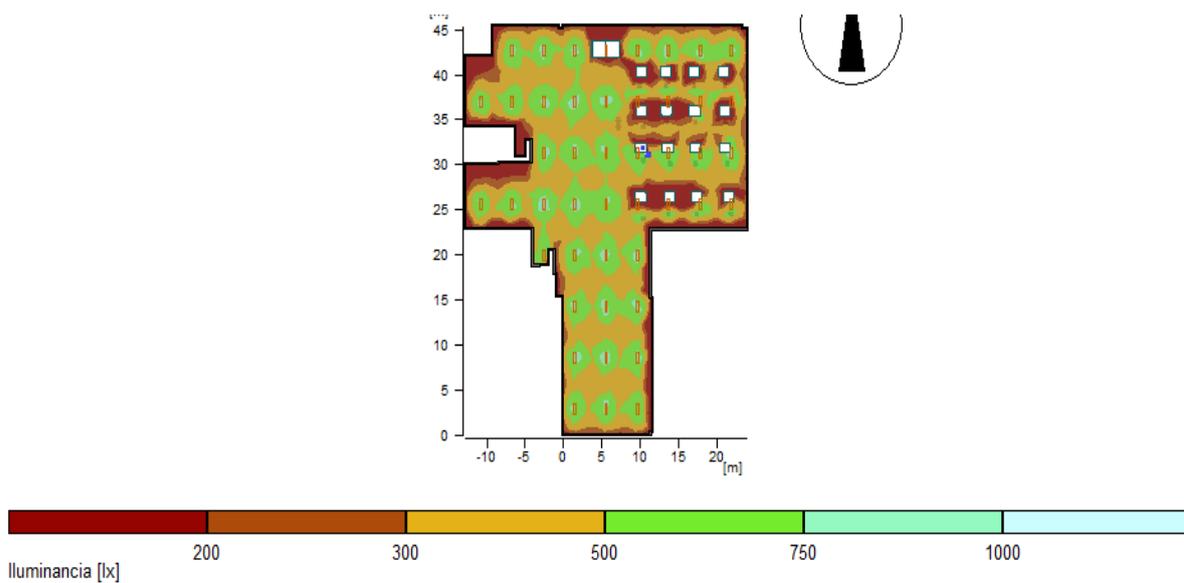


Figura 26 Nivel útil.

General

Algoritmia de cálculo utilizada	Porción indirecta media
Altura de la superficie de valoración	1.00 m
Altura del nivel de luminarias	4.00 m
Factor de mantenimiento	0.80
Flujo luminoso total de todas las lámparas	818800 lm
Rendimiento global	10856 W
Rendim. total por superficie (1058.74 m ²)	10.25 W/m ² (2.33 W/m ² /100lx)

Iluminancias

Iluminancia media	Em	440 lx
Iluminancia mínima	Emin	1 lx
Iluminancia máxima	Emax	842 lx:
Uniformidad g1	Emin/Em	1:531 (0)
Uniformidad g2	Emin/Emax	1:1020 (0)

Tipo Cant. Producto

14	46	Philips Lighting
		Nº de artículo :
		Nombre de la lum. : TPS350 4xTL5-54W HFP NB +GPS350 L
		Equipamiento : 4 x TL5-54W/840 / 4450 lm

Líneas ISO nivel útil.

En la figura 27 podemos apreciar varias zonas con diferentes niveles de iluminación, en donde la zona central hay mayor iluminación porque ahí se encuentran los equipos.

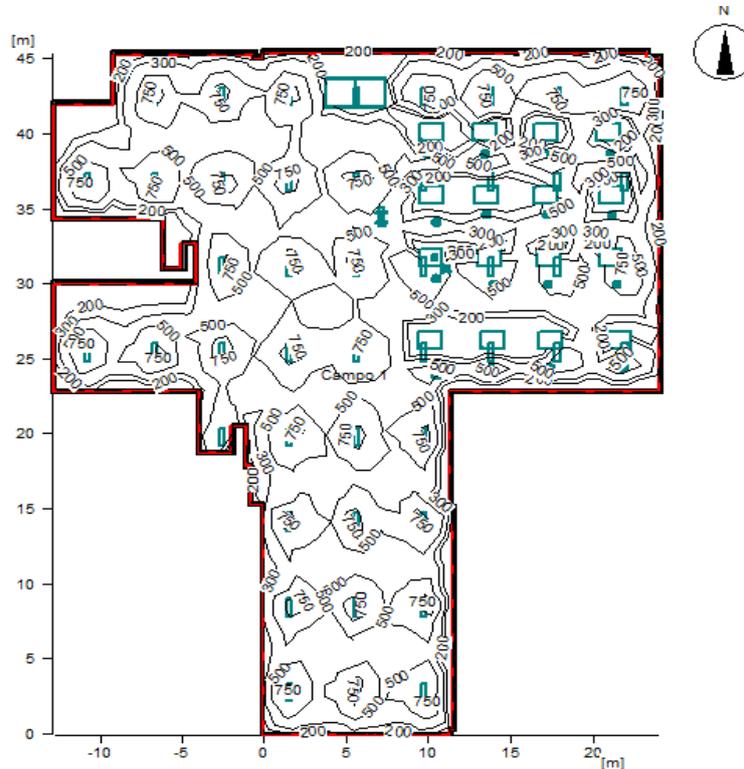


Figura 27 Líneas isométricas.

Imágenes de simulación.



Figura 28 Simulación.

Fotografía.



Fotografía 6.

4.3.6 Pasillo.

Datos de Luminaria.

Fabricante: Philips Lighting

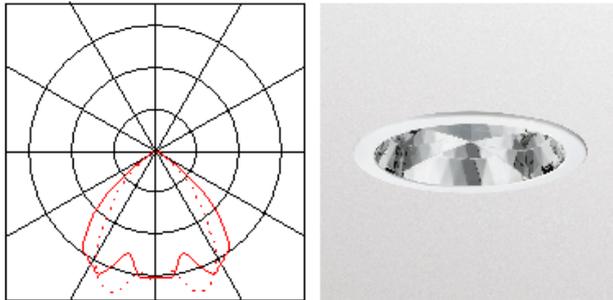
FBS120 1xPL-C/2P26W L

Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 56%
 Luminaire efficacy : 30.73 lm/W
 Classification : A60 ↓100.0% ↑0.0%
 CIE Flux Codes : 77 99 100 100 56
 Fondos de explotación : CONV
 tot. Rendimiento del sist. : 32.8 W
 Diámetro : 239 mm

Equipamiento con

Cantidad : 1
 Denominación : PL-C/2P26W/8
 40
 Color : 840
 Flujo luminoso : 1800 lm



Curva fotométrica.

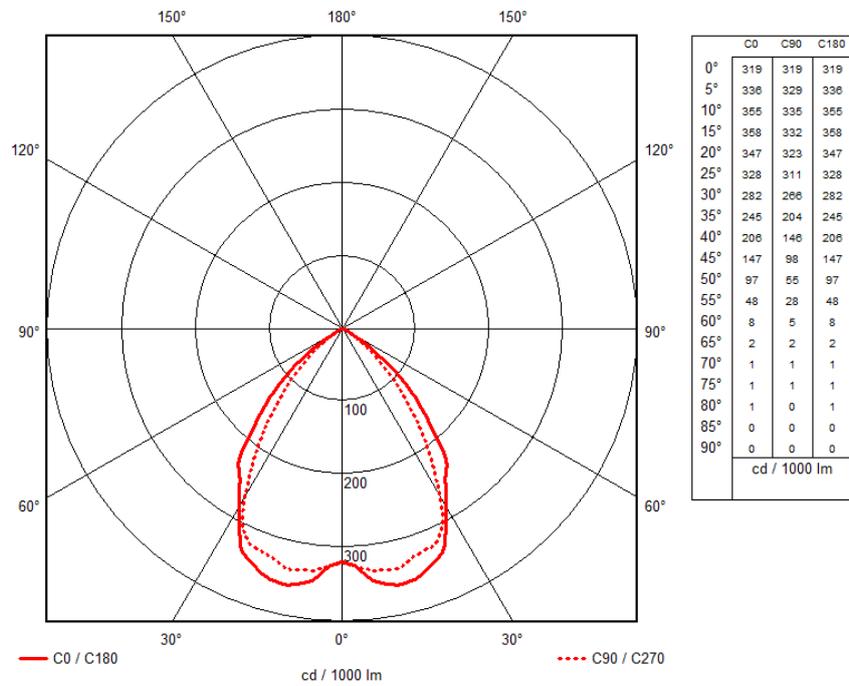


Figura 29 Curva fotométrica.

Síntesis de resultados nivel útil.

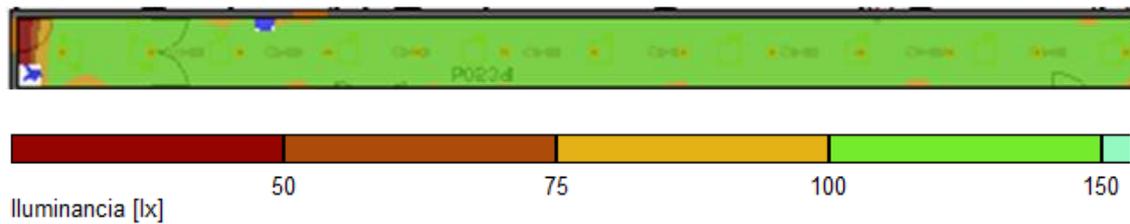


Figura 30 Nivel útil.

General

Algoritmia de cálculo utilizada	Porción indirecta media
Altura de la superficie de valoración	0.00 m
Altura del nivel de luminarias	2.34 m
Factor de mantenimiento	0.80
Flujo luminoso total de todas las lámparas	45000 lm
Rendimiento global	820 W
Rendim. total por superficie (134.99 m²)	6.07 W/m² (5.61 W/m²/100lx)

Iluminancias

Iluminancia media	Em	108 lx
Iluminancia mínima	Emin	38 lx
Iluminancia máxima	Emax	140 lx:
Uniformidad g1	Emin/Em	1:2.83 (0.35)
Uniformidad g2	Emin/Emax	1:3.66 (0.27)

Tipo Cant. Producto

1	25		Philips Lighting	
			Nº de artículo	:
			Nombre de la lum.	: FBS120 1xPL-C/2P26W L
			Equipamiento	: 1 x PL-C/2P26W/840 / 1800 lm

Líneas ISO nivel útil.

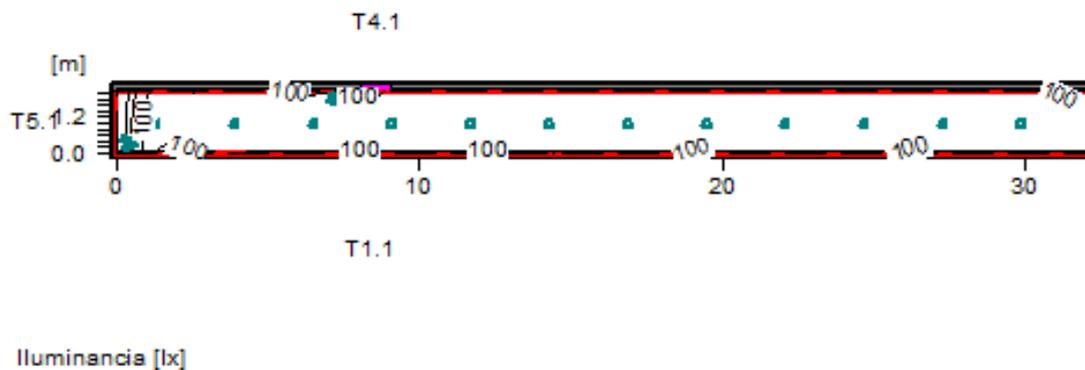


Figura 31 Líneas isométricas.

En la figura 31 observamos que el flujo luminoso es constante, de acuerdo a la norma necesitamos de al menos 100 Lux en los pasillos, por lo que estamos cumpliendo con dicho requerimiento.

Simulación recreada.



Figura 32 Simulación.

Fotografía.



Fotografía 7.

4.4 EJEMPLOS DEL MÉTODO DE LUMEN Y CAVIDAD ZONAL.

4.4.1 Método de lumen.

Biblioteca del CCADET.

Datos

Largo 14.97 m

Ancho 7 m

Altura 2.7 m

Reflectancias son: techo 88.7%, paredes 50 %, piso 92.4%.

Luminaria Philips TBS 460 3XTL5 13 W/840 1150 lm

a) Cálculo del flujo luminoso

Iluminación requerida: E = 500 lux

b) Superficie

$$S = a \times b$$

$$S = 14.97 \times 7$$

$$S = 104.79 \text{ m}^2$$

c) Factor de depreciación:

δ = de la Tabla 2.1 obtenemos para un ambiente limpio con un periodo de mantenimiento de 7 meses = 5.000 horas.

$$\delta = 0.85$$

Para el cálculo del factor de utilización hallamos primero el índice de local K:

$$K = \frac{a \times b}{h (a+b)}$$

$$K = \frac{14.97 \times 7}{2.2 (14.97+7)}$$

$$K = 2.62$$

Con el dato de $K = 2.23$ y las reflectancias, buscamos el factor de utilización de la luminaria Philips TBS 460 3XTL5 13 W/840 en la tabla 42.

Observamos que K es de 2.62.

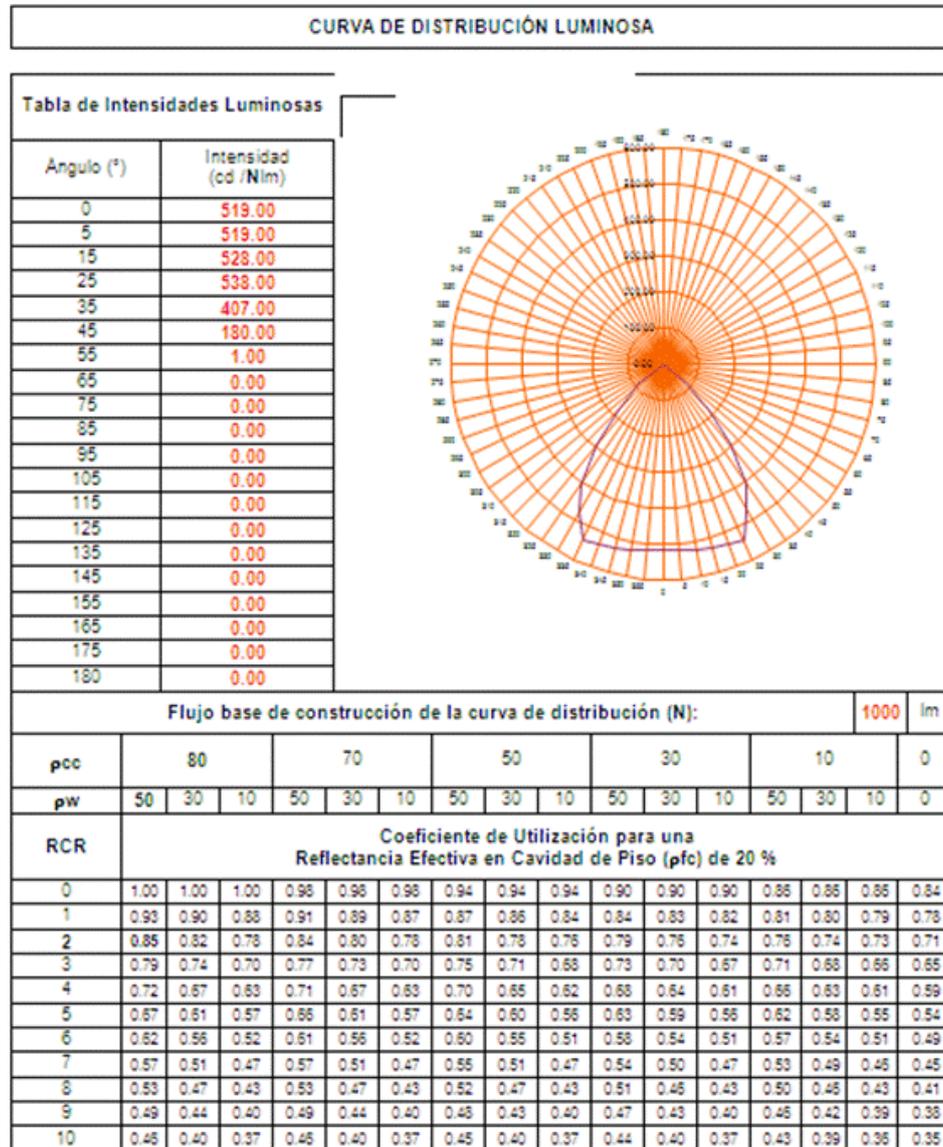


Tabla 42. Tabla de coeficientes de utilización.

El CU es de 0.85

Luego el valor de ϕ será:

$$\phi \phi T = \frac{E \times S}{n \times \delta}$$

$$\phi \phi T = \frac{500 \times 104.79}{0.85 \times 0.85}$$

$$\phi \phi T = 72,519 \text{ lumenes}$$

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\phi \phi}{n \times \phi L}$$

$$N = \frac{72,519}{3 \times 1150}$$

$$N = 21 \text{ Luminarias}$$

Distribución de luminarias

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}}}{\text{largo}}} \times \text{ancho}$$

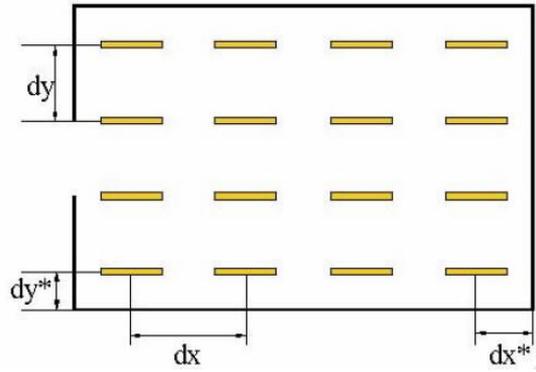
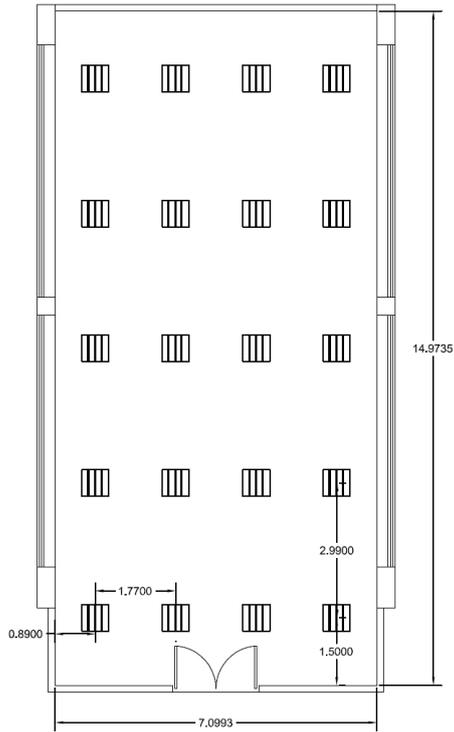
$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{21}{14.97}} \times 7$$

$$N_{\text{ancho}} = 3.13 \approx 3.5$$

$$N_{\text{Largo}} = N_{\text{Ancho}} \times \frac{\text{Largo}}{\text{Ancho}}$$

$$N_{\text{Largo}} = 3.13 \times \frac{14.97}{7}$$

$$N_{\text{Largo}} = 6.69 \approx 7$$



$$dy = \frac{14.97}{7} = \mathbf{2.1\text{ m}}$$

$$1.5 = \frac{2.99}{2}$$

$$\mathbf{1.5 \approx 1.495\text{ m}}$$

$$dx = \frac{7}{3.5} = \mathbf{2\text{ m}}$$

$$0.89^* = \frac{1.77}{2}$$

$$\mathbf{0.89^* \approx 0.88\text{ m}}$$

Debe cumplir la condición de que dx, dy deben ser menores a $1 \rightarrow 1,5$ de h

$$\mathbf{dx = 2.1 < 2.2}$$

$$\mathbf{dy = 2 < 2.2}$$

4.4.2 Método de Cavidad zonal.

Biblioteca del CCADET.

Datos.

Largo 14.97 m

Ancho 7 m

Altura 2.7 m

Reflectancias son: techo 88.7%, paredes 50 %, piso 92.4%.

Luminaria Philips TBS 460 3XTL5 13 W/840 1150 lm

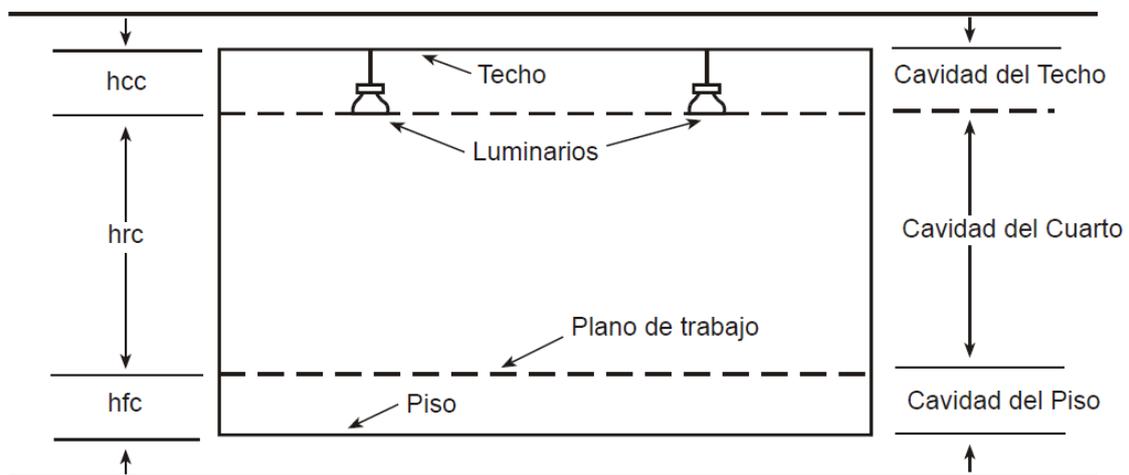


Figura 33 Método de cavidad zonal.

Dónde:

$h_{rc} = 2.2$ m

$h_{cc} = 0$

$h_{fc} = 0.5$ cm

Rango de Cavidad de Techo

$$CCR = 5 \times \frac{h_{cc} (L + W)}{(L \times W)} = CCR = 5 \times \frac{0 (14.97 + 7)}{(14.97 \times 7)} = CCR = 0$$

Rango de Cavidad de Cuarto

$$RCR = 5 \times \frac{hrc(L+W)}{(L \times W)} = RCR = 5 \times \frac{2.2(14.97+7)}{(14.97 \times 7)} = RCR = 2.3$$

Rango de Cavidad de Piso

$$FCR = 5 \times \frac{hfc(L+W)}{(L \times W)} = FCR = 5 \times \frac{0.5(14.97+7)}{(14.97 \times 7)} = FCR = 0.52$$

Buscando en la tabla 43 seleccionamos el CU (coeficiente de utilización) = 0.85

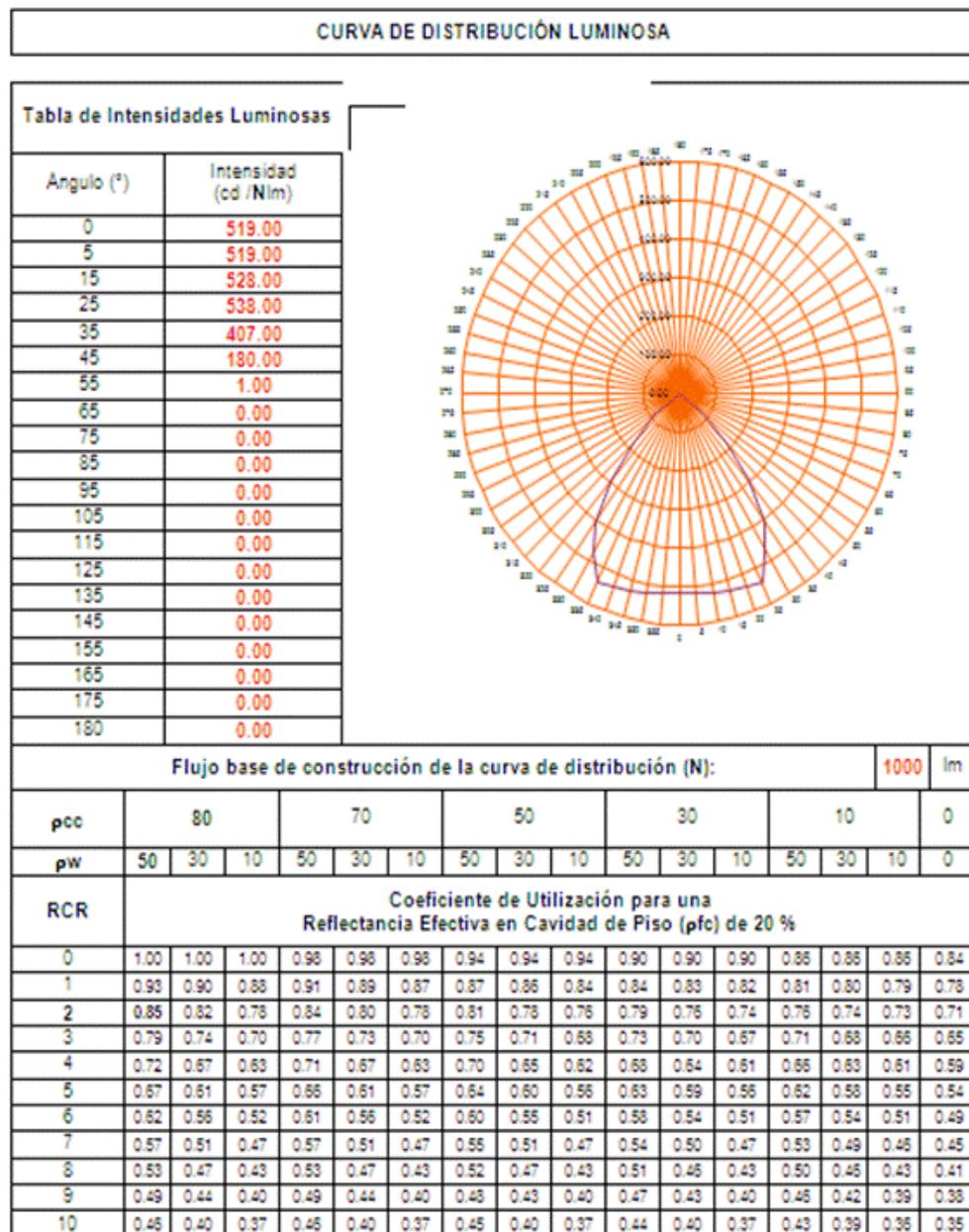


Tabla 42 Tabla de coeficientes de utilización.

Utilizando la ecuación:

$$\text{luxes} = \frac{(\# \text{ de luminarias})(\text{lámparas por luminario})(\text{lúmenes por lámpara})(C.U)(fm)}{(\text{área en m}^2)} \quad \text{Ecuación 16}$$

Sabiendo el número de luminarios, se obtienen los luxes que proporcionarán en el local.

$$\text{luxes} = \frac{(20)(3)(1150)(0.85)(0.85)}{(104.79)}$$

$$\text{luxes} = 476 \text{ lux}$$

Sabiendo la cantidad de luxes necesarios en local, obtenemos la cantidad de luminarias a utilizar.

$$500 = \frac{(X)(3)(1150)(0.85)(0.85)}{(104.79)}$$

Despejando la ecuación obtenemos:

$$\text{número de lámparas} = \frac{500(104.79)}{(3)(1150)(0.82)(0.9)}$$

$$\text{Número de lámparas} = 21$$

4.5 NUEVO PROYECTO DE ILUMINACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

En los temas anteriores encontramos incontables fallas tanto en la iluminación como en la instalación eléctrica, es por eso que en este capítulo se resolverán ambos problemas.

4.5.1 CÁLCULO DEL NUEVO DPEA.

Debemos verificar que nuestro proyecto eficiente cumpla con todas la normatividades vigentes, es por eso que vamos a determinar que nuestro proyecto cumpla con el DPEA. Consultar **ANEXO B Cálculo del nuevo DPEA para el proyecto de iluminación eficiente** (tablas B1-B7) para ver el desglose completo.

4.5.2 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR POR CAÍDA DE TENSIÓN Y AMPACIDAD, SELECCIÓN DE TUBERÍA, PROTECCIÓN Y CONDUCTOR DE TIERRA FÍSICA DEL SISTEMA PROPUESTO.

Tableros de alimentación.

De acuerdo al análisis tratado en el subtema **“3.3.7 CAÍDA DE TENSIÓN”** dentro del sistema actual de iluminación, se efectuó un resumen de todos los problemas eléctricos encontrados en el CCADET, para ello en este tema se resolverán los inconvenientes hallados en dicho tema.

Primero se resolverán los problemas de caída de tensión en los alimentadores.

A continuación se presenta una memoria de cálculo que nos va a ayudar a entender la resolución del problema. Tomaremos como ejemplo el tablero C, cabe señalar que los cálculos de los demás tableros es el mismo, por lo que se omite la resolución de los demás tableros.

Ahora se explicará cómo se obtuvieron los datos siguientes:

En primer lugar se necesita tener como dato la carga continua (alumbrado) y la carga no continua (contactos y fuerza), del cual se desprenden los respectivos cálculos de corriente para los dos diferentes rubros. El objetivo es obtener la corriente por ampacidad, un cálculo clave para obtener los diferentes

parámetros que requerimos para completar la instalación eléctrica, siempre teniendo como base principal las diferentes normas aplicables al proyecto.

La corriente que finalmente vamos a utilizar es la corriente corregida, que se obtiene a partir de los factores de temperatura y de agrupamiento; en el caso de la temperatura no hay que hacer cambios ya que la temperatura de la instalación corresponde a la del ambiente, sin embargo en el factor de agrupamiento si tenemos que hacer una consideración, la cual va a depender de los conductores alojados en la tubería, es un dato variable de acuerdo a las condiciones de diseño.

TABLERO C

Carga Total	18448.5	
Factor de demanda	1	Corriente nominal= 53.80
Carga Continua	6245	Corriente continua= 18.21
Carga no continua	12203.5	Corriente no continua= 35.59
Sistema	3F-4H	Corriente por ampacidad= 58.35
Volts	220	
F.P.	0.9	

Corriente por ampacidad

NOM 001-2005: 220-3. Cálculo de los circuitos derivados.

$I_{amp} = 1.25 I_c + I_{nc}$

Corriente corregida = $(I_{ampacidad} \times \text{Factor de demanda}) / (F_{temp} \times F_{agrup})$

Factor de temperatura y agrupamiento

Factor de temperatura 1 **Corriente corregida I = 72.94**

Factor de Agrupamiento 0.8 **NOM 001-2005: Tabla 310-15(g) Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable.**

CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DEL CIRCUITO

Para el cálculo de la protección aplicamos un incremento del 25% de la corriente corregida

Por lo tanto se usará un interruptor termomagnético con capacidad de 200 A

Selección de conductor de **NOM 001-2005 Tabla 250-95 Tamaño nominal mínimo de los conductores de**
Puesta a tierra calibre número: **puesta a tierra para canalizaciones y equipos.**

6 AWG

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DEL CIRCUITO ALIMENTADOR

Con corriente corregida de	72.94	Se selecciona un conductor de cobre con aislamiento de THW-LS considerando carga futura.
Calibre mínimo	1/0	NOM 001-2005: Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60° C a 90° C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.
AWG que conduce	150 A	

CÁLCULO POR CAIDA DE TENSIÓN

Sección del conductor	53.50	mm ²
Distancia	84	m

$$e\% = 1.801015787$$

3 Hilos	1/0	AWG THW-LS
1 hilo	1/0	AWG THW-LS
1 hilo	6	AWG DESNUDO
Interruptor	3x200	A

FASE
NEUTRO
TIERRA
PROTECCIÓN

SELECCIÓN DE LA CANALIZACIÓN PARA EL ALIMENTADOR

Para el tablero C tenemos lo siguiente:

4 - 1/0 AWG = 572 mm²

1 - 6 AWG= 46.8 mm²

Total= 618.8 mm²

NOM 001-2005: Tabla 10-5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de artefactos

La tubería adecuada es de 53(2)

NOM 001-2005: Tabla 10-4 Dimensiones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores.

Columna: Más de dos conductores fr=40%

Con la corriente corregida obtenemos la protección, el hilo de tierra y por supuesto el calibre del conductor, sin embargo el cálculo del calibre de los conductores también va a depender de la caída de tensión, si observamos que al proponer un calibre su caída de tensión es mayor al 2% inevitablemente se tiene que cambiar el conductor por una calibre mayor hasta que el porcentaje de caída de tensión esté entre los valores permitidos por la norma.

Por último solo nos resta calcular el diámetro de la tubería, es un cálculo muy fácil porque solo tenemos que sumar las áreas de los conductores propuestos y consultar la tabla 10-4 de la NOM 001-2005, para así determinar la tubería adecuada para nuestro proyecto.

El resumen de los alimentadores los encontramos en la tabla 44.

Tablero	Localización	Carga (Watts)	Corriente corregida (A)	Calibre (AWG)	Protección (A)	Conductor de puesta a tierra (AWG)	Tubería	Caída circuito alimentador (2%)
C	Primer nivel: Edificio principal	18449	72.94	1/0	3x200	6	53(2)	1.801
1N	Segundo nivel: Edificio principal	24206	82.27	2/0	3x200	6	53(2)	1.478
Z	Tercer nivel: Edificio principal	9405	42.85	2	3x200	6	41(1-1/2)	1.885

Tabla 44. Resumen de parámetros calculados en los alimentadores.

Nota: La casilla seleccionada en color amarillo cumple perfectamente con el porcentaje de caída de tensión, sin embargo se realizó un nuevo cálculo debido al dimensionamiento de la tubería del alimentador. El diámetro no satisface los requerimientos mínimos de los conductores.

Tableros derivados.

El cálculo de los circuitos derivados es exactamente el mismo desglose de resultados que en el circuito alimentador, por lo que a continuación presentamos una memoria de cálculo de un circuito derivado:

TABLERO C	CIRCUITO 3	
Carga Total	504	
Factor de demanda	1	
Carga Continua	504	
Sistema	1F-2H	
Volts	120	I nominal= 4.67
F.P.	0.9	

Factor de temperatura y agrupamiento

Corriente corregida:

Factor de temperatura 1 **I=8.83**

Factor de Agrupamiento 0.7 **NOM 001-2005: Tabla 310-15(g) Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable.**

Corriente corregida = (I nominal x Factor de demanda) / (Ftemp x Fagrup)

CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DEL CIRCUITO

Para el cálculo de la protección aplicamos un incremento del 25% de la corriente corregida

Por lo tanto se usará un interruptor termomagnético con capacidad de 15 A

Selección de conductor de

Puesta a tierra calibre número: **NOM 001-2005: Tabla 250-95 Tamaño nominal mínimo de los conductores de 12 AWG** puesta a tierra para canalizaciones y equipos.

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DEL CIRCUITO DERIVADO

Con corriente corregida de	8.83	Se selecciona un conductor de cobre con aislamiento de THW-LS considerando carga futura.
Calibre mínimo	10	NOM 001-2005: Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60° C a 90° C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C de tres conductores portadores de corriente en una canalización.
AWG que conduce	35 A	

CÁLCULO POR CAIDA DE TENSIÓN

Sección del conductor	5.26	mm ²
Distancia	54.58	m

$$e\% = 2.30587241$$

1 hilo	10	AWG THW-LS	FASE
1 hilo	10	AWG THW-LS	NEUTRO
1 hilo	12	AWG DESNUDO	TIERRA
Interruptor	1x20	A	PROTECCIÓN

SELECCIÓN DE LA CANALIZACIÓN PARA LOS CIRCUITOS DERIVADOS

Para los circuitos 1,2,3 y 4 tenemos lo siguiente:

8 - 10 AWG = 125.6 mm²

1 - 12 AWG= 11.7 mm²

Total= 137.3 mm²

La tubería adecuada es de 27(1)

Norma oficial universitaria: Capítulo 5. Circuitos derivados apartado 5.1.7

NOM 001-2005: Tabla 10-5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de artefactos

NOM 001-2005: Tabla 10-4 Dimensiones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores.

Columna: Más de dos conductores fr=40%

Consultar **ANEXO B (tablas B8-B12)** para observar los parámetros finales de la nueva instalación eléctrica.

Para determinar los valores de las tablas se empleó el mismo procedimiento de la memoria de cálculo del circuito alimentador, calculando los calibres de los conductores por caída de tensión y ampacidad. Se observa en las tablas (de la B8 a la B12) que tanto el alimentador como en los circuitos derivados, nunca excede el valor recomendado de caída de tensión que indica la norma que es del 2 y 3 por ciento respectivamente. Además se incluyen los calibres del conductor de puesta a tierra, ya que se observó que ningún tablero cuenta con dicho sistema.

4.5.3 SOLUCIÓN DEL DESBALANCE DE FASES

Al realizarse el nuevo proyecto eléctrico se cuidó el detalle de equilibrar las cargas de iluminación para que el desbalance estuviera dentro de los límites marcados por la norma, por lo que estaríamos asegurando que no hay desbalance. Para tal efecto tenemos el ejemplo siguiente:

TABLERO: L		Segundo Nivel								
Circuito No.	Interruptor Polo-Amp	Conductor AWG	L.F 2X28 59W	Dowlight 1X26 26W	Contacto monofásico 180W	Fase A Watts	Fase B Watts	Fase C Watts	Total Watts	
1	1x15	1-12	5			295.00			295.00	
2	1x20	1-10			4	720.00			720.00	
3	1x15	1-12	4				236.00		236.00	
4	1x20	1-10			4		720.00		720.00	
5	1x15	1-12	5					295.00	295.00	
6	1x20	1-10								
7	1x15	1-12	5			295.00			295.00	
8	1x20	1-10			1	180.00			180.00	
9	1x15	1-12	6				354.00		354.00	
10	1x20	1-10								
11	1x15	1-12	5					295.00	295.00	
12	1x20	1-10			4			720.00	720.00	
13	1x15	1-12		9		234.00			234.00	
14	1x20	1-10			6	1,080.00			1,080.00	
15	1x20	1-10			5		900.00		900.00	
16	1x20	1-10			2		360.00		360.00	
17	1x20	1-10			3			540.00	540.00	
18	1x20	1-10			3			540.00	540.00	
19	1x20	1-10			3	540.00			540.00	
20	1x20	1-10								
21	1x20	1-10			4		720.00		720.00	
22	---	---								
23	1x20	2-10			4			720.00	720.00	
Total			30	9	0	43	3,344.00	3,290.00	3,110.00	9,744.00
Diagrama Unifilar: DU-22		Alimentado de: 4-2 AWG								
Interruptor Principal:		Cap. Interruptiva:								
Voltaje: 220-127 V		Fases: 3		Hilos: 4						
Fase A: 3,344.00 W		Fase B: 3,290.00 W		Fase C: 3,110.00 W						
Factor de Demanda: 1		Corriente: 28.41346 A		Carga Dem: 9,744.00 W						
Catálogo: NQOD430M100CU Square D		Marca: SQUARED		Desbalance: 1.61%						

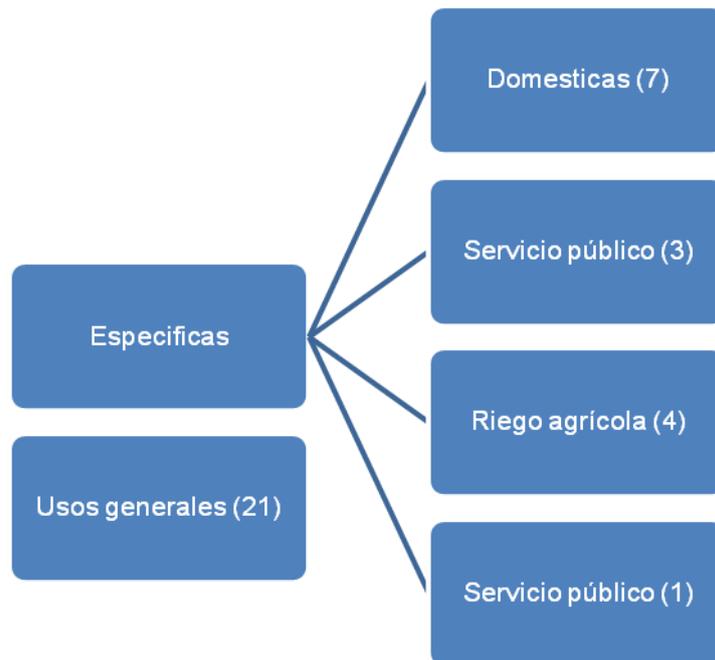
Tabla 45. Cuadro de carga del nuevo proyecto

Como podemos observar el desbalance es igual a 1.61%, de este modo estamos garantizando un buen funcionamiento.

4.6 ANÁLISIS ECONÓMICO.

El conocimiento de la tarifa eléctrica en cualquier ámbito es de suma importancia, porque nos pueden dar a conocer los parámetros eléctricos y su facturación, así como el consumo de cada equipo y su contribución al gasto eléctrico.

Actualmente en México existen 36 tarifas eléctricas, las cuales se pueden clasificar en:



Dentro de las tarifas de usos generales se dividen en:

- Alta tensión (12)
- Media tensión (6)
- Baja tensión (3)

4.6.1 TIPOS DE TARIFAS

Tarifa Descripción

- 1 Servicio doméstico: 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, DAC.
- 2 Servicio general hasta 25 kW de demanda.
- 3 Servicio general para más de 25 kW de demanda.

- 5, 5A Servicio para alumbrado público.
- 6 Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público.
- 7 Servicio temporal.
- 9 Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en baja tensión.

Tarifa Descripción.

O-M Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 100 kW.

H-M Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más.

H-MC Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más, para corta utilización (Baja California).

H-S, H-T Tarifas horarias para servicio general alta tensión.

Las tarifas anteriormente mencionadas son las que a nuestra consideración son las más importantes teniendo en cuenta los alcances reales de la tesis. Existen otras tarifas pero en cuanto a contenido y utilización no son de relevancia para el trabajo aquí escrito.

Regiones tarifarias.

Se consideran diferentes regiones y estaciones en los costos del suministro de energía eléctrica con el objeto de reflejar el costo real del servicio.



Figura 34 Regiones tarifarias.

Partiendo de la información anterior podemos determinar dos parámetros importantes para nuestro análisis. En primer lugar podemos determinar la tarifa que nos corresponde, se trata de la tarifa “H-M tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más”. En segundo lugar se determina el territorio que es objeto de estudio, en este caso de acuerdo a la figura 4.29 nos corresponde la región central.

4.6.2 COSTO DE LA ENERGÍA EN EL SISTEMA ACTUAL.

Una vez teniendo la tarifa y la región se puede determinar el costo de la energía, para tal efecto se tiene lo siguiente:

Tarifa H-M

Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más.

1.- Aplicación.

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o más.

2.- Cuotas aplicables en el mes de octubre de 2011.

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía intermedia y por la energía de base.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt - hora de energía en horario punta	Cargo por kilowatt - hora de energía en horario intermedio	Cargo por kilowatt - hora de energía en horario base
Central	\$168.94	\$1.9703	\$1.1857	\$0.9911

Tabla 46. Cuota aplicable al mes de Octubre.

Cabe aclarar que el precio de la energía sufre variaciones de acuerdo al mes de facturación y a la estación del año (verano o invierno), de tal manera que los cálculos posteriores estarán referidos al mes de Octubre.

Periodos de punta, intermedio y base.

Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se puede leer en la tabla 47.

TARIFA: EN CIUDAD UNIVERSITARIA HM			
Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre			
Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	00:00-6:00	6:00-20:00 22:00-24:00	20:00-22:00
sábado	00:00-7:00	07:00-24:00	
Domingo y festivo	0:00-19:00	19:00-24:00	

Tabla 47. Horarios de demanda.

Un factor que es importante y que se necesita para desarrollar el tema es el horario de labores de la dependencia, dicho horario se comprende de las 6:00 AM a las 22:00.

A continuación se presenta la tabla 48 que indica las horas por mes en las 3 diferentes demandas que especifica la CFE.

Horario de labores de la dependencia			
	Punta	Base	Intermedia
Horas por día	2	0	14
Horas por semana	10	0	70
Horas por mes	40	0	280

Tabla 48. Horas por mes de utilización de luminarias interiores.

Ahora para las luminarias exteriores se toma una consideración diferente para establecer las horas por mes para las diferentes demandas; partimos del hecho que las lámparas exteriores son controladas por fotoceldas, los cuales se emplean para controlar el encendido automático del alumbrado. Esto implica que dichas lámparas solo van a prender cuando dejan de captar la luz del sol, es por eso que hay que determinar horarios específicos para las lámparas externas.

Horario de labores de la dependencia			
	Punta	Base	Intermedia
Horas por día	2	6	3
Horas por semana	10	30	15
Horas por mes	40	120	60

Tabla 49. Horas por mes de utilización de luminarias exteriores.

Es muy importante aclarar que el sistema de iluminación se considera como carga continua, puesto que están prendidas las luminarias más de tres horas.

Ahora como ya se tiene un panorama general a cerca de los diferentes parámetros que involucra el análisis económico, entraremos en detalle en el cálculo del precio en el sistema de iluminación actual, para ello se tiene la tabla 50.

Primero retomaremos el análisis hecho en el subtema “**3.4 Sistema de Iluminación**” en cuanto al número de luminarios que hay en el CCADET, y los incluiremos en el análisis económico.

COSTO DE LA ENERGÍA CON EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL

Lámparas Actuales	Cantidad	Potencia del conjunto lámpara-balastro	Potencia total instalada kW	Consumo mensual de energía			Costo por consumo mensual de la energía				Costo de la energía demandada	Costo de consumo + demanda	
				Base	Intermedia	Punta	Base	Intermedia	Punta	Total	Potencia	Total	
				kWh	kWh	kWh	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
L.F. T12 4X20W	620	100.0	62.0		17360.00	2480.00		20583.75	4886.34	25470.10	10474.28	35944.38	
L.F. Curvalum T8 2X32W	313	67.2	21.0		5889.41	841.34		6983.07	1657.70	8640.77	3553.42	12194.19	
L.F. T8 1X32W	63	33.6	2.1		592.70	84.67		702.77	166.83	869.60	357.61	1227.21	
L.F. T12 2X39W	154	97.5	15.0		4204.20	600.60		4984.92	1183.36	6168.28	2536.63	8704.92	
L.F. T12 2X75W	149	187.5	27.9		7822.50	1117.50		9275.14	2201.81	11476.95	4719.76	16196.71	
Aditivos metálicos HID 400W	37	400.0	14.8		4144.00	592.00		4913.54	1166.42	6079.96	2500.31	8580.27	
Reflector de vapor de sodio 250W	5	250.0	1.3	150.0	350.00	50.00	148.67	415.00	98.52	662.18	211.18	873.35	
Florescente compacta 20W	42	20.0	0.8		235.20	33.60		278.88	66.20	345.08	141.91	486.99	
Foco incandescente 60W	29	60.0	1.7		487.20	69.60		577.67	137.13	714.81	293.96	1008.76	
Florescentes compactas 2X23W	73	46.0	3.4		940.24	134.32		1114.84	264.65	1379.49	567.30	1946.79	
L.F. T12 4X39W	4	195.0	0.8		218.40	31.20		258.96	61.47	320.43	131.77	452.20	
Luminaria exterior 43W	5	42.0	0.2	25.2	58.80	8.40	24.98	69.72	16.55	111.25	35.48	146.72	
Reflector de vapor de mercurio 500W	9	500.0	4.5	324.0	1260.00	180.00	321.12	1493.98	354.65	2169.75	760.23	2929.98	
TOTAL	1503	-----	154.50		499.20	43562.65	6223.24	494.76	51652.24	12261.64	64408.64	26283.84	90692.47

Tabla 50. Costo de la energía en el sistema de iluminación actual.

Metodología del cálculo del costo de la energía

Procedimiento 1 Los valores del consumo mensual de energía se obtuvieron a partir de la información de la potencia total instalada y el horario de labores de la dependencia, a través de una multiplicación sencilla.

En resumen se multiplica la potencia total instalada las horas por mes en cada rubro de demanda (base, intermedia y punta), siempre tomando en cuenta la diferenciación que se hizo a los luminarios interiores y exteriores (los luminarios exteriores son el reflector de vapor de mercurio, el reflector de vapor de sodio y la luminaria exterior).

Procedimiento 2 Los valores del costo por consumo mensual de energía se obtuvieron al multiplicar el consumo mensual de la energía en sus tres rubros base, intermedia y punta con el costo de la energía al mes de septiembre. En resumen se trata básicamente de multiplicar el consumo en demanda base con el precio de la energía en demanda base, de la misma manera se obtiene para la demanda intermedia y punta.

Procedimiento 3 El costo de la energía demandada se obtiene de multiplicar el costo por kW de demanda facturable al mes de septiembre por la potencia total instalada de cada luminario.

Procedimiento 4 El costo de la energía total se obtiene sumando el total del costo por consumo mensual de la energía más el costo de la energía demandada aplicado al total de cada luminario.

En resumen tenemos que de acuerdo al análisis hecho en la tabla 50 el consumo traducido en unidades monetarias es de **\$90,692.47** mensuales.

4.6.3 COSTO DE LA ENERGÍA CON EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE.

Ahora se estimará el costo de la energía con el sistema de iluminación eficiente, para lograrlo necesitaremos el número total de luminarios en el nuevo proyecto, para determinar el costo de la energía, el cual se incluye ya en el análisis económico del sistema propuesto.

Es importante el análisis del costo de la energía con el sistema de iluminación eficiente por varias razones:

Porque en base a este análisis podremos determinar el tiempo de recuperación de la inversión. Un punto importante para la fase del proyecto porque así se estima el tiempo en años que tomaría recuperar la inversión, una vez que pase el tiempo estaríamos contribuyendo a ahorrar energía gracias a la baja potencia de las lámparas, pero no solo eso; también habría una disminución de dinero en la facturación eléctrica, lo que implica que en un tiempo prolongado habría ahorros monetarios.

COSTO DE LA ENERGÍA CON EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE

Lámparas Eficientes	Cantidad	Potencia del conjunto lámpara-balastro	Potencia total instalada kW	Consumo mensual de energía			Costo por consumo mensual de la energía				Costo de la energía demandada	Ccosto de consumo + demanda
				Base	Intermedia	Punta	Base	Intermedia	Punta	Total	Potencia	Total
				kWh	kWh	kWh	\$	\$	\$	\$	\$	\$
L.F. T5 3X13W	320	40.95	13.10		3669.12	524.16		4350.48	1032.75	5383.23	2213.79	7597.02
L.F. T5 2X28W	422	59.36	25.05		7013.98	1002.00		8316.47	1974.23	10290.71	4231.93	14522.64
Dowlight 1X26W	217	26	5.64		1579.76	225.68		1873.12	444.66	2317.78	953.16	3270.94
L.F. T8 1X32W	39	34.24	1.34		373.90	53.41		443.33	105.24	548.58	225.60	774.17
Lámparas de alto montaje 4x54W	46	216	9.94		2782.08	397.44		3298.71	783.08	4081.79	1678.59	5760.38
Reflector de vapor de sodio 250W	5	250	1.25	150	350.00	50.00	148.67	415.00	98.52	662.18	211.18	873.35
Luminaria exterior 43W	5	43	0.22	25.8	60.20	8.60	25.57	71.38	16.94	113.89	36.32	150.22
Reflector de vapor de mercurio 500W	9	500	4.50	540	1260.00	180.00	535.19	1493.98	354.65	2383.83	760.23	3144.06
TOTAL	1063	-----	61.032	715.8	17089.04	2441.29	709.429	20262.473	4810.076	25781.978	10310.793	36092.772

Nota: las lámparas fluorescentes T5 se le aplica un 5% más por el factor de balastro, a la T8 un 7%

Tabla 51. Costo de la energía con el sistema de iluminación eficiente.

El método de la obtención de la energía en sus cuatro modalidades es el mismo cálculo que se mencionó en el sistema actual de iluminación (ver *Procedimiento 1, 2, 3 y 4*).

De acuerdo al análisis de la tabla 4.16 el costo total en el sistema de iluminación eficiente asciende a la cantidad de **\$36,092.77** mensuales.

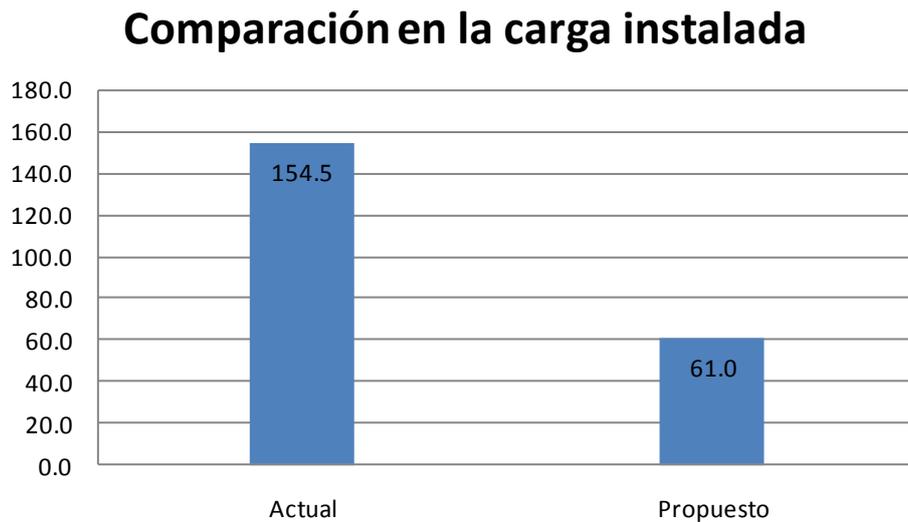
4.7 AHORRO DE ENERGÍA DEBIDO A LA TECNOLOGÍA EFICIENTE.

4.7.1 DISMINUCIÓN DE LA CARGA INSTALADA.

Tomando como dato la potencia total instalada en kW de la tabla 50 del costo del sistema actual de iluminación y la potencia total instalada en kW de la tabla 51 del costo del sistema de iluminación eficiente, se obtiene la tabla 52.

Sistema de iluminación	Carga instalada kW
Actual	154.5
Propuesto	61.0

Tabla 52. Comparativa entre el sistema actual y propuesto.



Gráfica 4.1 Comparativa entre el sistema actual y propuesto.

De acuerdo a la tabla 52 y gráfica 4.1 existe una disminución de la carga instalada en 93.5 kW lo que representa una disminución del 60.4%.

4.7.2 AHORRO DE LA ENERGÍA EN HORARIO BASE, INTERMEDIO Y PUNTA

Energía en horario base

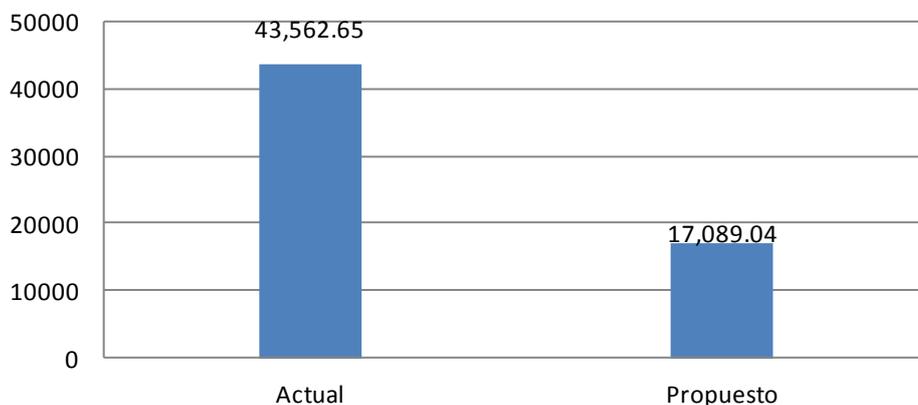
En el caso del consumo de energía eléctrica en el horario base podemos observar en las tablas 50 y 51 que no hay ahorro en esta modalidad, porque estamos considerando que los reflectores del techo y las luminarias exteriores son eficientes, (cabe aclarar que son las únicas lámparas que entran en esta clasificación). Por esta razón no hay un ahorro de energía en demanda base.

Energía en horario intermedio

Sistema de iluminación	Demanda en horario intermedio kWh
Actual	43562.65
Propuesto	17089.04

Tabla 53. Comparación de demanda en horario intermedio.

Comparación de demanda en horario intermedio



Gráfica 4.2 Comparación de demanda en horario intermedio.

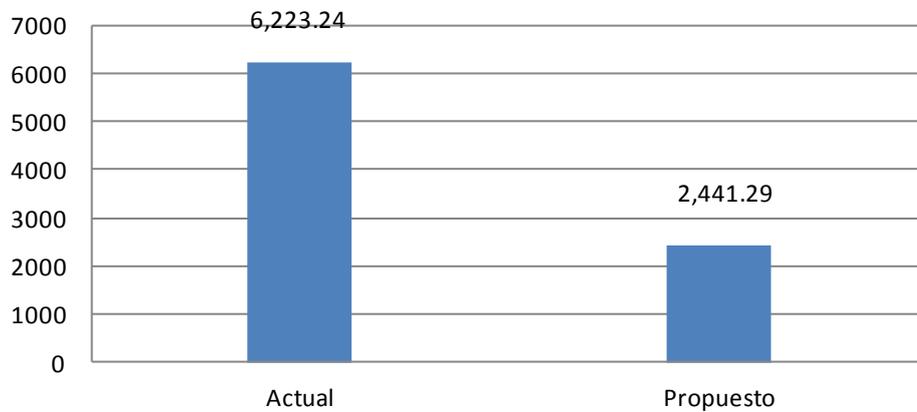
De la tabla 53 y gráfica 4.2 tenemos que existe un ahorro de energía de la demanda en horario intermedio igual a **26,473 kWh** lo que representa una disminución del 60.7% mensuales en la facturación eléctrica.

Energía en horario punta

Sistema de iluminación	Demanda en horario punta kWh
Actual	6223.24
Propuesto	2441.29

Tabla 54. Comparación de demanda en horario punta.

Comparación de demanda en horario punta



Gráfica 4.3 Comparación de demanda en horario punta

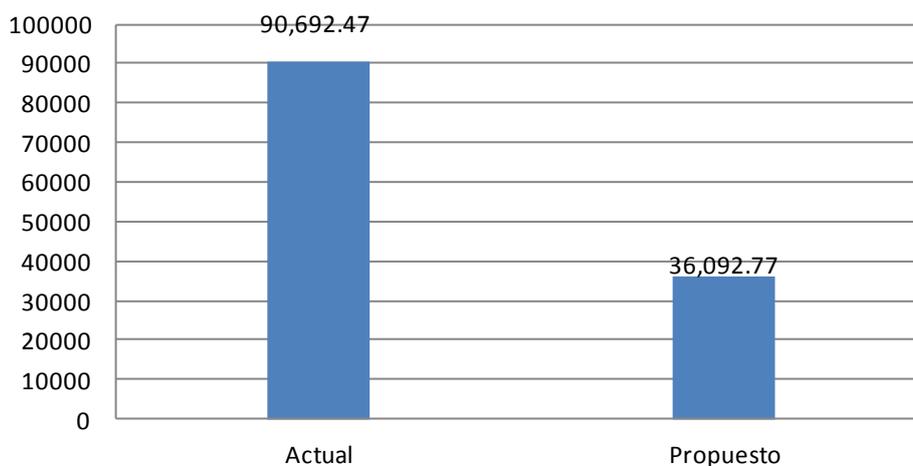
En el caso de la demanda en horario punta tenemos un ahorro igual a **3,781.94 kWh** lo que representa una disminución del 60.7% mensuales.

4.8 BENEFICIO ECONÓMICO DEBIDO AL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Sistema de iluminación	Costo total mensual
Actual	90692.47
Propuesto	36092.77

Tabla 55. Costo total mensual.

Costo de la energía por mes



Gráfica 18 Costo total mensual.

Si comparamos el costo de la energía en el sistema de iluminación actual (**\$90,692.47**) y el costo de la iluminación en el sistema propuesto (**\$36,092.77**), tenemos que existe un potencial de ahorro económico igual a **\$54,599.7** mensuales lo que representa una disminución del 60.2% ahorro que permite recuperar rápidamente la inversión realizada al comprar el nuevo sistema de iluminación, que nos permite colaborar y estar a la vanguardia en el uso eficiente de la energía eléctrica.

4.9 PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos-financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores y proyectistas, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo. Las técnicas de evaluación económica son herramientas de uso general. Lo mismo puede aplicarse a inversiones industriales, de hotelería, de servicios, etc.

Valor actual neto (VAN).

El Valor actual neto, es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

El método de valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad \text{Ecuación 17}$$

V_t Representa los flujos de caja en cada periodo t.

I_0 Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n Es el número de períodos considerado.

Valor	Significado	Decisión a tomar
$VAN > 0$	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
$VAN < 0$	La inversión produciría ganancias por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería rechazarse
$VAN = 0$	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

Tabla 56. Criterios de viabilidad de un proyecto.

Relación Beneficio-Costo (B/C).

Esta razón indica el retorno en dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida. Por definición, resulta de dividir el ingreso bruto entre el costo total. Cuando la relación es igual a 1 el productor no gana ni pierde al realizar el cambio tecnológico. Relaciones mayores a 1 indican ganancia y menores a 1 indican pérdida.

Valor presente neto (VPN).

El valor presente neto es un método de evaluación de proyectos de inversión que consiste en determinar el valor presente de los flujos de fondos de negocio. Para calcular el valor presente neto, la inversión requerida inicial debe considerarse con signo negativo desde el periodo cero, de manera que un resultado positivo significará rendimientos superiores a la tasa de descuento utilizada; por el contrario, un resultado negativo indicará que el rendimiento

estará por debajo de la tasa de descuento demostrando así que el proyecto no es viable. Se calcula mediante la ecuación 18.

$$VPN = S_o + \sum \frac{S_t}{(1+i)^n} \quad \text{Ecuación 18}$$

Dónde:

VPN= Valor presente neto.

S_o= Inversión inicial.

S_t= Flujo de efectivo neto del periodo.

N= Número de periodos de vida del periodo.

i= Tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA).

Tasa interna de retorno (TIR).

La tasa interna de retorno TIR, es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje.

La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base en la Tasa Interna de Retorno, toman como referencia la tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA). Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la TREMA, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo.

Por el contrario, si la Tasa Interna de Retorno es menor que la TREMA, el proyecto se debe rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido. La ecuación es la siguiente:

$$VPN = 0 = \left(\frac{FE_1}{(1+K)^1} \right) + \left(\frac{FE_2}{(1+K)^2} \right) \dots + \left(\frac{FE_N}{(1+K)^N} \right) - Inversion \quad \text{Ecuación 19}$$

Dónde:

FE= Flujos de efectivo

K= Valores porcentuales

Tasa interna de retorno mejorada (TIRM).

La tasa interna de retorno modificada (TIRM) fue diseñada con la finalidad de superar las deficiencias de la TIR. La TIRM considera en forma explícita la posibilidad de reinvertir los flujos incrementales de fondos del proyecto a una tasa igual al costo de capital de la empresa, a diferencia de la TIR, que supone la reinversión de los flujos a la tasa interna de retorno del proyecto. Para que sea viable el proyecto tiene que cumplir que la TIRM sea mayor a la TREMA.

Una vez que ya conocemos los conocimientos teóricos necesarios para determinar el valor del dinero en el tiempo, y la viabilidad del proyecto, calcularemos los parámetros anteriores con nuestros datos.

Para conocer el periodo de recuperación de la inversión necesitamos determinar el costo de los materiales, la ingeniería y la mano de obra calificada. Tomando en cuenta las variables anteriores se obtiene la tabla 57.

Lámpara	Cantidad	Precio por sistema (\$)	Totales (\$)
LTL2280 2x28W	422	629	265438
LTL 3140 3x13W	320	645	206400
DOWNLIGHT YD222/B 1x26W	217	573	124341
LTL4454AE 4x54W	46	1560	71760
Inversión			667939

Tabla 57. Costo de los luminarios.

NOTA: LOS PRECIOS YA INCLUYEN BALATRO Y LAMPARAS

El costo de la ingeniería y mano de obra es igual a **\$288,000**.

Sumando el precio total de los luminarios con el costo de la ingeniería y mano de obra, tenemos que el costo de la inversión es de **\$955,939**.

Ahora es muy importante considerar el tiempo de vida del proyecto, se puede determinar mediante la siguiente ecuación.

$$Vida\ del\ proyecto = \frac{20,000}{(6 \times 16 \times 43)} = 5\ Años \quad Ecuación\ 20$$

Dónde:

20,000 Es el número de horas de vida útil de la lámpara.

6 Son los días de la semana laborables en la dependencia.

16 Son las horas que están prendidas las lámparas a la semana.

43 Las semanas laborables en la dependencia.

De acuerdo al cálculo de la ecuación *vida del proyecto* tenemos que la vida del proyecto asciende a 5 años como mínimo.

Luego entonces, una vez que ya se ha instalado las nuevas luminarias tenderemos que esperar un año para determinar el ahorro que producen las nuevas luminarias. Comparando las tablas 60 y 61 tendremos un ahorro por mes de **\$54,599.7**; si multiplicamos este valor por 12 que equivaldrían los meses del año; tendremos que el total del ahorro es de **\$655,196** por año. Sin embargo tenemos que considerar el valor del dinero en el tiempo, para ello vamos a recurrir a una sencilla ecuación.

$$F = P(1 + i)^n \quad \text{Ecuación 21}$$

Dónde:

F= Valor futuro

P= Valor presente

i= Tasa de interés

n= Número de años

Si colocamos nuestros ahorros en la fórmula para determinar la proyección a futuro quedaría de la siguiente manera.

$$F = 655196(1 + 0.05)^1 = 687,955.8$$

Para los años posteriores sólo se ve modificado el coeficiente n, que es el año a evaluar para tener las proyecciones en el año a evaluar. El valor de la tasa de interés se obtuvo a partir de comparar el precio de la energía del 2009, 2010 y 2011, de esta manera observamos una tendencia lineal del 5% por cada año. Para obtener el crecimiento del costo de la energía, obtuvimos el promedio del costo de la energía de los 12 meses de cada año y proyectamos los precios a futuro. Una vez obteniendo este dato y observar el incremento del precio de la energía, se pudo contemplar el alza de los precios en los años venideros.

Por otro lado, una vez que concluyan los 5 años de vida del proyecto, se necesitara proyectar el nuevo costo de la inversión, para ello solo se contempla

colocar el precio de las lámparas y del balastro, puesto que todo lo demás será rehusado.

El costo actual de lámparas, balastos, ingeniería y mano de obra es de \$610,341, pero queremos llevar este resultado al tiempo futuro, por lo que al aplicar nuevamente la ecuación tenemos:

$$F = 610,341(1 + 0.05)^5 = 778,967$$

La única variación de la formula anterior es la tasa de interés, para este caso también se compararon los precios del año anterior con el año actual, se observó que la tendencia de crecimiento por año es del 5%.

Los 778,967 equivaldrían al costo de la instalación dentro de 5 años.

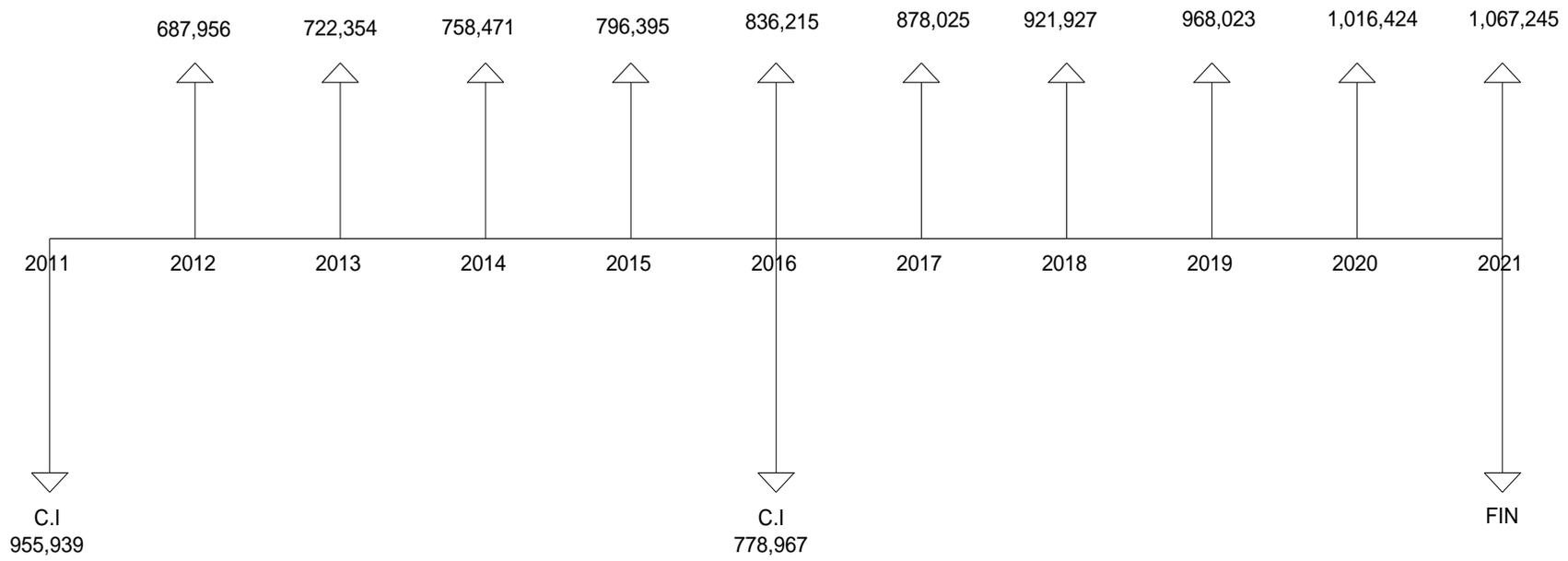


Diagrama de flujo de capital y ahorro durante 10 años

El resumen se muestra en la tabla 58.

Costo de la inversión	Año	Flujo de efectivo	Rendimiento
-\$1,734,906.00	2012	\$687,956.00	-\$1,046,950.00
	2013	\$722,354.00	-\$324,596.00
	2014	\$758,471.00	\$433,875.00
	2015	\$796,345.00	\$1,230,220.00
	2016	\$836,215.00	\$2,066,435.00
	2017	\$878,025.00	\$2,944,460.00
	2018	\$921,927.00	\$3,866,387.00
	2019	\$968,023.00	\$4,834,410.00
	2020	\$1,016,424.00	\$5,850,834.00
	2021	\$1,067,245.00	\$6,918,079.00

Tabla 58. Tabla resumen de los flujos de efectivo y rendimiento.

El rendimiento se obtiene sumando el costo de la inversión con el flujo de efectivo para el año 2012. Para calcular el rendimiento al año 2013 vamos a sumar el flujo de efectivo del 2013 con el rendimiento del 2012. Para los años siguientes es el mismo procedimiento. Ahora vamos a calcular las variables VP, B/C, VPN, TIR, TIRM y periodo de recuperación.

El concentrado de los parámetros anteriormente mencionados se muestra en la tabla 59.

TREMA	10%
VP	\$5,118,228.45
VPN	\$3,383,322.45
b/c	2.95
TIR	71%
TIRM	43%
Periodo de recuperación	2.4

Tabla 59. Cálculos de variables económicas.

Para calcular el VAN necesitamos calcular los costos de la inversión y los flujos de efectivo a tiempo presente. Usando la ecuación 17 con los datos de la tabla 59 tenemos que el VAN es igual a \$5, 118,228.45, como este valor es mayor al costo de la inversión podemos determinar que el proyecto es viable.

Una vez que ya tenemos el VAN podemos obtener el VPN. El cálculo correcto es el siguiente:

$$VPN = VAN - C.I \quad \text{Ecuación 22}$$

$$VPN = \$3,383,322.45$$

B/C: Este resultado se obtiene dividiendo el VAN entre el costo de la inversión, Por lo tanto el resultado es igual a 2.95. Lo que indica este valor es que por cada peso invertido, el inversionista recupera 3 pesos.

TIR: Calculando la TIR a partir de la ecuación 19 tenemos que el valor es del 71%, como este valor es mayor a la TREMA (es una tasa mínima que fijan las dependencias privadas y públicas para al menos recuperar dicho valor), es viable realizar el proyecto.

TIRM: Este método es más exacto que el cálculo de la TIR, porque tenemos la opción de reinvertir nuestros flujos, es por ello que es más exacto y confiable este método. Si calculamos la TIRM a una tasa de reinversión del 10%, obtenemos que el rendimiento equivale al 43%.

4.10 COSTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EFICIENTE.

Como también se planteó la idea de cambiar la instalación eléctrica, es conveniente conocer el costo de los materiales, para ello se tienen las siguientes tablas (de la 60 a la 62).

Tubería	Total (m)	Cantidad de tubos	Precio del tubo con cople	Costo total
1/2	591	197	114	22458
3/4	1198	400	144	57600
1	211	71	212	15052
35(1-1/4)	70	24	285	6840
41(1-1/2)	100	34	342	11628
53(2)	170	57	512	29184
				142762

Nota: El tubo es de 3 metros.

Tabla 60. Costo total de la tubería.

Calibre (AWG)	Total (m)	Cantidad de carretes	Precio del carrete	Costo total
12	3704	38	934	35492
10	680	7	1419	9933
8	188	2	2419	4838
4	65	1	5837	5837
2	94	1	9260	9260
1/0	84	1	14441	14441
2/0	77	1	17884	17884
				97685

Nota: El precio es por cada 100 metros.

Tabla 61. Costo total de los conductores.

Calibre (AWG)	Total (m)	Cantidad de carretes	Precio del carrete	Costo total
14	1715	18	541	9738
12	525	6	815	4890
10	55	1	1279	1279
8	70	1	2106	2106
				18013

Nota: El precio es por cada 100 metros.

Tabla 62. Costo total del conductor desnudo.

Como vemos en la tabla 60 el costo total de la tubería hace un total de **\$142,762** y el costo de los conductores de acuerdo a la tabla 61 es de **\$97685**, para los conductores desnudos encontramos que el precio total es de **\$18013**. El costo total de los tres rubros es de **\$258,460**.

El costo de la ingeniería y mano de obra es igual a **\$288,000**.

Es importante señalar que el cambio de la instalación eléctrica obedece a las condiciones reales en la que se encuentra, es por ello necesitamos tener una instalación en buen estado por razones de seguridad y continuidad en el servicio, por lo que esta parte del análisis económico no va a reportar ganancias, por consiguiente se omite determinar el análisis del costo del dinero en el tiempo, puesto que se tiene que cambiar la instalación a corto plazo.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 4

Tenemos diferentes beneficios debido al cambio de luminarios y de la instalación eléctrica, por ejemplo, citando algunos de ellos, tenemos:

- Beneficios económicos por el ahorro en el consumo de energía eléctrica.
- Disminución de emisiones a la atmosfera.
- Seguridad y continuidad del servicio debido a los parámetros presentados en el presente capítulo.
- Mayor confort visual.
- Aumento en la productividad.
- Liberas carga en los circuitos.
- Mayor vida a la instalación eléctrica.
- Disminución en la emisión de emisiones por generación eléctrica porque existe menor demanda de energía eléctrica.
- La instalación eléctrica trabaje en un nivel óptimo.
- Mayor disponibilidad en la capacidad instalada de la dependencia.
- Disminuyen los daños en los aislantes de los conductores por operar a menor temperatura.

Como vemos existen diferentes beneficios y áreas de oportunidad por el simple hecho de realizar un simple cambio de luminarios y de la instalación eléctrica, en magnitud tal vez no haya gran diferencia, sin embargo creemos que para hacer grandes cambios tenemos que empezar por una parte del sistema para que progresivamente logremos un cambio mayor en todas las dependencias de la U.N.A.M y por qué no a nivel nacional y mundial.

CONCLUSIONES GENERALES.

Las acciones para ahorrar energía eléctrica en edificios se justifican plenamente a través de los beneficios recibidos por el usuario, la compañía suministradora y el país en conjunto. El ahorro potencial por concepto de iluminación es en general muy grande. Sin embargo, debe tenerse especial cuidado al emprender acciones para ahorrar energía en iluminación. Debe entenderse que de acuerdo con la filosofía de ahorro y uso eficiente de la energía, se puede considerar ahorro exclusivamente aquella disminución en el consumo que no disminuya la calidad de vida del usuario. Es de capital importancia tomar en cuenta que el sistema de iluminación interactúa con el resto de los equipos eléctricos dentro del sistema de distribución, por lo que cualquier modificación al diseño original repercutirá en el consumo de energía, la demanda, la factura eléctrica y en todos los sistemas y equipos instalados, desde el transformador hasta el punto terminal de la instalación.

Para determinar la calidad de vida o de las actividades por concepto de Iluminación se requiere de un cuidadoso análisis de las condiciones existentes, de las recomendadas institucional y normativamente y de las propuestas para ahorrar energía. Esto implica la aplicación de conceptos y criterios especializados en luminotecnia. El equipo y los métodos de medición en campo y en laboratorio deben ser también los aprobados por la normatividad nacional e internacional, con el objeto de que las lecturas obtenidas sean confiables y reproducibles.

En cuestión de iluminación la normatividad en México provee los valores de iluminación que se necesitan en cada aplicación. El uso de nuevas tecnologías ofrece diversos beneficios tanto en el nivel de iluminación, el confort visual así como en la disminución del consumo de la energía eléctrica.

En nuestro caso en particular, ofrecemos al CCADET una propuesta técnica y económica que está sustentada por las Normas Oficiales Mexicanas lo cual trae consigo rangos mínimos de seguridad.

La instalación eléctrica nos va a proveer de un mayor rango de seguridad a los usuarios así como a los equipos y a la instalación misma.

Al emplear equipos de última tecnología en el sistema de iluminación, logramos optimizar los niveles de iluminación en cada una de las áreas que conforman el CCADET, gracias a esto obtenemos un ahorro de carga instalada de 93.5 kW equivalente al 60.5%. El beneficio económico anual es de \$655,188 lo que representa una disminución de 39.7%.

Estos ahorros se podrán utilizar para pagar el costo de la inversión, así el CCADET contará con instalaciones modernas y equipos con vida útil de al menos 5 años, con mantenimiento mínimo pero constante.

ANEXO A SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL.

CAIDA DE TENSIÓN.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente (A)	Calibre (AWG)	Longitud (m)	Sección (mm2)	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)
Primer nivel	B	1	608	5.63	12	21.02	3.31	1.192	0.019	1.211
		3	640	5.93	12	26.30	3.31	1.570	0.019	1.588
		5	960	8.89	12	21.86	3.31	1.957	0.019	1.976
		7	640	5.93	12	19.95	3.31	1.191	0.019	1.210
		9	768	7.11	12	26.36	3.31	1.888	0.019	1.907
	C	1	700	6.48	12	42.76	3.31	2.791	2.071	4.862
		2	800	7.41	12	38.82	3.31	2.896	2.071	4.967
		3	1312.5	12.15	10	54.58	5.26	4.203	2.071	6.275
		4	562.5	5.21	10	54.02	5.26	1.783	2.071	3.854
		5	700	6.48	10	43.01	5.26	1.767	2.071	3.838
		6	900	8.33	10	38.45	5.26	2.031	2.071	4.102
		7	1100	10.19	10	41.90	5.26	2.704	2.071	4.776
		8	1100	10.19	12	26.49	3.31	2.717	2.071	4.788
		9	1100	10.19	10	34.87	5.26	2.251	2.071	4.322
		10	900	8.33	10	35.14	5.26	1.856	2.071	3.927
		11	1100	10.19	10	27.08	5.26	1.748	2.071	3.819
		12	800	7.41	10	27.70	5.26	1.300	2.071	3.371
		13	600	5.56	12	18.20	3.31	1.018	2.071	3.089

Nota: las casillas que están sombreadas de color amarillo corresponden a los circuitos que no satisfacen el porcentaje de caída de tensión que indica la norma.

Continuación...

	C	15	1500	13.89	12	32.96	3.31	4.610	2.071	6.681
		16	1500	13.89	12	23.42	3.31	3.276	2.071	5.347
		18	1500	13.89	12	24.92	3.31	3.486	2.071	5.557
		20	300	2.78	12	19.71	3.31	0.551	2.071	2.623
		22	800	7.41	12	17.99	3.307	1.343	2.071	3.414
		24	1100	10.19	12	33.67	3.31	3.454	3.583	7.037
	F	11	1600	14.81	12	14.80	3.31	2.208	1.076	3.284
	I	1	937.5	8.68	12	9.51	3.31	0.831	0.296	1.128
	1C	9	195	1.81	12	15.77	3.31	0.287	0.209	0.496
		20	500	4.63	10	13.56	5.26	0.398	0.209	0.607
		22	200	1.85	10	13.67	5.26	0.160	0.209	0.369
	2C	2	600	5.56	10	11.34	5.26	0.399	7.393	7.793
	2D	1	200	1.85	10	13.29	5.26	0.156	0.730	0.886

Tabla A1. Caídas de tensión en los alimentadores y circuitos derivados del primer nivel del edificio principal.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente (A)	Calibre (AWG)	Longitud (m)	Sección (mm2)	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)
Segundo nivel	L	1	1000	9.26	12	24.95	3.31	2.326	0.114	2.440
		3	400	3.70	12	13.31	3.31	0.496	0.114	0.610
		5	1000	9.26	12	19.07	3.31	1.778	0.114	1.892
		7	1000	9.26	12	27.45	3.31	2.560	0.114	2.673
		9	1200	11.11	12	20.03	3.31	2.241	0.114	2.355
		11	1000	9.26	12	21.57	3.31	2.011	0.114	2.125
		13	1000	9.26	12	19.06	3.31	1.777	0.114	1.891
	1N	2	1500	13.89	8	44.25	8.37	2.448	1.310	3.757
		3	2340	21.67	8	53.26	8.37	4.596	1.310	5.905
		4	1560	14.44	8	16.73	8.37	0.962	1.310	2.272
		5	1560	14.44	8	34.94	8.37	2.010	1.310	3.320
		6	2340	21.67	8	27.33	8.37	2.358	1.310	3.668
		7	2925	27.08	8	48.79	8.37	5.262	1.310	6.572
		9	1950	18.06	8	37.71	8.37	2.712	1.310	4.021
		11	1950	18.06	8	43.56	8.37	3.132	1.310	4.442
		12	780	7.22	8	17.57	8.37	0.505	1.310	1.815
		14	3120	28.89	8	37.04	8.37	4.261	1.310	5.571
		15	2145	19.86	8	16.51	8.37	1.306	1.310	2.616
		16	2145	19.86	8	31.62	8.37	2.501	1.310	3.811
		17	3120	28.89	8	35.02	8.37	4.029	1.310	5.339
		20	42	0.39	8	22.75	8.37	0.035	1.310	1.345
21	42	0.39	8	33.36	8.37	0.052	1.310	1.361		

Continuación...

	1N	23	42	0.39	8	37.15	8.37	0.058	1.310	1.367
		24	2340	21.67	8	28.50	8.37	2.459	1.310	3.769
		26	2535	23.47	8	28.63	8.37	2.676	1.310	3.986
		27	2340	21.67	8	21.56	8.37	1.860	1.310	3.170
		28	195	1.81	8	13.83	8.37	0.099	1.310	1.409
		30	195	1.81	8	15.29	8.37	0.110	1.310	1.420
	2N	1	42	0.39	10	25.87	5.26	0.064	0.117	0.181
	P	1	1380	12.78	10	13.23	5.26	1.071	1.040	2.111
	1P	1	300	2.78	12	16.36	3.31	0.458	0.632	1.090
	Q	1	1190	11.02	10	10.22	5.26	0.714	0.680	1.394
	T	3	60	0.56	10	4.00	5.26	0.014	0.286	0.300
	U	5	800	7.41	10	13.72	5.26	0.644	0.271	0.916
		6	800	7.41	10	15.87	5.26	0.745	0.271	1.016
	1U	1	840	7.78	14	6.32	2.08	0.788	0.305	1.093
		4	120	1.11	12	6.38	3.31	0.071	0.305	0.377
	V	1	1200	11.11	10	21.81	5.26	1.536	0.078	1.613
		3	1200	11.11	10	15.53	5.26	1.094	0.078	1.171
		4	100	0.93	10	10.81	5.26	0.063	0.078	0.141

Tabla A2. Caídas de tensión en los alimentadores y circuitos derivados del segundo nivel del edificio principal.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente (A)	Calibre (AWG)	Longitud (m)	Sección (mm2)	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)
Tercer Nivel	X	1	640	5.93	10	23.83	5.26	0.895	0.205	1.100
		3	608	5.63	10	16.65	5.26	0.594	0.205	0.799
		5	640	5.93	10	17.99	5.26	0.676	0.205	0.880
		7	640	5.93	10	25.92	5.26	0.973	0.205	1.178
		9	768	7.11	10	19.27	5.26	0.868	0.205	1.073
		11	768	7.11	10	20.22	5.26	0.911	0.205	1.116
		13	640	5.93	10	16.81	5.26	0.631	0.205	0.836
		22,24	1500	6.94	10	30.15	5.26	1.327	0.205	1.532
	Z	1	1000	9.26	8	49.17	8.37	1.813	2.112	3.925
		2	1100	10.19	8	51.81	8.37	2.102	2.112	4.213
		3	1000	9.26	8	55.42	8.37	2.044	2.112	4.155
		4	1000	9.26	8	48.49	8.37	1.788	2.112	3.900
		5	1000	9.26	8	48.49	8.37	1.788	2.112	3.900
		6	1300	12.04	8	44.45	8.37	2.131	2.112	4.242
		7	2400	22.22	8	38.96	8.37	3.448	2.112	5.560
8		800	7.41	8	16.24	8.37	0.479	2.112	2.591	

Continuación...

Z	9	1400	12.96	8	30.11	8.37	1.554	2.112	3.666
	10	800	7.41	8	25.43	8.37	0.750	2.112	2.862
	11	1200	11.11	8	40.20	8.37	1.779	2.112	3.890
	12	1200	11.11	8	30.54	8.37	1.351	2.112	3.463
	13	1200	11.11	8	19.66	8.37	0.870	2.112	2.982
	14	1000	9.26	8	14.40	8.37	0.531	2.112	2.643
	15	800	7.41	8	10.47	8.37	0.309	2.112	2.420
	16	1000	9.26	8	18.27	8.37	0.674	2.112	2.785
	17	960	8.89	8	19.51	8.37	0.691	2.112	2.802
	18	1048	9.70	8	30.41	8.37	1.175	2.112	3.287
	19	896	8.30	8	33.64	8.37	1.111	2.112	3.223
	20	1012	9.37	8	29.55	8.37	1.103	2.112	3.214
	21	512	4.74	8	23.67	8.37	0.447	2.112	2.559
	24	896	8.30	8	19.66	8.37	0.650	2.112	2.761
	25	1100	10.19	8	41.77	8.37	1.694	2.112	3.806
	28,30	3000	13.89	8	61.96	8.37	3.427	2.112	5.539

Tabla A3. Caídas de tensión en los alimentadores y circuitos derivados del tercer nivel del edificio principal.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente (A)	Calibre (AWG)	Longitud (m)	Sección (mm2)	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)
Taller	2H	1,3,5	2000	5.84	10	35.17	5.26	0.614	0.159	0.773
		8	700	6.48	10	17.47	5.26	0.718	0.159	0.876
		29	390	3.61	10	10.25	5.26	0.235	0.159	0.393
	3H	6	2250	20.83	10	17.16	5.26	2.266	0.070	2.336
		33,35,37	800	2.34	10	19.98	5.26	0.140	0.070	0.210
	4H	1,3,5	1200	3.50	10	25.09	5.26	0.263	0.197	0.459
		2,4,6	1200	3.50	10	24.55	5.26	0.257	0.197	0.454
		7,9,11	3600	10.51	10	31.30	5.26	0.984	0.197	1.180
		31	1500	13.89	10	15.00	5.26	1.320	0.197	1.517
		36	780	7.22	10	19.28	5.26	0.882	0.197	1.079
	5H	36	682.5	6.32	10	21.08	5.26	0.844	0.335	1.179
		38	1140	10.56	10	23.93	5.26	1.601	0.335	1.936
		42	1570	14.54	10	16.34	5.26	1.505	0.335	1.840
	6H TN	6	1300	12.04	12	24.06	3.31	2.917	1.725	4.642
		7	1075	9.95	12	19.02	3.31	1.907	1.725	3.632
	7H	8	1700	15.74	12	15.86	3.31	2.514	0.900	3.414
	AI	2,4,6	3200	29.63	10	20.22	5.26	3.797	0.111	3.908
		16	487.5	4.51	10	28.01	5.26	0.801	0.111	0.912
	AJ	1,3,5	1200	11.11	10	24.55	5.26	1.729	1.597	3.325
		2,4,6	1200	11.11	10	32.77	5.26	2.307	1.597	3.904

	TF	14	750	6.94	10	21.53	5.26	0.947	0.649	1.597
		17	1325	12.27	10	17.60	5.26	1.368	0.649	2.017
		18	750	6.94	10	15.20	5.26	0.669	0.649	1.318
		27	950	8.80	10	17.68	5.26	0.986	0.649	1.635
	TG	1	750	6.94	10	20.07	5.26	0.883	0.136	1.020
		3	750	6.94	10	26.01	5.26	1.145	0.136	1.281
		5	375	3.47	10	21.49	5.26	0.473	0.136	0.609
		6	375	3.47	10	28.44	5.26	0.626	0.136	0.762
		7	750	6.94	10	17.80	5.26	0.783	0.136	0.920
		9	375	3.47	10	11.33	5.26	0.249	0.136	0.386
		11	750	6.94	10	20.89	5.26	0.919	0.136	1.056
	TJ	1	1155	10.69	12	17.15	3.31	1.847	0.370	2.217
		3	750	6.94	12	16.45	3.31	1.150	0.370	1.521
		4	1500	13.89	12	16.58	3.31	2.319	0.370	2.689
		10	1500	13.89	12	11.99	3.31	1.677	0.370	2.047
		11	2250	20.83	12	13.92	3.31	2.920	0.370	3.291
		23	97.5	0.90	12	17.18	3.31	0.156	0.370	0.526
	TK	2	60	0.56	12	11.54	3.31	0.065	0.053	0.118
										0.000
	TL	4	1200	11.11	12	14.39	3.31	1.610	1.732	3.342
		5	1200	11.11	12	17.37	3.31	1.944	1.732	3.676
	TÑ	1	1200	11.11	10	15.48	5.26	1.090	0.040	1.130
		3	100	0.93	10	14.22	5.26	0.083	0.040	0.124
		5	975	9.03	10	15.50	5.26	0.887	0.040	0.927
		6	32	0.30	10	14.42	5.26	0.027	0.040	0.067
	TP	14	382.5	3.54	10	13.93	5.26	0.313	0.081	0.394
		15	285	2.64	10	11.21	5.26	0.187	0.081	0.269

Tabla A4. Caídas de tensión en los alimentadores y circuitos derivados del taller.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente (A)	Calibre (AWG)	Longitud (m)	Sección (mm2)	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)	
Laboratorio de acústica	AH	1	736	6.81	12	21.26	3.31	1.459	0.365	1.824	
		2	842	7.80	12	17.85	3.31	1.401	0.365	1.767	
		3	92	0.85	12	24.05	3.31	0.206	0.365	0.571	
		5	690	6.39	12	35.87	3.31	2.308	0.365	2.673	
		6	690	6.39	12	33.43	3.31	2.151	0.365	2.516	
		19,21	1250	5.79	10	38.24	5.26	1.402	0.365	1.768	
	AD	1	207	1.92	10	23.51	5.26	0.286	0.035	0.321	
		2	184	1.70	10	15.04	5.26	0.162	0.035	0.197	
		5	276	2.56	10	15.51	5.26	0.251	0.035	0.286	
		6	92	0.85	10	15.91	5.26	0.086	0.035	0.121	
	AE	1	323	2.99	10	9.48	5.26	0.180	0.145	0.324	
		3	345	3.19	10	13.58	5.26	0.275	0.145	0.420	
		8	1016	9.41	10	35.42	5.26	2.112	0.145	2.256	
	Anexo acústica	TT	1	384	3.56	10	17.01	5.26	0.383	1.666	2.050

Tabla A5. Caídas de tensión en los alimentadores y circuitos derivados del laboratorio de acústica.

Cálculo del DPEA.

PRIMER NIVEL

CARGA BIBLIOTECA	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m²]	DPEA[W/m²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente 1X32W T8 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	33.6	39	1310.4	121	10.8	16	Conjunto
Lámpara Fluorescente, Tipo curvalum 2X32W T8 de 0.6X0.6 m con difusor,empotrado.	67.2	25	1680	121	13.9	19.4	Referencia.
CARGA BAÑOS							
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	5	500				
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	2	195				
TOTAL			695	33.8	20.6	10.8	Referencia.
CARGA OFICINAS							
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	8	1500				
Lámpara Fluorescente de 2X32W T8,Curvalum 0.6x0.6 m	67.2	20	1344				
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	53	5300				
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	10	975				
TOTAL			9119	295.36	30.9	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento de DPEA 3.8 [W/m²]
CARGA LABORATORIOS							
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	83	8300				
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	20	3750				
Foco Incandescente de 60W.	60	4	240				
TOTAL		107	12290	485.5	25.3	19.4	Referencia.
CARGA PASILLO							
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	22	2200	146.3	15.0	7.5	Referencia.
CARGA USOS MULTIPLES							
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	10	1000				
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	3	292.5				
TOTAL			1292.5	66.2	19.5	16.1	Referencia.
COMEDOR							
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	4	750	19.8	37.9	23.7	Referencia.
SALA DE ESPERA							
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	4	750	28.1	26.7	16.1	Referencia.

Tabla A6. Determinación del cumplimiento de la norma en el primer nivel del edificio principal.

SEGUNDO NIVEL

CARGA BAÑOS	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m²]	DPEA [W/m²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente, 1x32W, T8	33.6	2	67.2				
Lámpara Fluorescente, 1x32W, T8. 1.2x0.3 m.	33.6	4	134.4				
Lámpara Fluorescente Tipo curvalum, 2x32W, T8, 0.6x0.6m	67.2	4	268.8				
TOTAL		10	470.4	38.18	12.3	10.8	Referencia.
AUDITORIO							
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	2	200				
Lámpara Fluorescente Tipo curvalum, 2x32W, T8, 0.6x0.6m	67.2	24	1612.8				
Lámpara Fluorescente, 2x39W, T12	97.5	1	97.5				
TOTAL		27	1910.3	104.3	18.3	No especificado	
CARGA PASILLO							
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	21	2100				
Lámpara Fluorescente Tipo curvalum, 2x32W, T8, 0.6x0.6m	67.2	11	739.2				
TOTAL		32	2839.2	212.2	13.4	7.5	Referencia.
OFICINAS							
Foco Incandescente 60W	60	3	180				
Lámpara Fluorescente Tipo curvalum, 2x32W, T8, 0.6x0.6m	67.2	56	3763.2				
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	79	7900				
TOTAL		138	11843.2	517.6	22.9	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento de DPEA 3.8 [W/m²]
LABORATORIOS							
Foco Incandescente 60W	60	6	360				
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	104	10400				
Lámpara Fluorescente, 2x39W, T12	97.5	2	195				
TOTAL		112	10955	468	23.4	19.4	Referencia.

Tabla A7. Determinación del cumplimiento de la norma en el segundo nivel del edificio principal.

TERCER NIVEL

CARGA BAÑOS	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m ²]	DPEA[W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente Tipo curvalum, 2x32W, T8, 0.6x0.6m	67.2	4	268.8				
Lámpara Fluorescente, 1x32W, T8	33.6	2	67.2				
Lámpara Fluorescente, 2x32W, T8.	67.2	4	268.8				
TOTAL		10	604.8	41.16	14.7	10.8	Referencia.
CARGA LABORATORIOS							
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	91	9100				
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor, empotrado.	187.5	1	187.5				
Lámpara Fluorescente Tipo curvalum, 2x32W, T8, 0.6x0.6m	67.2	40	2688				
TOTAL		132	11975.5	454.6	26.3	19.4	Referencia.
CARGA OFICINAS							
Lámpara Fluorescente Tipo curvalum, 2x32W, T8, 0.6x0.6m	67.2	116	7795.2				
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	90	9000				
Lámpara Fluorescente, 2x39W, T12	97.5	1	97.5				
TOTAL		207	16892.7	525.5	32.1	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento de DPEA 3.8 [W/m ²]
CARGA PASILLO							
Lámpara Fluorescente Tipo curvalum, 2x32W, T8, 0.6x0.6m	67.2	14	940.8				
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	50	5000				
TOTAL		64	5940.8	230.9	25.7	7.5	Referencia.
ESCALERAS							
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12, 0.6x0.6 m	100	3	300	24.6	12.2	9.7	Referencia.
SALA DE COMPUTO							
Lámpara Fluorescente Tipo curvalum, 2x32W, T8, 0.6x0.6m	67.2	6	403.2	22.5	17.9	17.2	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento de DPEA 3.8 [W/m ²]

Tabla A8. Determinación del cumplimiento de la norma en el tercer nivel del edificio principal.

TALLER PRIMER NIVEL

CARGA LABORATORIOS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	14	1365				
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	27	5062.5				
Foco Incandescente de 60W.	60	5	300				
TOTAL		46	6727.5	235.30	28.6	16	Referencia.
CARGA OFICINAS							
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	31	3022.5				
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	3	562.5				
Lámpara Fluorescente, tipo curvalum T8 de 2X32W	67.2	3	201.6				
TOTAL		37	3786.6	174.01	21.8	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento de DPEA 3.8 [W/m ²]
CARGA BAÑOS							
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	8	780	25.00	31.2	10.8	Referencia.
CARGA ALMACÉN							
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	25	4687.5				
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	11	1072.5				
TOTAL		36	5760	283.06	20.3	16.1	Referencia.
COMEDOR							
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado	187.5	12	2250	44.69	50.3	15	Referencia.
SALA DE CÓMPUTO							
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado	187.5	17	3187.5	61.44	51.9	17.2	Referencia.
CARGA EN PASILLOS							
Lámpara Fluorescente de 4X20W T12,empotrado	100	7	700				
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	9	877.5				
TOTAL		16	1577.5	52.46	30.1	7.5	Referencia.

Tabla A9. Determinación del cumplimiento de la norma en el primer nivel del taller.

TALLER SEGUNDO NIVEL

CARGA EN SALONES	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	AREA [m²]	DPEA [W/m²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	27	2632.5	183.74	14.3	17.2	Referencia.
CARGA EN OFICINAS							
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	24	2340				
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	18	3375				
TOTAL		42	5715	216.63	26.4	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento de DPEA 3.8 [W/m²]
CARGA EN ALMACÉN							
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	8	780				
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	6	1125				
TOTAL		14	1905	125.65	15.16	11.8	Referencia.
CARGA ESCALERAS							
Lámpara Fluorescente 2X39W T12 de 1.2X0.3 m con difusor,empotrado.	97.5	2	195				
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	1	187.5				
TOTAL		3	382.5	15.86	24.12	9.7	Referencia.
CARGA CORREDORES							
Lámpara Fluorescente 2X75W T12 de 2.4X0.3 m con difusor,empotrado.	187.5	3	562.5	28.43	19.78	7.5	Referencia.
CARGA MÁQUINAS							
Luminaria suspendida en techo, con 1 Lámpara de HID, de 400W, aditivos metálicos	400	36	14400	1068.25	13.48	14	Referencia.

Tabla A10. Determinación del cumplimiento de la norma en el segundo nivel del taller.

ACÚSTICA PRIMER NIVEL

CARGA BAÑOS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Luminaria rectangular, con 2 lámparas fluorescentes ahorradoras tipo twister de 23W.	46	4	184	15.3	12.0	10.8	Referencia.
CARGA OFICINA							
Luminaria rectangular, con 2 lámparas fluorescentes ahorradoras tipo twister de 23W.	46	12	552	30.1	18.3	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento de DPEA 3.8 [W/m ²]
CARGA PASILLO							
Luminaria rectangular, con 2 lámparas fluorescentes ahorradoras tipo twister de 23W.	46	19	874	84.1	10.4	7.5	Referencia.
CARGA LABORATORIOS							
Luminaria rectangular, con 2 lámparas fluorescentes ahorradoras tipo twister de 23W.	46	12	552				
Lámpara Fluorescente, 1x32W, T8	67.2	12	806.4				
Luminaria circular, con 1 lámpara fluorescente ahorradora tipo twister de 20W.	40	41	1640				
TOTAL	153.2	65	2998.4	312.9	9.6	19.4	Referencia.
ALMACEN							
Foco incandescente 60W	60	3	60	2.1	28.6	11.8	Referencia.

Tabla A11. Determinación del cumplimiento de la norma en el primer nivel del laboratorio de acústica.

ACÚSTICA SEGUNDO NIVEL

CARGA OFICINAS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Luminaria rectangular, con 2 lámparas fluorescentes ahorradoras tipo twister de 23W.	46	17	782	68.3	11.4	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento de DPEA 3.8 [W/m ²]
CARGA PASILLO							
Luminaria rectangular, con 2 lámparas fluorescentes ahorradoras tipo twister de 23W.	46	8	368	29.1	12.6	7.5	Referencia.
ESCALERA							
Luminaria rectangular, con 2 lámparas fluorescentes ahorradoras tipo twister de 23W.	46	1	46	8.8	5.2	9.7	Referencia.

Tabla A12. Determinación del cumplimiento de la norma en el segundo nivel del laboratorio de acústica.

**ANEXO B INSTALACIÓN ELÉCTRICA EFICIENTE.
CÁLCULO DEL NUEVO DPEA PARA EL PROYECTO DE ILUMINACIÓN
EFICIENTE (VERIFICACIÓN).**

PRIMER NIVEL							
CARGA BAÑOS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA[W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m	44.1	6	264.6				
TOTAL			264.6	33.8	7.8	10.8	Referencia.
CARGA OFICINAS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA[W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m.	44.1	22	970.2				
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	20	1176				
TOTAL			2146.2	295.36	7.3	16.1	Para áreas destinadas a trabajo
CARGA LABORATORIOS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA[W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m.	44.1	53	2337.3				
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	26	1528.8				
TOTAL		79	3866.1	485.5	8.0	19.4	Referencia.
CARGA PASILLO	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA[W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B 1x26 W 120mm X 225mm X 180 mm	23.4	39	912.6	146.3	6.2	7.5	Referencia.
COMEDOR	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA[W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	2	117.6	19.8	5.9	23.7	Referencia.
SALA DE ESPERA	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA[W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	4	235.2	28.1	8.4	16.1	Referencia.
CARGA USOS MÚLTIPLES	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA[W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	3	176.4				
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m.	44.1	6	264.6				
TOTAL		9	441	66.2	6.7	19.4	Referencia.

Tabla B1. Cumplimiento del DPEA con el nuevo sistema de iluminación.

SEGUNDO NIVEL

CARGA BAÑOS	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m	44.1	6	264.6				
TOTAL		6	264.6	38.18	6.9	10.8	Referencia.
CARGA PASILLO	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B 1x26 W 120mm X 225mm X 180 mm	23.4	37	865.8				
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	2	117.6				
TOTAL		37	983.4	212.2	4.6	7.5	Referencia.
OFICINAS	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	72	4233.6				
TOTAL		72	4233.6	517.6	8.2	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con
LABORATORIOS	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	44	2587.2				
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m	44.1	36	1587.6				
TOTAL		80	4174.8	468	8.9	19.4	Referencia.

Tabla B2. Cumplimiento del DPEA con el nuevo sistema de iluminación.

ACÚSTICA SEGUNDO NIVEL

CARGA PASILLO	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B 1x26 W 120mm X 225mm X 180 mm	23.4	7	163.8	29.1	5.6	7.5	Referencia.

Tabla B3. Cumplimiento del DPEA con el nuevo sistema de iluminación.

TERCER NIVEL

CARGA BAÑOS	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m²]	DPEA[W/m²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	6	352.8				
TOTAL		6	352.8	41.16	8.6	10.8	Referencia.
CARGA LABORATORIOS	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m²]	DPEA[W/m²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	38	2234.4				
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m	44.1	42	1852.2				
TOTAL		80	4086.6	454.6	9.0	19.4	Referencia.
CARGA OFICINAS	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m²]	DPEA[W/m²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	14	823.2				
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m	44.1	80	3528				
TOTAL		94	4351.2	525.5	8.3	16.1	Para áreas destinadas a
CARGA PASILLO	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m²]	DPEA[W/m²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B 1x26 W 120mm X 225mm X 180 mm	23.4	37	865.8				
TOTAL		37	865.8	230.9	3.7	7.5	Referencia.
ESCALERAS	POTENCIA[W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA[m²]	DPEA[W/m²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m	44.1	3	132.3	24.6	5.4	9.7	Referencia.

Tabla B4. Cumplimiento del DPEA con el nuevo sistema de iluminación.

TALLER PRIMER NIVEL

CARGA LABORATORIOS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	34	1999.2				
TOTAL		34	1999.2	235.30	8.5	16	Referencia.
CARGA OFICINAS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	21	1234.8				
TOTAL		21	1234.8	174.01	7.1	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento de DPEA 3.8 [W/m ²]
CARGA BAÑOS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	4	235.2	30.00	7.84	10.8	Referencia.
CARGA ALMACÉN	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	13	764.4				
TOTAL		13	764.4	283.06	2.7	16.1	Referencia.
COMEDOR	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	8	470.4	44.69	10.5	15	Referencia.
SALA DE CÓMPUTO	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	8	470.4	61.44	7.7	17.2	Referencia.
CARGA EN PASILLOS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B 1x26 W 120mm X 225mm X 180	23.4	14	327.6				
TOTAL		14	327.6	52.46	6.2	7.5	Referencia.

Tabla B5. Cumplimiento del DPEA con el nuevo sistema de iluminación.

TALLER SEGUNDO NIVEL

CARGA EN OFICINAS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	AREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m	44.1	28	1234.8				
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	1	58.8				
TOTAL		29	1293.6	216.63	6.0	16.1	Para áreas destinadas a trabajo con computadora se acepta un incremento
CARGA EN ALMACÉN	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	AREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m	44.1	3	132.3				
Lámpara Fluorescente de 2X28 W T5, 1192 mm X 292 mm.	58.8	6	352.8				
TOTAL		9	485.1	125.65	3.86	11.8	Referencia.
CARGA ESCALERAS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	AREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
Lámpara Fluorescente de 3X14W T5, 0.6x0.6 m	44.1	3	132.3				
TOTAL		3	132.3	15.86	8.34	9.7	Referencia.
CARGA CORREDORES	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	AREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B 1x26 W 120mm X 225mm X 180 mm	26.1	7	182.7	28.43	6.43	7.5	Referencia.

Tabla B6. Cumplimiento del DPEA con el nuevo sistema de iluminación.
ACÚSTICA PRIMER NIVEL

CARGA BAÑOS	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B 1x26 W 120mm X 225mm X 180 mm	23.4	6	140.4	15.3	9.2	10.8	Referencia.
CARGA PASILLO	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B 1x26 W 120mm X 225mm X 180 mm	23.4	23	538.2	84.1	6.4	7.5	Referencia.
ALMACEN	POTENCIA [W]	CANTIDAD	TOTAL [W]	ÁREA [m ²]	DPEA [W/m ²]	DPEA NORMA	ADICIONALES
LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B 1x26 W 120mm X 225mm X 180 mm	23.4	1	23.4	2.1	11.1	11.8	Referencia.

Tabla B7. Cumplimiento del DPEA con el nuevo sistema de iluminación.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente corregida (A)	Calibre (AWG)	Protección (A)	Conductor de puesta a tierra (AWG)	Tubería	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)
Primer nivel	B	1	608	10.05	12	1x15	14	21(3/4)	2.128	0.019	2.147
		3	640	10.58	12	1x15			2.803	0.019	2.822
		5	611	10.10	12	1x15			2.224	0.019	2.243
		7	351	5.08	12	1x15	14	16(1/2)	1.020	0.019	1.039
		9	390	5.64	12	1x15			1.498	0.019	1.517
	C	1	520	8.60	10	1x20	12	27(1)	2.330	1.662	3.992
		3	504	8.33	10	1x20			2.882	1.662	4.544
		2	520	8.60	10	1x20			2.115	1.662	3.777
		4	384	6.35	10	1x20			2.174	1.662	3.836
		5	234	3.87	12	1x15	14	21(3/4)	1.676	1.662	3.338
		7	351	5.80	12	1x15			2.449	1.662	4.111
		9	351	5.80	12	1x15			2.038	1.662	3.700
		11	351	5.80	12	1x15			1.583	1.662	3.245
		6	234	3.87	12	1x15	14	21(3/4)	1.498	1.662	3.160
		8	234	3.87	12	1x15			1.032	1.662	2.694
		10	234	3.87	12	1x15			1.369	1.662	3.031
		12	112	1.85	12	1x15			0.517	1.662	2.179

Continuación...

		13	234	3.87	12	1x15	14	21(3/4)	0.709	1.662	2.371	
		15	336	5.56	12	1x15			1.844	1.662	3.506	
		18	224	3.70	12	1x15			0.929	1.662	2.591	
		20	95	1.57	12	1x15			0.312	1.662	1.974	
		16	414	6.85	12	1x15	14	21(3/4)	1.614	1.662	3.276	
		22	468	7.74	12	1x15			1.402	1.662	3.064	
		24	393	6.50	12	1x15			2.203	1.662	3.865	
		26	52	0.86	12	1x15			0.117	1.662	1.779	
	F	11	536	-	12	1x15	14	16(1/2)	0.740	1.076	1.816	
	I	1	168	2.43	12	1x15	14	16(1/2)	0.233	0.296	0.529	
		2	168	2.43	12	1x15			0.245	0.296	0.541	
1C	9	78	1.13	12	1x15	14	21(3/4)	0.179	0.209	0.388		
	20	234	3.39	12	1x15			0.462	0.209	0.671		
	22	302	4.37	12	1x15			0.601	0.209	0.811		
2C	2	168	-	12	1x15	14	16(1/2)	0.178	0.440	0.618		
2D	1	39	-	12	1x15	14	16(1/2)	0.048	0.730	0.778		

Tabla B8. Resumen de parámetros calculados en los circuitos derivados.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente corregida (A)	Calibre (AWG)	Protección (A)	Conductor de puesta a tierra (AWG)	Tubería	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)
Segundo nivel	L	1	280	4.05	12	1x15	14	21(3/4)	1.019	0.114	1.132
		3	234	3.39	12	1x15			0.454	0.114	0.568
		5	280	4.05	12	1x15			0.779	0.114	0.892
		7	280	4.63	12	1x15	14	21(3/4)	1.281	0.114	1.395
		9	336	5.56	12	1x15			1.122	0.114	1.235
		11	280	4.63	12	1x15			1.007	0.114	1.120
		13	468	7.74	12	1x15			1.487	0.114	1.600
	1N	2	624	10.32	10	1x20	12	27(1)	1.818	1.587	3.405
		3	336	5.56	10	1x20			1.875	1.587	3.462
		5	224	3.70	12	1x15			1.303	1.587	2.890
		11	336	5.56	10	1x20			1.534	1.587	3.121
		7	653	10.80	10	1x20	10	27(1)	2.098	1.587	3.685
		4	336	5.56	12	1x15			0.936	1.587	2.523
		9	402	6.65	10	1x15			1.588	1.587	3.176
		16	453	7.49	12	1x15	12	21(3/4)	2.385	1.587	3.972
		6	336	5.56	12	1x15			1.529	1.587	3.116
		12	336	5.56	12	1x15			0.983	1.587	2.570
		14	448	7.41	10	1x15			1.739	1.587	3.326
		24	676	11.18	10	1x20			2.019	1.587	3.606

1N	15	392	6.48	12	1x15	12	21(3/4)	1.078	1.587	2.665
	17	664	10.98	10	1x20			2.436	1.587	4.024
	27	280	4.63	12	1x15			1.005	1.587	2.592
	28	56	0.93	12	1x15	14	21(3/4)	0.129	1.587	1.716
	30	56	0.81	12	1x15			0.125	1.587	1.712
	21	42	0.61	12	1x15			0.131	1.587	1.718
	26	392	5.67	12	1x15	14	16(1/2)	1.046	1.587	2.634
	20	42	0.61	12	1x15			0.089	1.587	1.676
	23	42	0.61	12	1x15			0.145	1.587	1.733
2N	1	42		12	1x15	14	16(1/2)	0.101	0.117	0.219
P	1	112		12	1x15	14	16(1/2)	0.138	1.040	1.178
1P	1	112		12	1x15	14	16(1/2)	0.171	0.632	0.803
Q	1	56		12	1x15	14	16(1/2)	0.053	0.680	0.734
T	3	104		12	1x15	14	16(1/2)	0.039	0.286	0.325
U	5	312	4.51	12	1x15	14	16(1/2)	0.624	0.271	0.895
	6	312	4.51	12	1x15			0.721	0.271	0.993
1U	1	52	0.75	12	1x15	14	16(1/2)	0.031	0.305	0.336
	4	52	0.75	12	1x15			0.031	0.305	0.336
V	1	336	5.56	12	1x15	14	21(3/4)	0.683	0.078	0.761
	3	336	5.56	12	1x15			0.487	0.078	0.564
	4	224	3.70	12	1x15			0.226	0.078	0.304

Tabla B9. Resumen de parámetros calculados en los circuitos derivados.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente corregida (A)	Calibre (AWG)	Protección (A)	Conductor de puesta a tierra (AWG)	Tubería	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)	
Tercer nivel	X	1	195	3.22	12	1x15	14	21(3/4)	0.774	0.205	0.979	
		3	260	4.30	12	1x15			0.721	0.205	0.926	
		5	268	4.43	12	1x15			0.803	0.205	1.008	
		7	190	3.14	12	1x15			0.820	0.205	1.025	
		9	234	3.87	12	1x15	12	21(3/4)	0.751	0.205	0.956	
		11	190	3.14	12	1x15			0.640	0.205	0.844	
		13	520	8.60	12	1x15			1.455	0.205	1.660	
		22,24	1500	12.40	10	2x20			2.369	0.205	2.574	
	Z	1	156	2.58	12	1x15	12	21(3/4)	1.277	1.510	2.787	
		2	351	5.80	10	1x20			1.905	1.510	3.416	
		3	156	2.58	12	1x15			1.440	1.510	2.950	
		4	273	4.51	12	1x15			2.204	1.510	3.714	
		5	390	6.45	10	1x20	12	27(1)	1.982	1.510	3.492	
		6	312	5.16	12	1x15			2.309	1.510	3.819	
7		637	10.53	10	1x20	1.634			1.510	3.144		
8		260	4.30	12	1x15	0.703			1.510	2.213		

Continuación...

Z	11	156	2.58	12	1x15	12	21(3/4)	1.044	1.510	2.554
	12	234	3.87	12	1x15			1.190	1.510	2.700
	13	268	4.43	12	1x15			0.877	1.510	2.387
	25	312	5.16	12	1x15			2.170	1.510	3.680
	9	324	5.36	12	1x15	12	21(3/4)	1.624	1.510	3.134
	14	168	2.78	12	1x15			0.403	1.510	1.913
	17	333	5.51	12	1x15			1.082	1.510	2.592
	24	156	2.58	12	1x15			0.511	1.510	2.021
	15	260	3.44	12	1x15	14	21(3/4)	0.363	1.510	1.873
	20	312	4.13	12	1x15			1.228	1.510	2.738
	21	156	2.06	12	1x15			0.492	1.510	2.002
	28,30	3000	21.70	8	2x30	10	35(1-1/4)	2.114	1.510	3.624
	10	336	5.56	12	1x15	14	21(3/4)	1.423	1.510	2.933
	16	336	5.56	12	1x15			1.022	1.510	2.532
	18	307	5.08	12	1x15			1.555	1.510	3.065
	19	212	3.51	12	1x15			1.187	1.510	2.698
AC	1	39	1.43	12	1x15	14	21(3/4)	0.021	1.8	1.821
	2	336	2.86	12	1x15			0.448	1.8	2.248
	5	448	7.14	12	1x15			1.015	1.8	2.815
AA	1	156	1.25	12	1x15	14	16(1/2)	0.164	1.8	1.994
	5	531	6.25	12	1x15			1.052	1.8	2.882

Tabla B10. Resumen de parámetros calculados en los circuitos derivados.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente corregida (A)	Calibre (AWG)	Protección (A)	Conductor de puesta a tierra (AWG)	Tubería	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)
Taller	2H	1,3,5	1296	5.91	12	3x15	14	16(1/2)	0.632	0.159	0.791
		8	208	3.01	12	1x15	14	16(1/2)	0.339	0.159	0.498
		29	104	1.50	12	1x15			0.099	0.159	0.258
	3H	4	336	4.86	12	1x15	14	16(1/2)	0.658	0.070	0.728
		6	336	4.86	12	1x15			0.538	0.070	0.608
		33,35,37	486	2.22	12	3x15	14	16(1/2)	0.135	0.070	0.205
	4H	1,3,5	972	5.07	12	3x15	14	21(3/4)	0.338	0.197	0.535
		2,4,6	648	3.38	12	3x15			0.221	0.197	0.417
		7,9,11	1458	7.60	12	3x15	14	21(3/4)	0.633	0.197	0.830
		31	540	8.93	12	1x15			0.755	0.197	0.952
		36	117	1.93	12	1x15			0.210	0.197	0.407
	5H	36	156	2.26	12	1x15	14	21(3/4)	0.479	0.335	0.814
		38	560	8.10	12	1x15			1.952	0.335	2.287
		42	234	3.39	12	1x15			0.557	0.335	0.892
	6H TN	6	592	8.56	12	1x15	14	16(1/2)	2.075	1.725	3.801
		7	448	6.48	12	1x15			1.241	1.725	2.967
	7H	8	280		12	1x15	14	16(1/2)	0.414	0.900	1.314
	AI	2,4,6	1296	21.43	10	3x15	14	21(3/4)	1.538	0.111	1.649
		9	56	0.93	12	1x15			0.173	0.111	0.284
		16	56	0.93	12	1x15			0.146	0.111	0.257

Continuación...

AJ	1,3,5	648	10.71	12	3x15	14	21(3/4)	1.483	1.597	3.080
	2,4,6	648	10.71	12	3x15			1.980	1.597	3.577
TF	14	336	4.86	12	1x15	14	21(3/4)	1.054	0.649	1.703
	17	336	4.86	12	1x15			0.862	0.649	1.511
	18	224	3.24	12	1x15			0.496	0.649	1.145
	27	432	6.25	12	1x15	14	16(1/2)	1.113	0.649	1.762
	32	56	0.81	12	1x15			0.155	0.649	0.804
TG	1	156	2.58	12	1x15	14	21(3/4)	0.521	0.136	0.658
	3	156	2.58	12	1x15			0.676	0.136	0.812
	5	78	1.29	12	1x15			0.279	0.136	0.416
	6	78	1.29	12	1x15			0.369	0.136	0.506
	7	156	2.26	12	1x15	14	21(3/4)	0.405	0.136	0.541
	9	78	1.13	12	1x15			0.129	0.136	0.265
	11	364	5.27	12	1x15			1.108	0.136	1.244
TJ	1	514	7.44	12	1x15	14	21(3/4)	1.284	0.370	1.654
	3	112	1.62	12	1x15			0.268	0.370	0.639
	4	224	3.24	12	1x15			0.541	0.370	0.911
	10	224	3.24	12	1x15	14	21(3/4)	0.391	0.370	0.761
	11	336	4.86	12	1x15			0.681	0.370	1.052
	23	52	0.75	12	1x15			0.130	0.370	0.500

Continuación...

	TK	2	52		12	1x15	14	16(1/2)	0.056	0.053	0.109
											0.000
	TL	4	332	4.80	12	1x15	14	16(1/2)	0.696	1.732	2.428
		5	492	7.12	12	1x15			1.245	1.732	2.977
	TÑ	1	672	11.11	12	1x15	14	21(3/4)	1.732	0.040	1.772
		3	276	4.56	12	1x15			0.654	0.040	0.694
		5	544	8.99	12	1x15			1.404	0.040	1.444
		6	32	0.53	12	1x15			0.077	0.040	0.117
	TP	14	168	2.43	12	1x15	14	16(1/2)	0.341	0.081	0.422
		15	336	4.86	12	1x15			0.549	0.081	0.630

Tabla B11. Resumen de parámetros calculados en los circuitos derivados.

Área	Tablero	Circuito	Carga (Watts)	Corriente corregida (A)	Calibre (AWG)	Protección (A)	Conductor de puesta a tierra (AWG)	Tubería	Caída circuito derivado (3%)	Caída circuito alimentador (2%)	Total (5%)
Laboratorio de acústica	AH	1	812	13.43	10	1x20	12	27(1)	1.809	0.365	2.174
		5	780	12.90	10	1x20			1.842	0.365	2.207
		6	780	12.90	10	1x20			1.717	0.365	2.082
		3	112	1.85	12	1x15	0.449	0.365	0.814		
		2	504	8.33	12	1x15	14	21(3/4)	0.839	0.365	1.204
		19,21	1250	10.33	12	2x15			2.229	0.365	2.594
	AD	1	336	4.86	12	1x15	14	16(1/2)	1.151	0.035	1.186
		6	92	1.33	12	1x15			0.213	0.035	0.248
		2	92	1.52	12	1x15	14	21(3/4)	0.230	0.035	0.265
		3	56	0.93	12	1x15			0.149	0.035	0.184
		5	224	3.70	12	1x15			0.578	0.035	0.614
	AE	1	270	4.46	12	1x15	14	21(3/4)	0.268	0.145	0.413
		3	448	7.41	12	1x15			0.637	0.145	0.782
		8	262	4.33	12	1x15			0.972	0.145	1.117
	Anexo acústica	TT	1	616		12	1x15	14	16(1/2)	0.977	1.666

Tabla B12. Resumen de parámetros calculados en los circuitos derivados.

Estos resultados son los que se emplearan para cada una de los tableros.

COMPARACIÓN DE LA CARGA INSTALADA EN LOS TABLEROS DEBIDO AL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE.

PRIMER NIVEL		
Tablero	Carga actual (W)	Carga propuesta (W)
B	9,518	8,334
C	31,235	16,639
F	8,560	7,464
I	3,095	1,556
1C	7,975	6,864
2C	1,500	1,107
2D	4,660	4,499
TOTAL	66,543	46,463

Tabla B13. Comparación entre el sistema actual y el sistema propuesto.

SEGUNDO NIVEL		
Tablero	Carga actual (W)	Carga propuesta (W)
L	14,404	9,672
1N	52,562	26,002
P	7,238	6,570
1P	4,958	4,770
Q	6,087	5,697
U	3,580	2,604
V	4,900	3,580
TOTAL	93,729	58,895

Tabla B14. Comparación entre el sistema actual y el sistema propuesto.

TERCER NIVEL		
Tablero	Carga actual (W)	Carga propuesta (W)
X	20,754	17,465
Z	28,457	9,282
TOTAL	49,211	26,747

Tabla B15. Comparación entre el sistema actual y el sistema propuesto.

TALLER		
Tablero	Carga actual (W)	Carga propuesta (W)
2H	13,330	12,688
3H	7,447	5,479
4H	14,439	12,887
5H	20,812	17,721
6H-TN	6,465	5,024
7H	4,380	3,160
AI	11,514	9,610
TH-AJ	74,905	73,153
TF	52,640	50,093
TG	21,485	17,572
TJ	16,572	13,905
TL	4,920	3,240
TÑ	5,019	3,986
TP	4,567	4,404
TOTAL	258,495	232,922

Tabla B16. Comparación entre el sistema actual y el sistema propuesto.

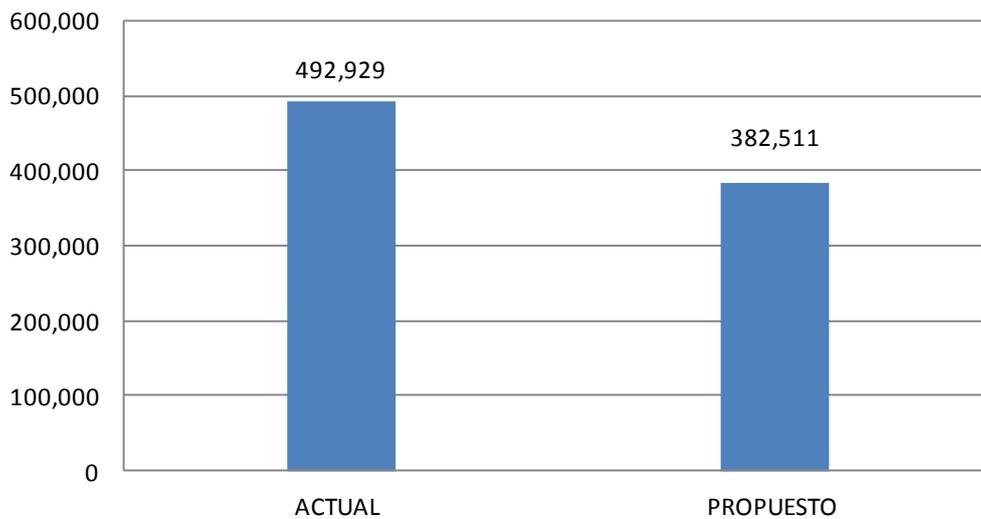
LABORATORIO DE ACÚSTICA		
Tablero	Carga actual (W)	Carga propuesta (W)
AH	11,320	7,682
AD	1,931	1,882
AE	5,916	3,704
TT	5,784	4,216
TOTAL	24,951	17,484

Tabla B17. Comparación entre el sistema actual y el sistema propuesto.

SISTEMA	POTENCIA (W)
ACTUAL	492,929
PROPUESTO	382,511
AHORRO	110,418

Tabla B18. Ahorro de carga instalada debido al sistema de iluminación eficiente.

Potencial de ahorro sustituyendo las luminarias



Gráfica B1. Potencial de ahorro.

Como podemos observar en la tabla B18 tenemos un potencial de ahorro igual a 110,418 W, que representa una disminución del 22.4%.

ANEXO C NORMAS.

A continuación se presentan una serie de normas que representan una parte importante de la tesis, es necesario contar con esta parte complementaria de las normas porque nos dicen las metodologías y obligaciones que hay que considerar para el correcto desarrollo de la tesis, así como información complementaria que nos va a ayudar a entender el tema tratado.

Norma oficial universitaria (NOU).

2.4.1. Hacer un seccionamiento adecuado para apagadores de acuerdo con los siguientes criterios:

- En aulas un máximo de tres luminarias por apagador.
- En oficinas privadas y cubículos un máximo de dos luminarias por apagador.
- En oficinas y áreas generales un máximo de dos luminarias por apagador.
- En baños un máximo de dos luminarias por apagador.
- En pasillos un máximo de cinco luminarias por apagador. En estos casos las luminarias deben de ser controladas de una manera terciada.
- En laboratorios de investigación un máximo de cuatro luminarias por apagador.
- En general cada espacio limitado por paredes o cubierto por techo, se requiere que tenga un control y en adición un punto de control por cada zona o grupo de trabajo dentro de un área de 40 m² o menos.

2.2.1 El seccionamiento de los apagadores se debe realizar dando la flexibilidad de poder apagar luminarias cercanas a las entradas de luz natural.

2.2.2 Aun cuando la limitación de carga fijada permita controlar desde un mismo interruptor un número muy amplio de unidades, se deben

proyectar los controles de manera que la iluminación satisfaga eficientemente sus funciones en las mejores condiciones económicas de consumo de energía, lo que significa que no se tengan unidades trabajando inútilmente por iluminar determinada área.

2.2.3 Los controles de luces exteriores no deben de controlar ninguna luminaria interior y se le debe de dar la flexibilidad de encendido alternado.

2.2.4 Para el alumbrado exterior desde azoteas, el control debe ser a base de contactores magnéticos y foto celdas.

NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

8. Reconocimiento de las condiciones de iluminación

8.2 Para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento y, posteriormente, conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo, con los datos siguientes:

- a)** Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo.
- b)** Potencia de las lámparas.
- c)** Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio.

APÉNDICE A DE LA NOM-025-STPS-2008.

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN.

A.2. Metodología.

De acuerdo con la información obtenida durante el reconocimiento, se establecerá la ubicación de los puntos de medición de las áreas de trabajo seleccionadas, donde se evaluarán los niveles de iluminación.

A.2.3. Ubicación de los puntos de medición.

A.2.3. Realizar la medición en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas.

A.2.4. En el puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro.

NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

2 Campo de aplicación.

El campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana comprende los sistemas de alumbrado interior y exterior de los edificios no residenciales nuevos con carga total conectada para alumbrado mayor o igual a 3 kW; así como a las ampliaciones y modificaciones de los sistemas de alumbrado interior y exterior con carga conectada de alumbrado mayor o igual a 3 kW de los edificios existentes.

En particular, los edificios cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana son aquellos cuyos usos autorizados en función de las principales actividades y tareas específicas que en ellos se desarrollen, queden comprendidos dentro de los siguientes tipos:

- a) Oficinas
- b) Escuelas y demás centros docentes
- c) Establecimientos comerciales
- d) Hospitales
- e) Hoteles
- f) Restaurantes

- g) Bodegas
- h) Recreación y cultura
- i) Talleres de servicio
- j) Centrales de pasajeros

7.2 Metodología.

Las DPEA totales para los sistemas de alumbrado interior y exterior se determinan en forma independiente una de otra. Estas densidades no pueden ser combinadas en ningún momento, por lo que se deben determinar y reportar los valores de cada una de ellas en forma separada.

7.2.1 En el caso de edificios de uso mixto se deben determinar y reportar en forma separada las DPEA para alumbrado interior de cada uno de los usos del edificio.

7.3 Determinación de la DPEA del sistema de alumbrado.

A partir de la información contenida en los planos del proyecto de la instalación eléctrica y de los valores de potencia real nominal obtenidos de los fabricantes de los diferentes equipos de alumbrado considerados en dicha instalación, se cuantifica la carga total conectada de alumbrado, así como el área total iluminada a considerarse en el cálculo para la determinación de la DPEA del sistema de alumbrado, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

a) Alumbrado interior

a.1) Identificar el tipo de edificio proyectado con base en la clasificación de la presente Norma Oficial Mexicana.

a.2) Identificar el número total de niveles o pisos que integran el edificio y, en su caso, los diferentes usos del mismo.

a.3) Obtener las áreas de los espacios o particiones a ser iluminadas de cada uno de los pisos o niveles, para cada uno de los usos que integran el edificio, la información deberá ser expresada en m².

a.4) Determinar la carga total conectada para alumbrado. En el caso de los equipos de alumbrado que requieran el uso de balastos u otros dispositivos para su operación, se debe considerar el valor de la potencia nominal del conjunto lámpara-balastro. La información anterior debe ser expresada en watts.

a.5) Integrar los valores parciales obtenidos para cada piso o nivel.

a.7) Determinar la DPEA total a partir de la carga total conectada para alumbrado y el área total de cada uso

A continuación se muestran tres tablas que nos van a servir de referencia para obtener el DPEA de áreas específicas. Como en las tablas se menciona, son de carácter opcional.

A.1 Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios

Tipo de edificio	Espacios comunes y DPEA W/m ²																Areas específicas y DPEA W/m ²	Potencia adicional permitida *		
	oficina cerrada	oficina abierta	sala de juntas/usos múltiples	salon de clase/lectura/entrenamiento	auditorio	vestibulo	patio interior primeros 3 pisos	patio interior pisos adicionales	area recreativa	restaurante	preparación de alimentos	baños	corredores	escaleras	almacen activo	almacen inactivo			cuarto de maquinas o eléctricos	
EDIFICIO DEPORTIVO																				
Gimnasio	18.1	14.0	18.1		5.4	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de juego	20.4	
																		Vestidores	8.6	
																		Area de ejercicios	11.8	
Centro de ejercicios	18.1	14.0	18.1		5.4	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de ejercicios	11.8	*
																		Vestidores	8.6	
EDIFICIOS INSTITUCIONALES																				
Tribunales/juzgados	18.1	14.0	18.1	17.2	17.2	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	tribunal	22.6	*
																		celdas de reclusión	11.8	
Delegación de Policía	18.1	14.0	18.1	17.2	17.2	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Laboratorio	19.4	
Estación de Bomberos	18.1	14.0	18.1	17.2		19.4			15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de estacionamiento	9.7	
																		Dormitorios	11.8	
Oficina de correos	18.1	14.0	18.1	17.2		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de clasificación	18.1	*
Edificio del Ayuntamiento	18.1	14.0	18.1	17.2	17.2	19.4				15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*
CENTRO DE CONVENCIONES																				
	18.1	14.0	18.1	17.2	5.3	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Area de exhibición	35.1	
ESCUELAS																				
Escuelas/Universidades	18.1	14.0	18.1	17.2		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*
Bibliotecas	18.1	14.0	18.1	17.2		19.4	14.0	2.1		15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	llenado de tarjetas	15.1	*
																		Almacenamiento	20.4	*
																		Area de lectura	19.4	*
RESTAURANTES																				
Restaurant-Bar																				
Area recreativa	18.1	14.0	18.1			19.4	14.0	2.1	15.0	12.9	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*
Restaurant familiar	18.1	14.0	18.1			19.4	14.0	2.1	15.0	23.7	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*
Restaurant-Cafeteria	18.1	14.0	18.1			19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0			*

Tabla C1. Valores de DPEA para diferentes espacios.

A.1 Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios (continuación)

Tipo de edificio	Espacios comunes y DPEA W/m ²															Areas específicas y DPEA W/m ²	Potencia adicional permitida *			
	oficina cerrada	oficina abierta	sala de juntas/usuarios múltiples	salon de clase/lectura/entrenamiento	auditorio	vestibulo	patio interior primeros 3 pisos	patio interior pisos adicionales	area recreativa	restaurante	preparación de alimentos	baños	corredores	escaleras	almacen activo			almacen inactivo	cuarto de maquinas o electricos	
HOSPITALES Y SANATORIOS																				
Hospitales y Sanatorios	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	17.2	9.7	31.2	3.2	14.0	Sala de emergencia	30.1	*	
																	Sala de recuperación	28.0		
																	Estación de enfermeras	19.4		
																	Examen/Tratamiento	17.2		
																	Farmacia	24.7		
																	Cuarto de paciente	13.0		
																	Quirofano	81.8		
																	Enfermeria	10.8		
																	Almacen de medicinas	32.3		
																	Terapia fisica	20.4		
																	Radiología	4.3		
																	Lavanderia	7.5		
EDIFICIOS INDUSTRIALES																				
Taller	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Taller	26.9		
Taller serv. Automotriz	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Servicio automotriz	15.1		
Naves industriales	16.1	14.0	16.1		19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	5.4	9.7	11.8	3.2	14.0	Nave alta	22.6		
																	Nave baja	32.3		
																	Detallado	66.7		
																	Cuarto de equipos	8.6		
																	Cuarto de control	5.4		
EDIFICIOS DE HOSPEDAJE																				
Hotel	16.1	14.0	16.1	17.2		18.3	14.0	2.1	15.0	10.8	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Cuarto de huepedes	26.9	*
Motel	16.1	14.0	16.1	17.2		19.4	14.0	2.1	15.0	12.9	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Cuarto de huepedes	26.9	*
Multifamiliares	16.1	14.0	16.1			19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Estancia familiar		*
Dormitorios	16.1	14.0	16.1			19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	habitaciones	20.4	*

Tabla C2. (Continuación) Valores de DPEA para diferentes espacios.

A.1 Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios (continuación)

Tipo de edificio	Espacios comunes y DPEA W/m ²															Potencia adicional permitida *					
	oficina cerrada	oficina abierta	sala de juntas	sala de juntas múltiples	salón de clases	salón de conferencias	auditorio	vestíbulo	patio interior primeros 3 pisos	patio interior pisos adicionales	área recreativa	restaurante	preparación de alimentos	baños	corredores		escaleras	almacen activo	almacen inactivo	cuarto de máquinas o eléctricos	Áreas específicas y DPEA W/m ²
MUSEOS																					
Museos	16.1	14.0	16.1	17.2			19.4	14.0	2.1				10.8	7.5	9.7	15.0	15.0	14.0	Exhibición	17.2	
																			Restauración	26.9	
EDIFICIO DE OFICINAS																					
Oficinas	16.1	14.0	16.1	17.2			19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Actividades bancarias	25.8	*
																			Laboratorio	19.4	*
RECLUSORIOS																					
Reclusorios	16.1	14.0		15.0	20.4	19.4				15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Celdas	11.8	
EDIFICIOS RELIGIOSOS																					
Edificios religiosos	16.1	14.0	16.1	17.2	34.4	19.4	14.0	2.1	15.0			23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Pulpito, coro	55.8	*
																			Área de feligreses	24.7	
EDIFICIOS VENTAS AL MENUDEO																					
Ventas al menudeo	16.1	14.0	16.1			19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0		Área general de ventas	22.6	*
																			Galería principal	19.3	*
EDIFICIOS DEPORTIVOS																					
Área de deportes	16.1	14.0	16.1		5.3	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0		Cuadrilátero	40.8	
																			Cancha deportiva	46.2	
																			Cancha interior	28.4	
EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO																					
Almacén	16.1	14.0	16.1			19.4	14.0	2.1				10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0		Almacenaje material fino	17.2	
																			Alm. Material med. o granel	11.8	
Estacionamiento	16.1					19.4						10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0		Área est. autoservicio	2.1	
																			Área est. Con acomodador	1.0	
TEATROS																					
Actuación	16.1					19.4	12.9	14.0	2.1	15.0		10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0				*
Cine						14.0	8.6			15.0		10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0				*
EDIFICIO DE TRANSPORTES																					
Transportación	16.1	14.0	16.1		10.8	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0		Aeropuertos-galería principal	7.5	*
																			Área de equipaje	14.0	
																			taquilla	19.4	*

Tabla C3. (Continuación) Valores de DPEA para diferentes espacios.

IESNA (Sociedad de Ingenieros en Iluminación de Norte América, por sus siglas en inglés). Artículo de referencia.

Descripción:

Los siguientes son los niveles medios de iluminación para locales interiores que recomienda la Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación (SMII).

Después de cada nombre de local o nombre de anexo de local, el primer número corresponde a la recomendación de iluminancia media de la IESNA (Sociedad de Ingenieros en Iluminación de Norte América, por sus siglas en inglés). El segundo número corresponde a la recomendación de la SMII. La iluminancia está dada en luxes (lux).

Observación

La IESNA recomienda como iluminancia máxima y mínima factores de 1.25 y 0.85 veces, respectivamente, de la iluminancia media.

Puesto que tenemos áreas específicas en donde no encontramos la cantidad de flujo luminoso en las normas anteriores, consideramos los valores que nos proporciona la Sociedad de Ingenieros en Iluminación de Norte América, Sección México (IESNA) y la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (SMII) como un artículo anexo de referencia.

A continuación se muestra en una tabla algunas áreas que nos interesan, porque no encontramos los niveles de iluminación requeridos en las normas anteriores.

Área	IESNA	SMII
Sala de lecturas	700	400
Almacén	300	200
Auditorio	300	200
Área de servicio	300	200

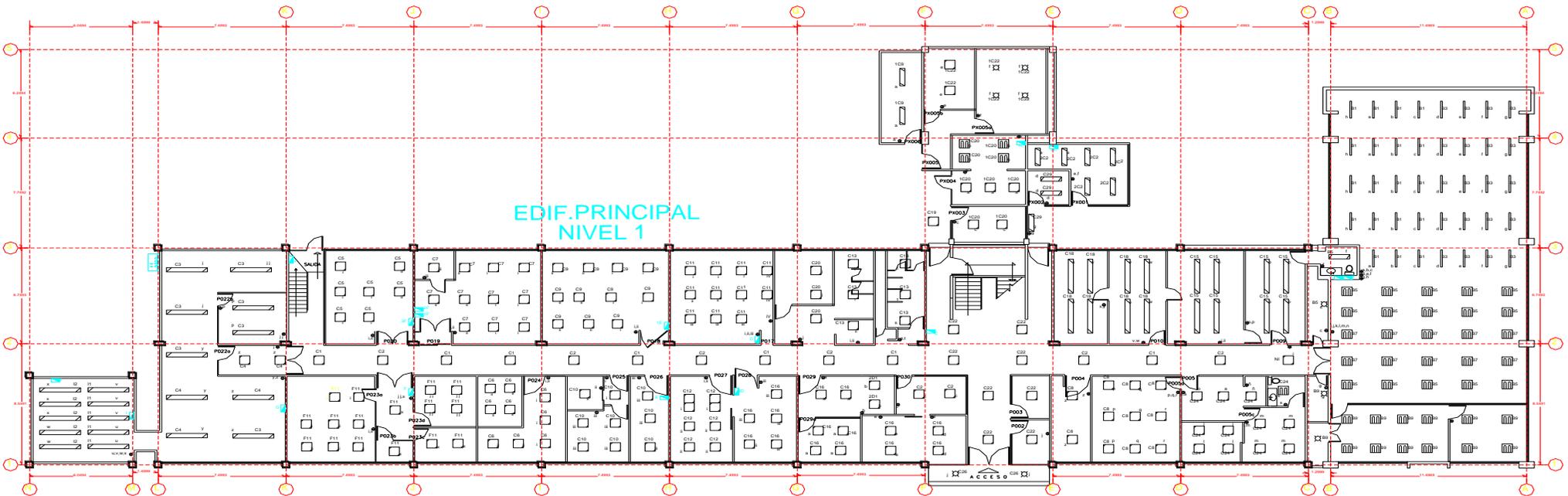
Tabla C4. Niveles de iluminación de acuerdo a la IESNA y SMII.

Los datos de la tabla anterior solo hay que tomarlos como valores de referencia, pero nos van a servir para poder compararlos con los datos que nosotros obtuvimos a partir de las mediciones hechas con el luxómetro.

ANEXO D PLANOS.

PLANOS ACTUALES.

ILUMINACIÓN.



EDIF. PRINCIPAL
NIVEL 1

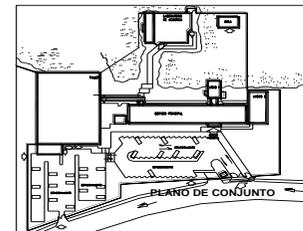


SIMBOLOGIA

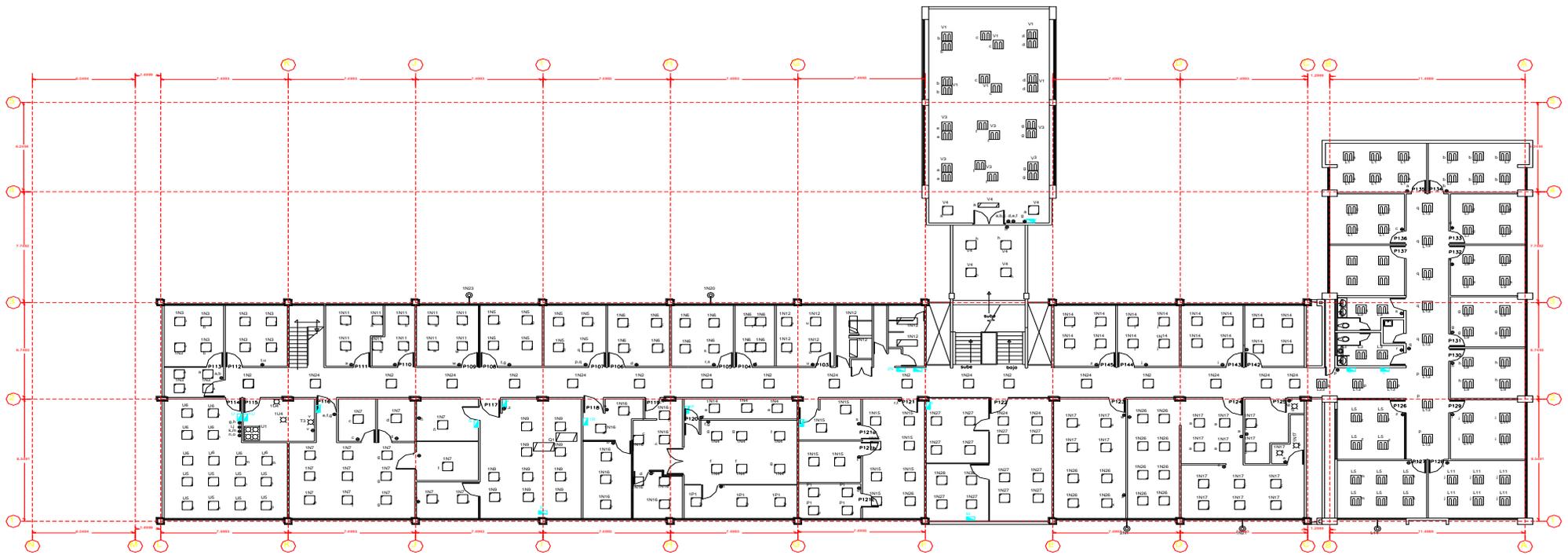
- APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A.120V. SOBRE CHALUPA
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 0.60x0.6 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T8 DE 32W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 2X35W. 127V. 60Hz.
- ▨ LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 0.60x0.6 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T8 DE 32W. BALASTRO ELECTRONICO DE 2X35W. 127V. 60Hz.
- ▩ LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 1.20x0.2 m. CON 1 LAMPARA FLUORESCENTE T8 DE 50W. BALASTRO ELECTRONICO DE 1X35W. 127V. 60Hz.
- ▩ LUMINARIA TIPO SOBREPONER EN GABINETE DE 1.20x0.3 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 30W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 2X35W. 127V. 60Hz.
- ▩ LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 2.30x0.3 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 75W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 2X75W. 127V. 60Hz.
- ⊗ LUMINARIA TIPO SOBREPONER CON UN FOCO INCANDESCENTE SOBRE SOCKET DE 60W. 120V. 60Hz.

- 16 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 24 POLOS. 100A. 3P-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X150 A. CAJA MOLDEADA. 4-6 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. CATALOGO NDD-424100CUE. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- 17 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 30 POLOS. 100A. 3P-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X150 A. CAJA MOLDEADA. 4-2 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- 18 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 17 POLOS. 50A. 3P-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X50 A. CAJA MOLDEADA. 4-8 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.

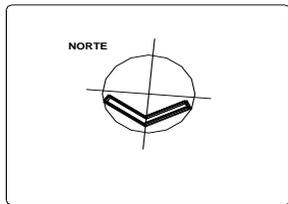
- 19 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 7 POLOS. 50A. 3P-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X150 A. CAJA MOLDEADA. 4-8 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- 20 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 19 POLOS. 50A. 3P-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X50 A. CAJA MOLDEADA. 4-8 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.



PROYECTO NOMBRE: _____ CODIGO: _____		CLIENTE NOMBRE: _____ CODIGO: _____	
PROYECTANTE NOMBRE: _____ CODIGO: _____		REVISOR NOMBRE: _____ CODIGO: _____	
FECHA DE EMISION DIA: _____ MES: _____ AÑO: _____		FECHA DE RECEPCION DIA: _____ MES: _____ AÑO: _____	
PROYECTO DE TIPO: _____		PROYECTO DE TIPO: _____	
PROYECTO DE TIPO: _____		PROYECTO DE TIPO: _____	
PROYECTO DE TIPO: _____		PROYECTO DE TIPO: _____	
PROYECTO DE TIPO: _____		PROYECTO DE TIPO: _____	
PROYECTO DE TIPO: _____		PROYECTO DE TIPO: _____	
PROYECTO DE TIPO: _____		PROYECTO DE TIPO: _____	



EDIF. PRINCIPAL
NIVEL 2



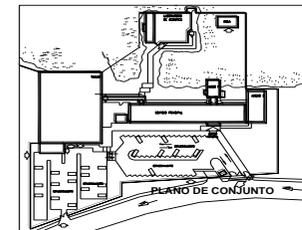
SIMBOLOGIA

- APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A, 120V, SOBRE CHALUPA
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 6.8X6.8 m, CON 4 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 20W, BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 420W, 127V, 60Hz
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 6.8X6.8 m, CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T8 DE 32W, BALASTRO ELECTRONICO DE 232W, 127V, 60Hz
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 1.2X0.2 m, CON 1 LAMPARA FLUORESCENTE T8 DE 32W, BALASTRO ELECTRONICO DE 1X32W, 127V, 60Hz
- LUMINARIA TIPO SOBREPONER EN GABINETE DE 1.2X0.3 m, CON 3 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 30W, BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 350W, 127V, 60Hz
- LUMINARIA TIPO SOBREPONER CON UN FOCO INCANDESCENTE SOBRE SOCKET DE 60V, 120V, 60Hz
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 1.2X0.2 m, CON 1 LAMPARA FLUORESCENTE T8 DE 30W, BALASTRO ELECTRONICO DE 1X32W, 127V, 60Hz

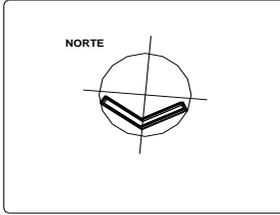
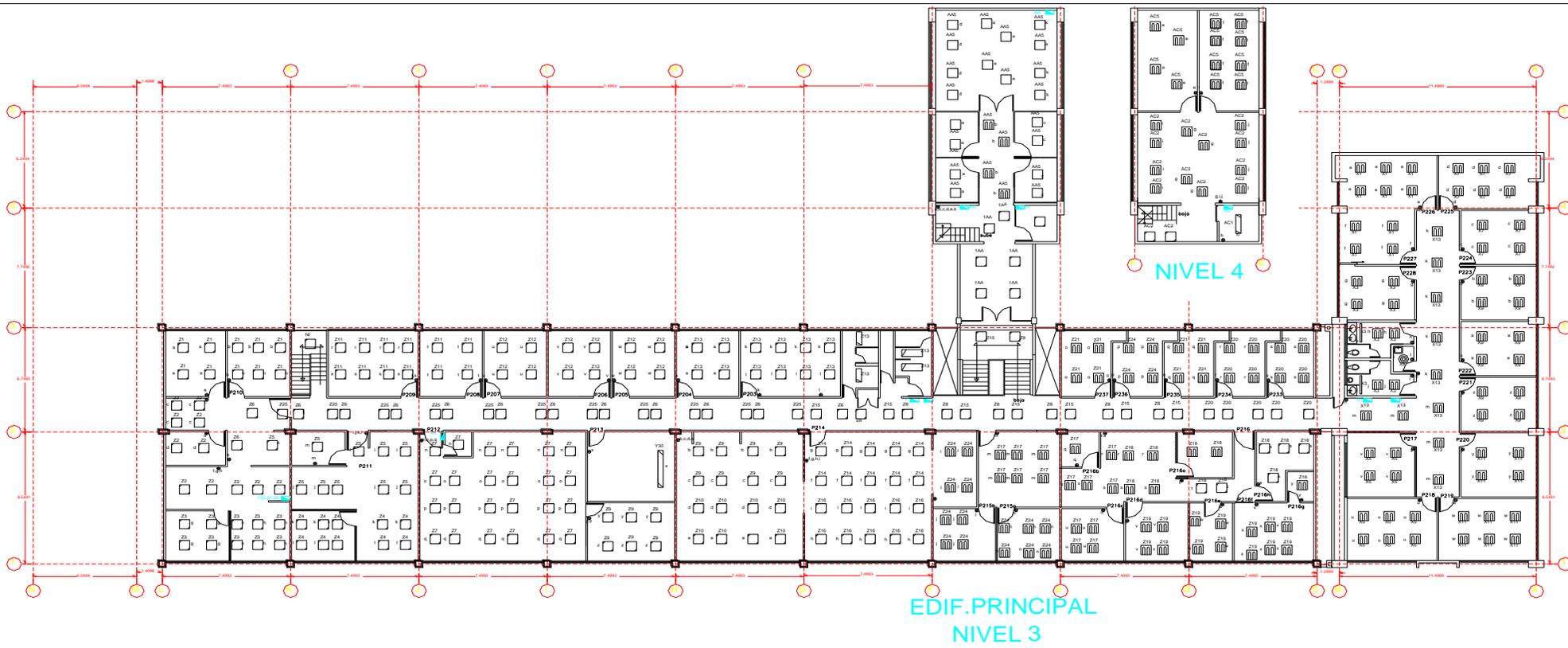
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 1.2X0.4 m, CON 4 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 30W, BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 4X35W, 127V, 60Hz
- LUMINARIA CIRCULAR EN POSTE PARA INTEREMPRESA, CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE AHORRADORA TIPO TWISTER DE 42W, TIPO INTEGRADA 150V, 60Hz
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 23 POLOS 100A, 3F-4L, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4.2 AVG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, CATALOGO NODOKIMAYOCUI, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 30 POLOS 100A, 3F-4L, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A, CAJA MOLDEADA, 4.30 AVG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA, ALIMENTA AL TABLERO 20V
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 19 POLOS 50A, 3F-4L, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A, CAJA MOLDEADA, 4.4 AVG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA

- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 20 POLOS 50A, 3F-4L, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A, CAJA MOLDEADA, 4.6 AVG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 12 POLOS 50A, 3F-4L, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A, CAJA MOLDEADA, 4.6 AVG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 19 POLOS 50A, 3F-4L, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A, CAJA MOLDEADA, 4.8 AVG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 4 POLOS 50A, 3F-4L, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4.8 AVG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA

- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 10 POLOS 50A, 3F-4L, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X15 A, CAJA MOLDEADA, 4.8 AVG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 18 POLOS 50A, 3F-4L, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4.8 AVG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA

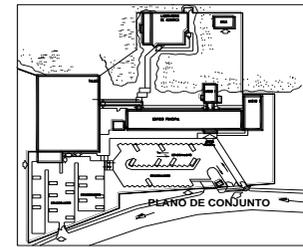


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD		TITULO DE GRADUACION INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
NOMBRE DEL ALUMNO NOMBRE DEL TUTOR	C.E.N.E.T.P. CARRERA	AÑO DE GRADUACION FECHA DE ENTREGA
INSTITUCION DE ORIGIN INSTITUCION DE DESTINO INSTITUCION DE CARGA	FECHA DE EMISION FECHA DE VENCIMIENTO	FIRMA DEL ALUMNO FIRMA DEL TUTOR FIRMA DEL DIRECTOR DE LA ESCUELA

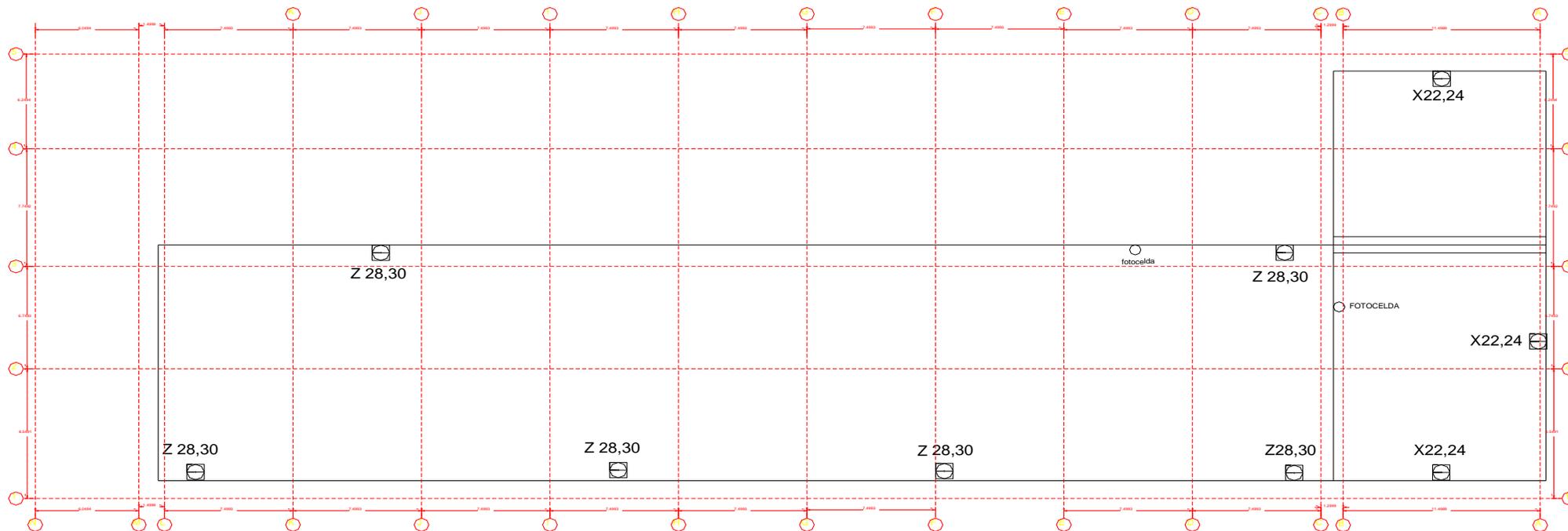


SIMBOLOGIA

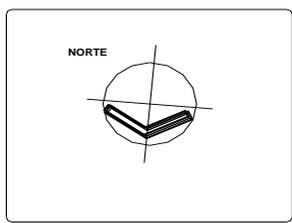
<ul style="list-style-type: none"> ● APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A. 120V. SOBRE CHALLUPA □ LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 0.8X0.8 m. CON 4 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 30W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 4X32W. 127V. 60HZ. □ LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 0.8X0.8 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T8 DE 30W. BALASTRO ELECTRONICO DE 2X32W. 127V. 60HZ. □ LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 1.2X0.2 m. CON 1 LAMPARA FLUORESCENTE T8 DE 32W. BALASTRO ELECTRONICO DE 1X32W. 127V. 60HZ. □ LUMINARIA TIPO SOBREPONER EN GABINETE DE 1.2X0.3 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 30W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 2X32W. 127V. 60HZ. □ LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 2.3X0.3 m. CON 4 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 70W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 2X70W. 127V. 60HZ. ○ LUMINARIA CIRCULAR EN PESTE. CON 1 LAMPARA FLUORESCENTE AHORRADORA TIPO TWISTER DE 20W. 120V. 60HZ. BALASTRO INTEGRADO. 	<ul style="list-style-type: none"> □ LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 1.2X0.2 m. CON 1 LAMPARA FLUORESCENTE T8 DE 32W. BALASTRO ELECTRONICO DE 1X32W. 127V. 60HZ. 1 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 34 POLOS 100A. 3F-4L. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 30400 A. CAJA MOLDEADA. 4-500 K.C.M. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. CATALOGO LA400M61A. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA. 2 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 30 POLOS 100A. 3F-4L. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 30400 A. CAJA MOLDEADA. 4-500 K.C.M. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. CATALOGO LA400M61A. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA. 3 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 30 POLOS 100A. 3F-4L. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 30400 A. CAJA MOLDEADA. 4-500 K.C.M. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. CATALOGO LA400M61A. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
--	---



ELABORADO POR		REVISADO POR	
[Signature]		[Signature]	
FECHA		ESCALA	
[Date]		[Scale]	
PROYECTO			
[Project Name]			
CLIENTE			
[Client Name]			
UBICACION			
[Location]			
PROYECTO DE			
[Project Type]			
FECHA DE EMISION			
[Date]			
FECHA DE REVISION			
[Date]			
FECHA DE APROBACION			
[Date]			

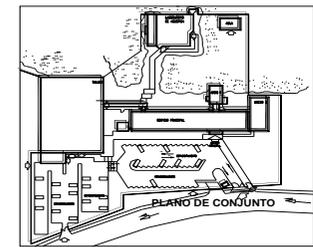


EDIF.PRINCIPAL
AZOTEA



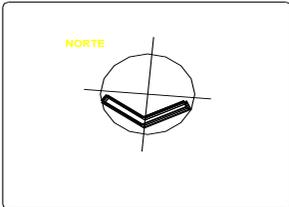
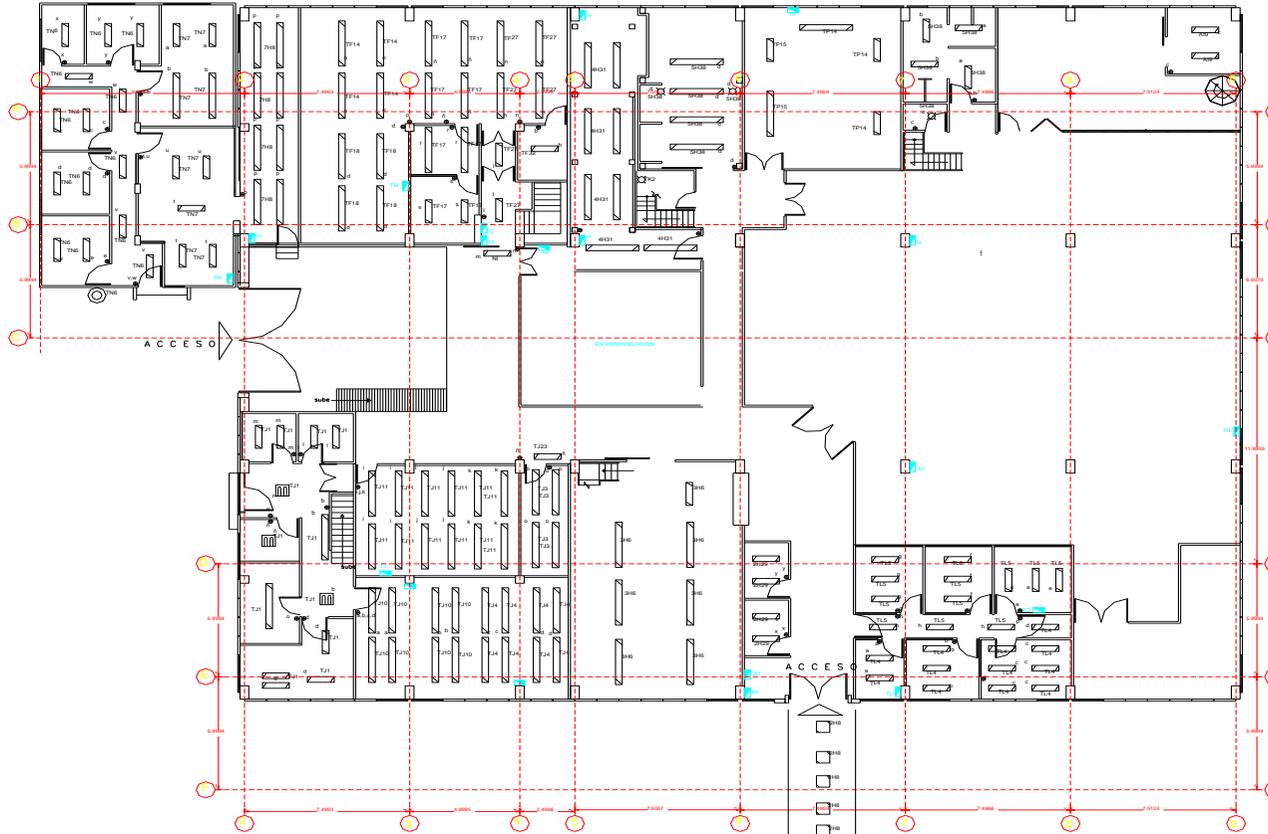
SIMBOLOGIA

 LUMINARIA EN CORNISA, CON 1 LÁMPARA DE HID DE 500W. ADITIVOS METÁLICOS 220V, 60Hz.

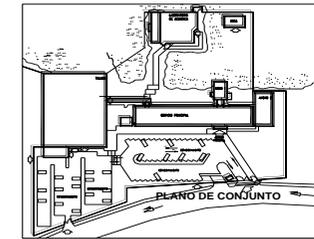


B.1076.01.01.02		B.1076.01.01.03								
B.1076.01.01.04		B.1076.01.01.05								
C O N T E N I D O										
Página		Fecha								
1		10/05/2014								
<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">  </td> <td> ENTIDAD DE CAPACITACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO INSTITUTO VENEZOLANO DE ELECTRICIDAD </td> <td> Nombre del Proyecto Proyecto de Iluminación </td> <td> Fecha de Emisión 10/05/2014 </td> </tr> <tr> <td> Autor Ing. Juan Carlos Rodríguez </td> <td> Revisor Ing. Juan Carlos Rodríguez </td> <td> Aprobado por Ing. Juan Carlos Rodríguez </td> </tr> </table>					ENTIDAD DE CAPACITACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO INSTITUTO VENEZOLANO DE ELECTRICIDAD	Nombre del Proyecto Proyecto de Iluminación	Fecha de Emisión 10/05/2014	Autor Ing. Juan Carlos Rodríguez	Revisor Ing. Juan Carlos Rodríguez	Aprobado por Ing. Juan Carlos Rodríguez
	ENTIDAD DE CAPACITACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO INSTITUTO VENEZOLANO DE ELECTRICIDAD	Nombre del Proyecto Proyecto de Iluminación	Fecha de Emisión 10/05/2014							
	Autor Ing. Juan Carlos Rodríguez	Revisor Ing. Juan Carlos Rodríguez	Aprobado por Ing. Juan Carlos Rodríguez							
B.1076.01.01.02	B.1076.01.01.03	B.1076.01.01.04	B.1076.01.01.05							

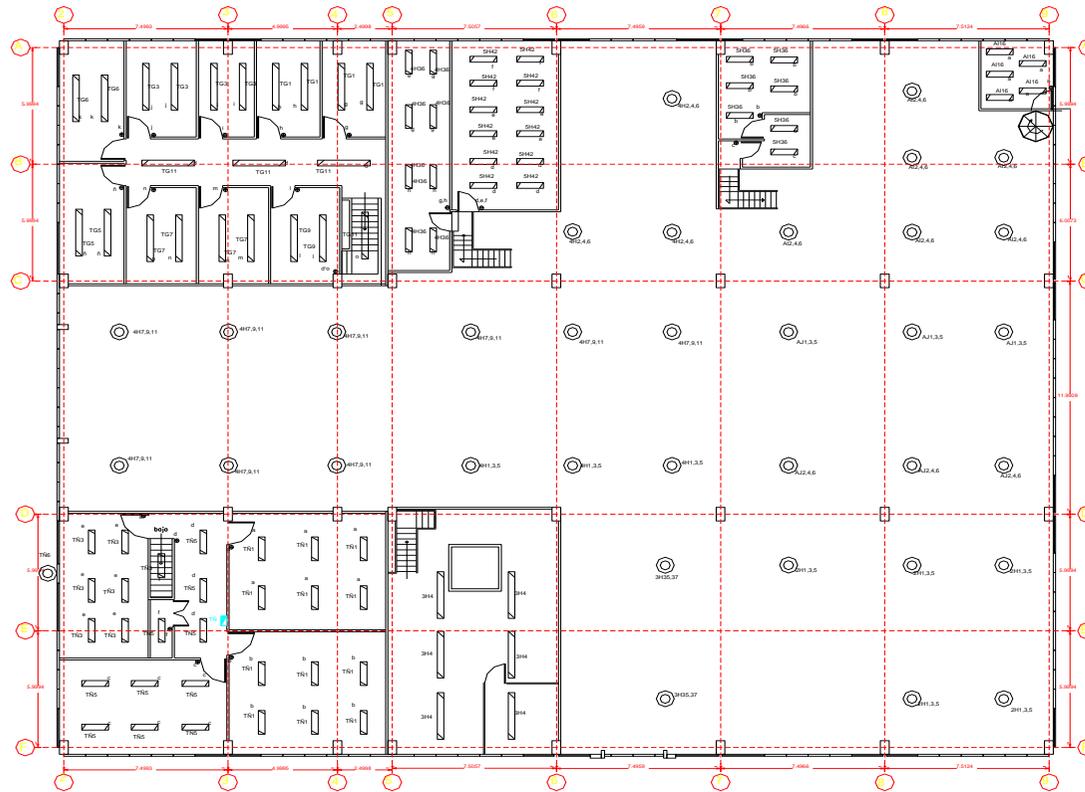
TALLER NIVEL 1



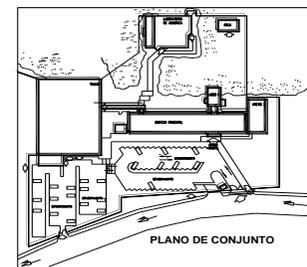
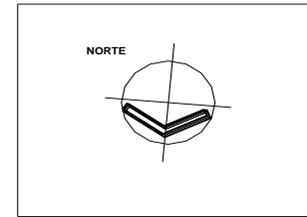
- SIMBOLOGIA**
- ARQUADOR BENCILLO EN MURO 15x120V. SOBRE CHALLIPA
 - LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 6x6x6 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 20W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 4X20W. 127V. 60Hz.
 - LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 6x6x6 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 30W. BALASTRO ELECTRONICO DE 2X32W. 127V. 60Hz.
 - LUMINARIA TIPO SOBREPONER EN GABINETE DE 1.2X0.3 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 50W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 2X39W. 127V. 60Hz.
 - LUMINARIA TIPO SOBREPONER EN GABINETE DE 2.3X0.3 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 75W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 2X71W. 127V. 60Hz.
 - LUMINARIA CIRCULAR DE 0.6m DE DIAMETRO SUSPENDIDA EN TECHO CON UNA LAMPARA DE HID. DE 400W. A.M. 220V. 60Hz.
 - ⊗ LUMINARIA TIPO SOBREPONER CON UN FOCO INCANDESCENTE SOBRE SOCKET DE 60W. 120V. 60Hz.
- 31 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 32 POLOS. 100A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A. CAJA MOLDEADA. 3-1/0 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA. ALIMENTA EL TABLERO TL.
 - 32 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 38 POLOS. 100A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A. CAJA MOLDEADA. 4-2/0 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
 - 33 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 40 POLOS. 100A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A. CAJA MOLDEADA. 3-4/0 AWG. NEUTRO 1-2/0 K.C.M. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. CON ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA. ALIMENTA TABLERO T1.
 - 34 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 42 POLOS. 250A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A. CAJA MOLDEADA. 4-4/0 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
 - 35 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 40 POLOS. 50A. 2F-3H. 4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL. CAJA MOLDEADA. 3-6 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
 - 36 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 35 POLOS. 100A. 3F-4H. SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL. CAJA MOLDEADA. 4-4/0 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
 - 37 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 23 POLOS. 100A. 3F-4H. SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL. CAJA MOLDEADA. 4-2 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
 - 38 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 40 POLOS. 100A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X25 A. CAJA MOLDEADA. 4-2/0 K.C.M. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
 - 39 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 20 POLOS. 100A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL. CAJA MOLDEADA. 4-4 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
 - 40 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 22 POLOS. 100A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL. CAJA MOLDEADA. 4-4 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERORIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.



PROYECTO E. S. A. E. F. T. S. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAYAMA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD PLAN DE ALUMBRADO TALLER NIVEL 1 PREPARADO POR: [Nombre] REVISADO POR: [Nombre]		FECHA: [Fecha] ESCALA: [Escala]
--	--	------------------------------------



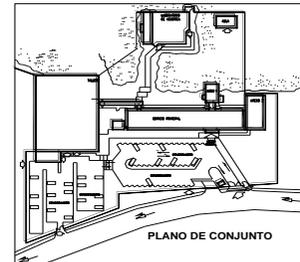
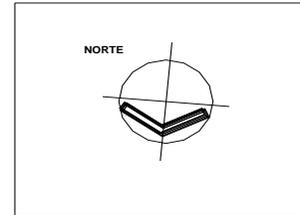
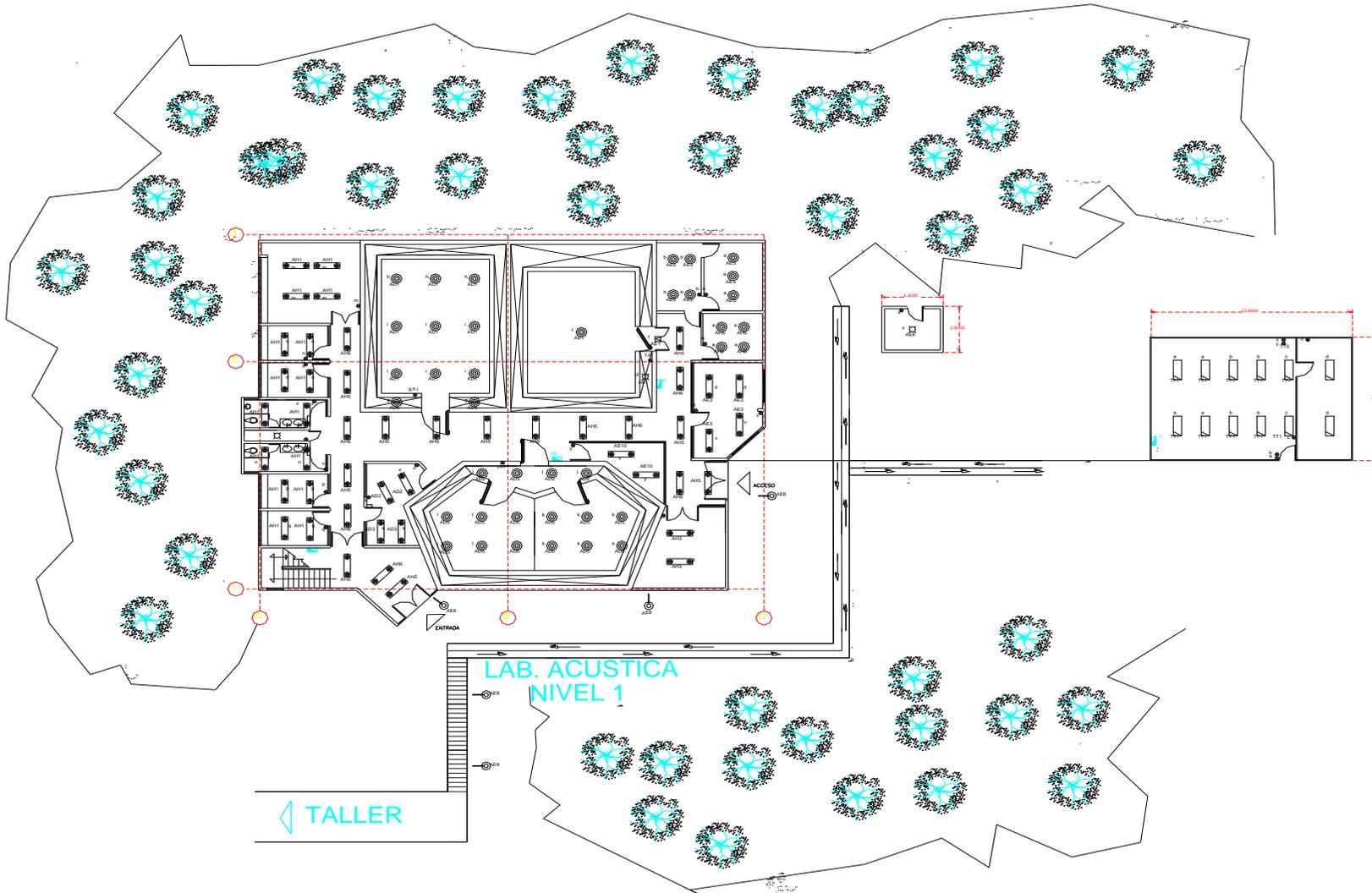
TALLER
NIVEL 2



SIMBOLOGIA

- APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A.120V. SOBRE CHALLIPA
- LUMINARIA TIPO SOBREPONER EN GABINETE DE 1.22X0.3 m.
- ELECTROMAGNETICO DE 2X3W. 127V. 60HZ.
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 2.3X0.3 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES T12 DE 75W. BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE 2X3W. 127V. 60HZ.
- LUMINARIA CIRCULAR DE 0.5m DE DIAMETRO. SUSPENDIDA EN TECHO CON UNA LAMPARA DE HID. DE 400W. A.M. 220V. 60HZ.
- TABLERO ELECTRICO DE ALAMBRAO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60HZ. 8 POLOS. 50A. 3F-4L. SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL. CABLE MOLDEADA. 4# AVG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.

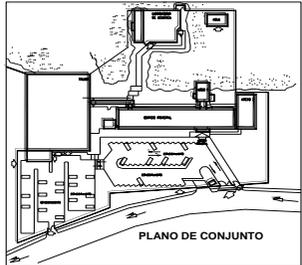
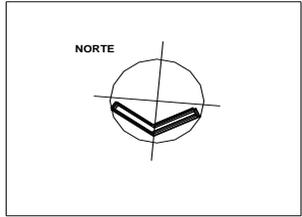
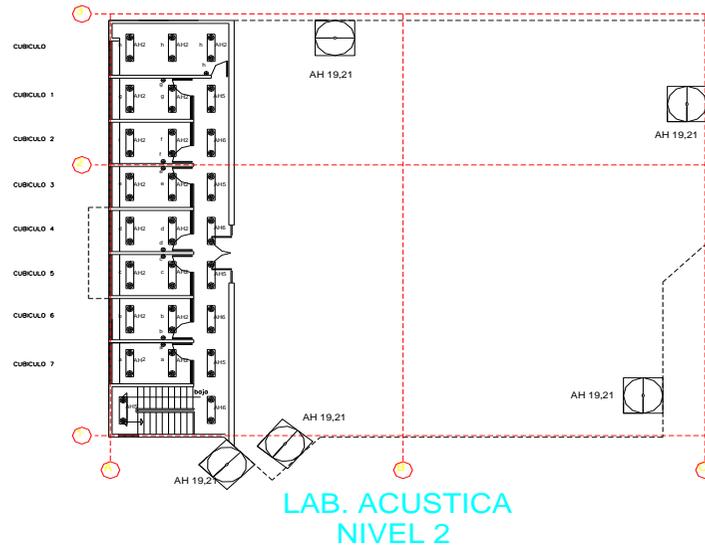
ELABORADO POR: [Nombre]		ELABORADO POR: [Nombre]	
ESCALA: 1:1		FECHA: [Fecha]	
INSTITUCION:			
DEPARTAMENTO:			
CARRERA:			
TITULO:			
ASIGNATURA:			
PROFESOR:			
ALUMNO:			
CALIFICACION:			



SIMBOLOGIA

- APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A-120V. SOBRE CHALUPA
- LUMINARIA CIRCULAR EN POSTE. CON 1 LAMPARA FLUORESC. AHORRADORA TIPO TWISTER DE 20W. TIPO INTEGRADA 120V.
- LUMINARIA TIPO SOBREPONER CON UN FOCO INCANDESCENTE SOBRE SOCKET DE 80W. 120V 60HZ.
- LUMINARIA TIPO SOBREPONER EN GABINETE DE 0.6X0.2 m. CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES DE 20W. BALASTRO INTEGRADO TIPO TWISTER. 127V 60HZ.
- LUMINARIA CIRCULAR EN POSTE PARA INTemperie. CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE AHORRADORA TIPO TWISTER DE 40W. TIPO INTEGRADA 120V 60HZ.
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR EN GABINETE DE 1.2X0.2 m. CON 1 LAMPARA FLUORESCENTE T8 DE 50W. BALASTRO ELECTRONICO DE 1'X3'2W. 127V 60HZ.
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60HZ. 20 POLOS. 100A. 3P-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 35100 A. CAJA MOLDEADA. 4-10 ANOS. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60HZ. 12 POLOS. 50A. 3P-4H. SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL. CAJA MOLDEADA. 4.2 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60HZ. 4 POLOS. 50A. 2P-3H. SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL. CAJA MOLDEADA. 5.6 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.

ELABORADO POR [Nombre] [Fecha]	REVISADO POR [Nombre] [Fecha]
PROYECTO	
CLIENTE	
UBICACION	
FECHA	
ESCALA	
PROYECTO DE INGENIERIA	
INSTITUCION EDUCATIVA	
CIUDAD UNIVERSITARIA	
PROYECTO DE INGENIERIA	
FECHA	
IDENTIFICACION DE CARGA	
IDENTIFICACION DE CARGA	
IDENTIFICACION DE CARGA	

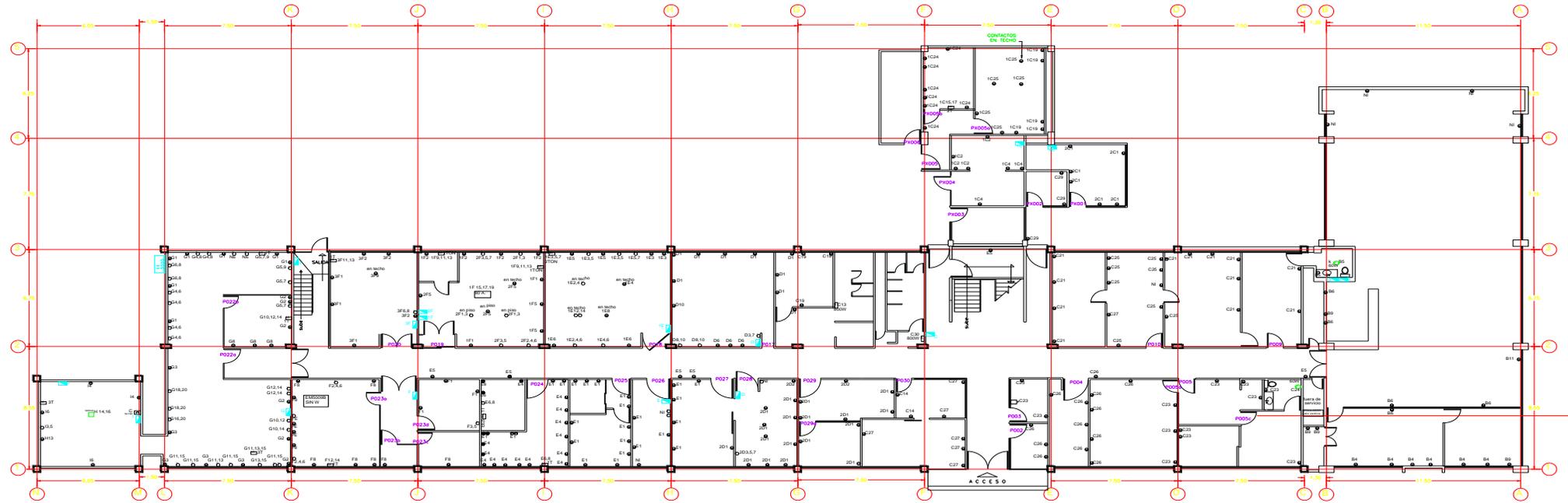


SIMBOLOGIA

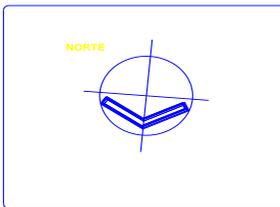
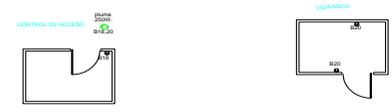
- APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A-120V. SOBRE CHALLUPA
- ☐ LUMINARIA EN CORNIZA, CON 1 LÁMPARA DE HID DE 250W. ADITIVOS METÁLICOS 220V. 60HZ.
- ☐ LUMINARIA TIPO SOBREPONER EN GABINETE DE 8.8X0.2 m. CON 2 LÁMPARAS FLUORESCENTES DE 20W. BALASTRO INTEGRADO, TIPO TWISTER, 127V. 60HZ.

INSTITUCIÓN INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS		PROYECTO LABORATORIO DE ACÚSTICA	
FECHA 15/05/2018		ESCALA 1:100	
PROYECTANTE [Logo]		REVISOR [Logo]	
UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		INSTITUTO INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS	
DEPARTAMENTO DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS		PROYECTO LABORATORIO DE ACÚSTICA	
FECHA 15/05/2018		ESCALA 1:100	

CONTACTOS



EDIF.PRINCIPAL NIVEL 1



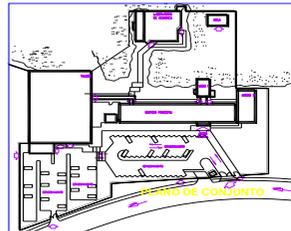
SIMBOLOGIA

- RECEPTÁCULO MONOFÁSICO DUPLEX POLARIZADO 15A, 127V, 60HZ, 1F-2H, 200W, CON CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA, UBICADO A 0.3 m S.N.P.T.
- RECEPTÁCULO MONOFÁSICO SENCILLO 15A, 127V, 60HZ, 1F-2H, 200W, SIN CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA, UBICADO A 0.3 m S.N.P.T.
- NI CIRCUITO NO IDENTIFICADO, NO ENERGIZADO.
- RECEPTÁCULO SIMPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA 220V, 60HZ, 2F-3H, 500W
- RECEPTÁCULO SIMPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA, 220V, 60HZ, 3F- H, 1000W
- ⊕ MOTOR ELÉCTRICO, CAPACIDAD INDICADA, MONOFÁSICO 120V, 60HZ.
- ⊖ AIRE ACONDICIONADO MINISPLIT O UNIDAD DE VENTANA, 220V, 60HZ, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- CUCHILLAS DESCONECTADORAS CON FUSIBLES INDICADOS.

- ⊞ INTERRUPTOR EN CAJA MOLDEADA DE CAPACIDAD INDICADA.
- ⊞ SECAMANOS MONTADO EN MURO 120V, 60HZ, 800W.
- ⊞ EQUIPO DE APLICACION ESPECIAL CON POTENCIA INDICADA.
- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 20 POLOS, 100A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3050 A, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 20 POLOS, 100A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3050 A, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.

- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 22 POLOS, 100A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X100 A, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 29 POLOS, 100A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X100 A, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 2 POLOS, 50A, 1F-2H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 2-10 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 22 POLOS, 100A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X100 A, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.

- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 19 POLOS, 100A, 3F-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 19 POLOS, 100A, 3F-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 7 POLOS, 50A, 3F-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- ⊞ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60HZ, 13 POLOS, 50A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X150 A, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.

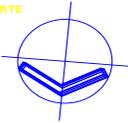


INSTRUMENTOS Y EQUIPO		MATERIALES	
1	RECEPTÁCULO MONOFÁSICO DUPLEX POLARIZADO	1	INTERRUPTOR EN CAJA MOLDEADA
2	RECEPTÁCULO MONOFÁSICO SENCILLO	2	SECAMANOS MONTADO EN MURO
3	RECEPTÁCULO SIMPLE CON SALIDA POLARIZADA	3	EQUIPO DE APLICACION ESPECIAL
4	RECEPTÁCULO SIMPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA	4	TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS (VARIAS ESPECIFICACIONES)
5	MOTOR ELÉCTRICO	5	TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS (VARIAS ESPECIFICACIONES)
6	AIRE ACONDICIONADO MINISPLIT	6	TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS (VARIAS ESPECIFICACIONES)
7	CUCHILLAS DESCONECTADORAS	7	TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS (VARIAS ESPECIFICACIONES)



EDIF. PRINCIPAL
NIVEL 2

NORTE

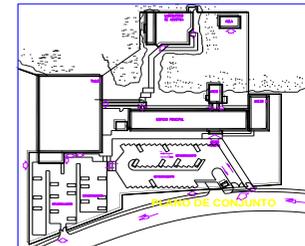


SIMBOLOGIA

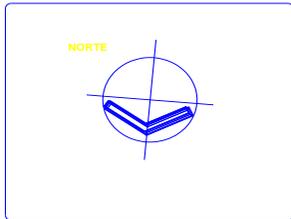
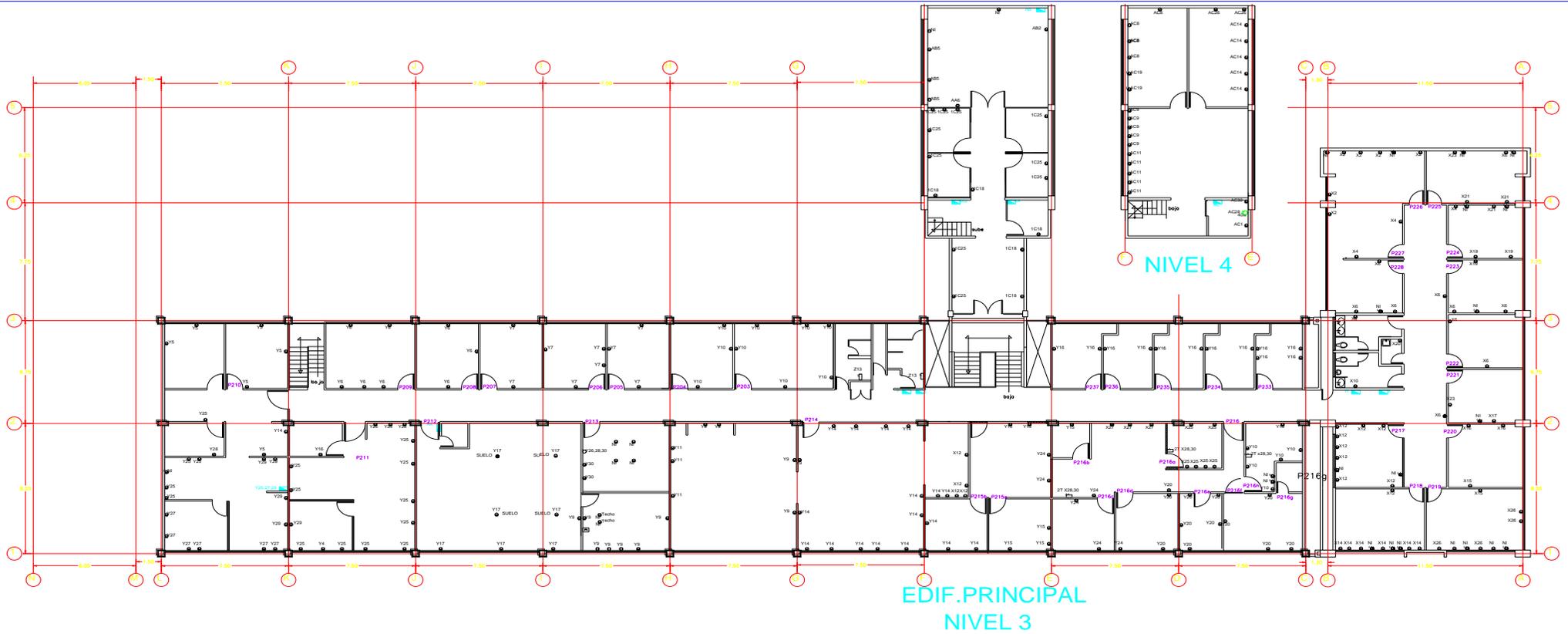
- RECEPTÁCULO MONOFÁSICO DUPLEX POLARIZADO 15A, 127V, 60HZ, 1F-2H, 200W, CON CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA, UBICADO A 0.3 m S.M.P.T.
- RECEPTÁCULO MONOFÁSICO SENCILLO 15A, 127V, 60HZ, 1F-2H, 200W, SIN CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA, UBICADO A 0.3 m S.M.P.T.
- CIRCUITO NO IDENTIFICADO, NO ENERGIZADO.
- RECEPTÁCULO SIMPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA 220V, 60HZ, 3F-3H, 500W
- RECEPTÁCULO SIMPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA 220V, 60HZ, 3F-3H, 1000W
- MOTOR ELÉCTRICO, CAPACIDAD INDICADA, MONOFÁSICO 120V, 60HZ.
- AIRE ACONDICIONADO, MINISPLIT O UNIDAD DE VENTANA, 220V, DE CAPACIDAD INDICADA.
- RECEPTÁCULO MÚLTIPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA AISLADA.
- SECAMANOS MONTADO EN MURO 120V, 60HZ, 800W.

- K** TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 21 POLOS, 100A, 3F-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4-2 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, CATALOGO N000448M1000U, SIN ATERRIZAJE, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- M** TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 4 POLOS, 50A, 2F-3H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 3-10 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAJE, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- N** TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 5 POLOS, 50A, 2F-3H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 3-10 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAJE, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- R** TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 19 POLOS 100A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3050 A, CAJA MOLDEADA, 4-2 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAJE, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.

- TR** TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 18 POLOS 100A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3050 A, CAJA MOLDEADA, 3-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAJE, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
- S** TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 7 POLOS 50A, 3F-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4-8 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAJE, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.



SE. TIERRAS DE ORO S.A.S.		SE. INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
PROYECTO		E. P. N. 4. 2. 1. 7	
FECHA		2020	
AUTOR		ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
DISEÑADOR		ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
REVISOR		ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
APROBADO		ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
AUTORIZADO		ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
SE. TIERRAS DE ORO S.A.S.		SE. INGENIERIA Y ARQUITECTURA	



SIMBOLOGIA

RECEPTÁCULO MONOFÁSICO DUPLEX POLARIZADO 15A, 127V, 60HZ.
 ② 1F-2H, 200W, CON CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA. UBICADO A 0.3 m S.N.I.P.T.

RECEPTÁCULO MONOFÁSICO SENCILLO 15A, 127V, 60HZ, 1F-2H, 200W, SIN CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA. UBICADO A 0.3 m S.N.I.P.T.

NI CIRCUITO NO IDENTIFICADO, NO ENERGIZADO.

MOTOR ELÉCTRICO, CAPACIDAD INDICADA, MONOFÁSICO 120V, 60HZ.

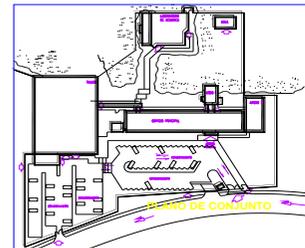
AIRE ACONDICIONADO MINISPLIT O UNIDAD DE VENTANA, 220V, DE CAPACIDAD INDICADA.

INTERRUPTOR EN CAJA MOLDEADA DE CAPACIDAD INDICADA.

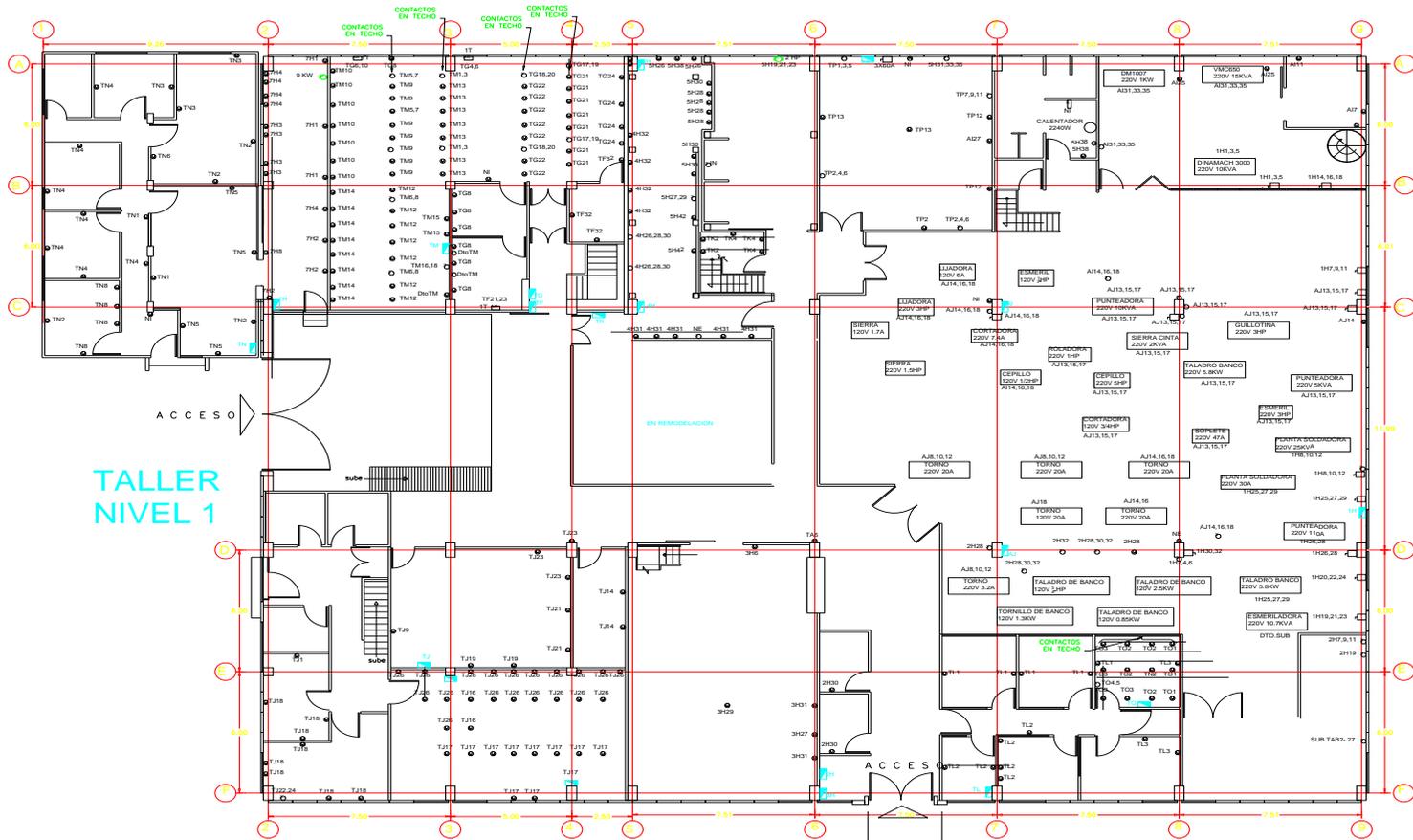
RECEPTÁCULO MÚLTIPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA AISLADA.

SECAMANDOS MONTADO EN MURO 120V, 60HZ, 800W.

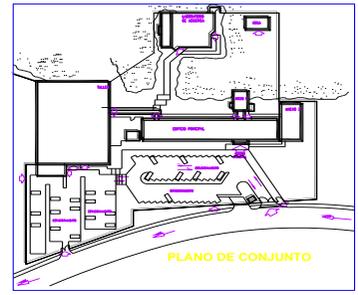
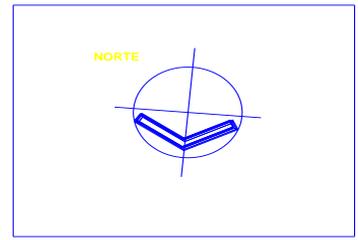
TABLEROS ELÉCTRICOS DE CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220V/127 V, 60HZ, 12 PÓLOS SGA, 3F-4L, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X100 A, CAJA MOLDEADA, 4E AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, CATALOGO NOC442MFR001, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.



EL PROYECTO DE: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE GUAYAMA FECHA: 10/05/2023		EL DISEÑO DE: ING. CARLOS RAMÍREZ FECHA: 10/05/2023	
C. A. R. C. E. P. T. O.			
EL PROYECTO DE: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE GUAYAMA FECHA: 10/05/2023		EL DISEÑO DE: ING. CARLOS RAMÍREZ FECHA: 10/05/2023	
EL PROYECTO DE: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE GUAYAMA FECHA: 10/05/2023			



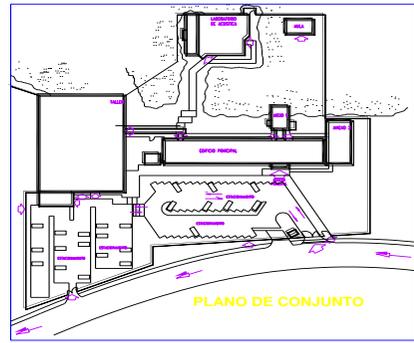
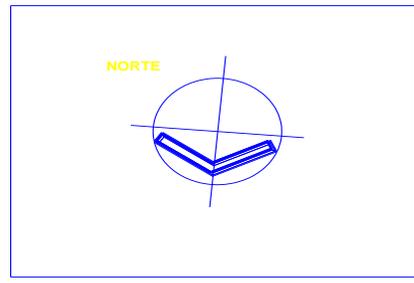
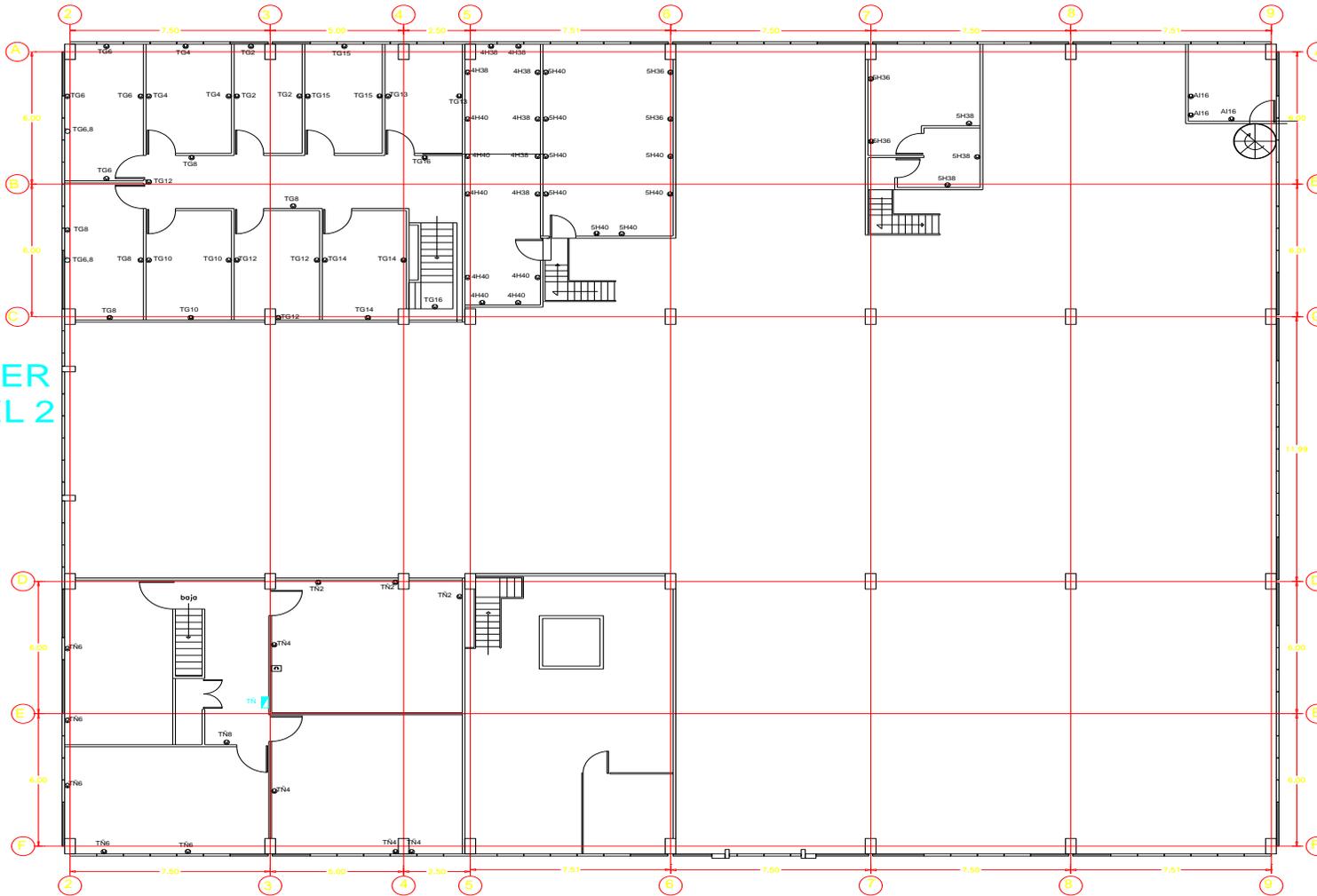
TALLER NIVEL 1



- SIMBOLOGIA**
- ⊙ RECEPTÁCULO MONOFÁSICO DUPLEX POLARIZADO 15A, 127V, 60HZ, 3F-2H, 200W, CON CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA, UBICADO A 0.3 m S.N.P.T.
 - NI CIRCUITO NO IDENTIFICADO, NO ENERGIZADO.
 - ⊙ RECEPTÁCULO SIMPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA 220V, 60HZ, 2F-3H, 500W
 - ⊙ RECEPTÁCULO SIMPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA 220V, 60HZ, 3F-H, 1000W
 - ⊙ MOTOR ELÉCTRICO, CAPACIDAD INDICADA, MONOFÁSICO 120V, 60HZ.
 - ⊙ AIRE ACONDICIONADO MINISPLIT O UNIDAD DE VENTANA 220V, DE CAPACIDAD INDICADA.
 - ⊙ CUCHILLAS DESCONECTORAS CON FUSIBLES INDICADOS.
 - ⊙ EQUIPO DE APLICACIÓN ESPECIAL CON POTENCIA INDICADA.
 - ⊙ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 32 PÓLOS, 100A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X400 A, CAJA MOLDEADA, 4-6 ANOS, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATÁLOGO, SIN ATERORIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
 - ⊙ TABLERO ELÉCTRICO DE CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 18 PÓLOS, 100A, 3F-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4-6 ANOS, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATÁLOGO, SIN ATERORIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.

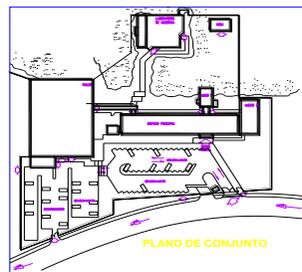
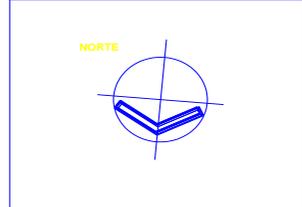
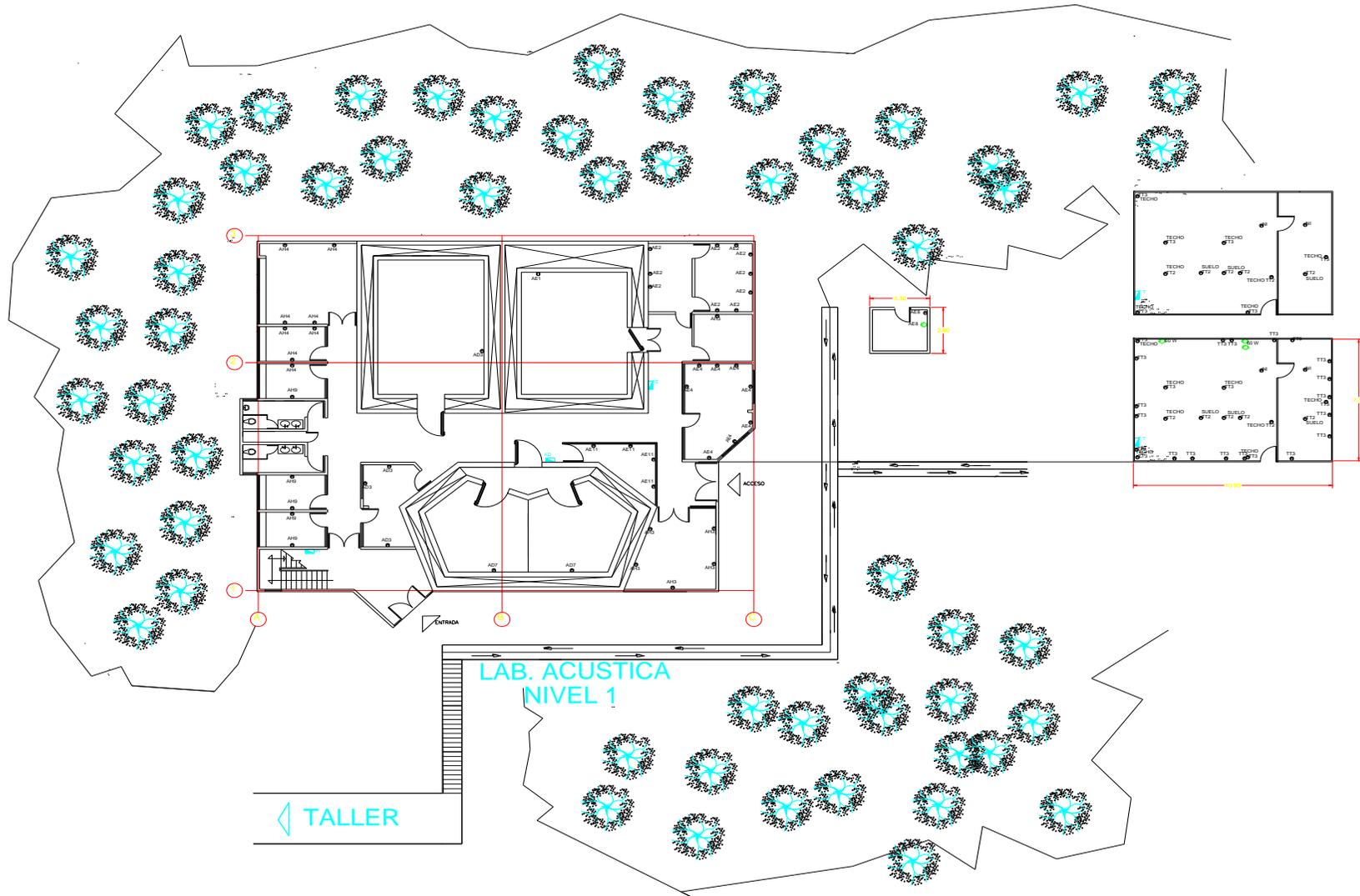
ELABORADO POR: [Nombre]		REVISADO POR: [Nombre]	
FECHA: [Fecha]		PROYECTO: [Proyecto]	
UBICACIÓN: [Ubicación]		REGION: [Región]	
OTROS DATOS: [Otros datos]			
INSTITUCIÓN: [Institución]		PROYECTO: [Proyecto]	
FECHA: [Fecha]		REGION: [Región]	
OTROS DATOS: [Otros datos]			

TALLER NIVEL 2



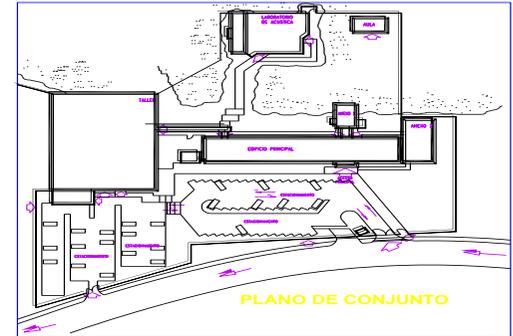
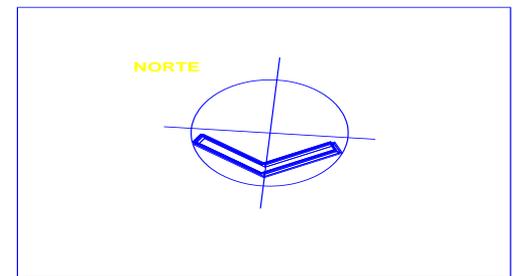
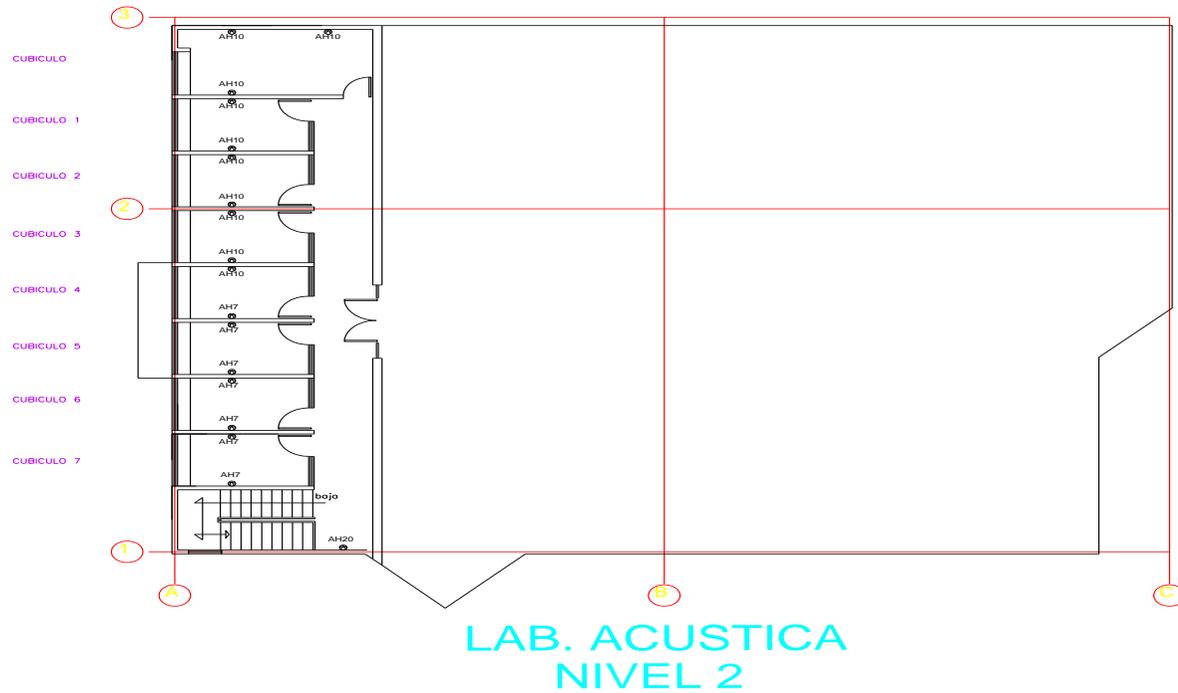
- ### SIMBOLOGIA
- Ⓜ RECEPTÁCULO MONOFÁSICO DUPLEX, POLARIZADO 15A, 127V, 60HZ. 4F-2H, 200W. CON CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA. UBICADO A 0.3 m S.N.P.T.
 - Ⓝ RECEPTÁCULO SIMPLE CON SALIDA POLARIZADA Y TIERRA FÍSICA 220V, 60Hz. 2F-3H, 500W
 - Ⓢ INTERRUPTOR EN CAJA MOLDEADA DE CAPACIDAD INDICADA.
 - Ⓣ TABLERO ELÉCTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz., 6 POLOS, 50A, 3F-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4-6 AWG, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATÁLOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.

Ing. FRANCISCO DE PAZ SUAREZ <small>Ingeniero de Electricidad</small>		Ing. ANDRÉS SANCHEZ CHAVEZ <small>Ingeniero de Electricidad</small>	
Nombre: _____		Fecha: _____	
Ciudad: _____		Estado: _____	
C. O. B. C. E. E. T. O.			
INSTITUCIÓN: CENTRO DE CAPACITACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO		PROYECTO: MODERNIZACIÓN ELÉCTRICA	
UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA		ESCALA: 1:500	
PLANO: PLANO ELÉCTRICO		FECHA: 15/05/2024	
TÍTULO: INSTALACIÓN DE CABLEADO ESTRUCTURAL		HOJA: 13	
Ing. FRANCISCO DE PAZ SUAREZ		Ing. ANDRÉS SANCHEZ CHAVEZ	



- SIMBOLOGIA**
- RECEPTÁCULO MONOFÁSICO DUPLEX POLARIZADO 15A, 127V, 60HZ, 1F-2H, 200W, CON CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA, UBICADO A 0.3 m S.N.P.T.
 - RECEPTÁCULO MONOFÁSICO SENCILLO 15A, 127V, 60HZ, 1F-2H, 200W, SIN CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA, UBICADO A 0.3 m S.N.P.T.
 - NI CIRCUITO NO IDENTIFICADO, NO ENERGIZADO.
 - MOTOR ELÉCTRICO, CAPACIDAD INDICADA, MONOFÁSICO 120V, 60HZ.
 - TABLEROS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 21 POLOS, 100A, 3F-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 30/100 A, CAJA MOLDEADA, 4-10 AVDO, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
 - TABLEROS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 12 POLOS, 50A, 3F-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4-2 AVDO, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
 - TABLEROS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 4 POLOS, 50A, 3F-3H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4-2 AVDO, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.
 - TABLEROS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSIÓN NORMAL 220/127 V, 60HZ, 4 POLOS, 50A, 3F-3H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 3-4 AVDO, SIN TIERRA FÍSICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FÍSICA.

05. REVISOR E. PARRA SUAREZ 06. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	
07. DISEÑO E. PARRA SUAREZ	08. ASESOR TÉCNICO ORLANDO
09. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	10. REVISOR E. PARRA SUAREZ
11. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	12. REVISOR E. PARRA SUAREZ
13. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	14. REVISOR E. PARRA SUAREZ
15. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	16. REVISOR E. PARRA SUAREZ
17. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	18. REVISOR E. PARRA SUAREZ
19. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	20. REVISOR E. PARRA SUAREZ
21. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	22. REVISOR E. PARRA SUAREZ
23. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	24. REVISOR E. PARRA SUAREZ
25. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	26. REVISOR E. PARRA SUAREZ
27. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	28. REVISOR E. PARRA SUAREZ
29. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	30. REVISOR E. PARRA SUAREZ
31. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	32. REVISOR E. PARRA SUAREZ
33. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	34. REVISOR E. PARRA SUAREZ
35. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	36. REVISOR E. PARRA SUAREZ
37. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	38. REVISOR E. PARRA SUAREZ
39. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	40. REVISOR E. PARRA SUAREZ
41. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	42. REVISOR E. PARRA SUAREZ
43. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	44. REVISOR E. PARRA SUAREZ
45. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	46. REVISOR E. PARRA SUAREZ
47. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	48. REVISOR E. PARRA SUAREZ
49. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	50. REVISOR E. PARRA SUAREZ
51. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	52. REVISOR E. PARRA SUAREZ
53. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	54. REVISOR E. PARRA SUAREZ
55. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	56. REVISOR E. PARRA SUAREZ
57. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	58. REVISOR E. PARRA SUAREZ
59. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	60. REVISOR E. PARRA SUAREZ
61. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	62. REVISOR E. PARRA SUAREZ
63. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	64. REVISOR E. PARRA SUAREZ
65. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	66. REVISOR E. PARRA SUAREZ
67. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	68. REVISOR E. PARRA SUAREZ
69. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	70. REVISOR E. PARRA SUAREZ
71. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	72. REVISOR E. PARRA SUAREZ
73. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	74. REVISOR E. PARRA SUAREZ
75. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	76. REVISOR E. PARRA SUAREZ
77. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	78. REVISOR E. PARRA SUAREZ
79. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	80. REVISOR E. PARRA SUAREZ
81. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	82. REVISOR E. PARRA SUAREZ
83. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	84. REVISOR E. PARRA SUAREZ
85. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	86. REVISOR E. PARRA SUAREZ
87. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	88. REVISOR E. PARRA SUAREZ
89. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	90. REVISOR E. PARRA SUAREZ
91. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	92. REVISOR E. PARRA SUAREZ
93. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	94. REVISOR E. PARRA SUAREZ
95. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	96. REVISOR E. PARRA SUAREZ
97. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	98. REVISOR E. PARRA SUAREZ
99. ASESOR TÉCNICO ORLANDO	100. REVISOR E. PARRA SUAREZ

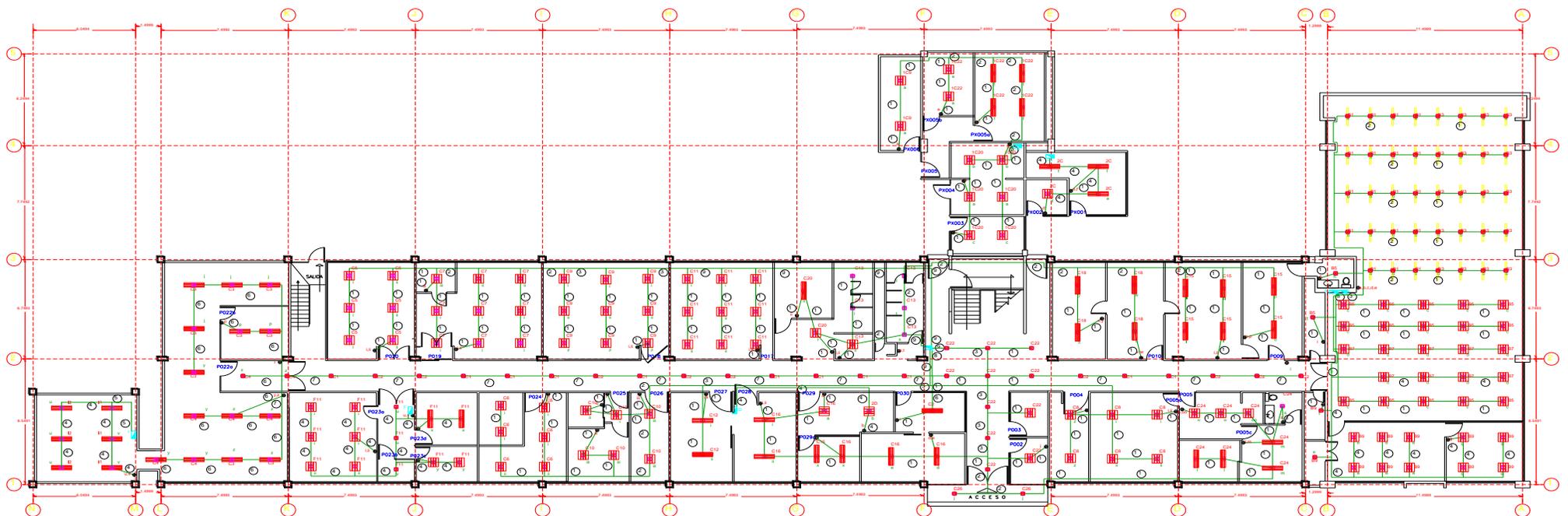


SIMBOLOGIA

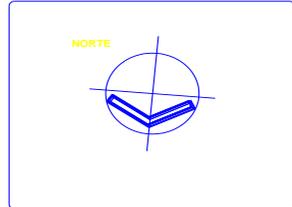
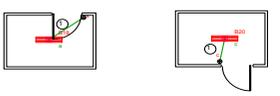
RECEPTÁCULO MONOFÁSICO DUPLEX POLARIZADO 15A, 127V, 60HZ.
 1F-2H, 200W, CON CONEXIÓN A TIERRA FÍSICA. UBICADO A 0.3 m
 S.N.P.T.

NO. FRANCISCO DE PABLO GALÁN <small>PROYECTO</small>		NO. AGUSTO SANCHEZ CRIVENS <small>REVISOR</small>	
REVISIÓN	C O N C E P T O	FECHA:	
	INSTITUCIÓN: CENTRO DE CAPACITACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	PROYECTO: CENTRO DE CAPACITACIÓN EN ELECTRICIDAD	FECHA: 04/06/2024
	UBICACIÓN: CIUDAD UNIVERSITARIA	PROYECTO: PLANO ELÉCTRICO DE POTENCIA	FECHA: 04/06/2024
	SECCIÓN: ADMINISTRATIVA	CONTENIDO: IDENTIFICACIÓN DE CARGA	FECHA: 04/06/2024
	PROYECTO: IDENTIFICACIÓN DE CARGA	FECHA: 04/06/2024	FECHA: 04/06/2024
NO. FRANCISCO DE PABLO GALÁN <small>PROYECTO</small>	NO. OSMAR FRANCISCO URBANO SOBRÓN <small>PROYECTO</small>	NO. JUAN CARLOS FUENTES ORTEGA <small>PROYECTO</small>	NO. FRANCISCO MARQUELINO BARRA <small>PROYECTO</small>

PLANOS CON EL SISTEMA ELÉCTRICO EFICIENTE.



PLANTA BAJA



- SIMBOLOGIA**
- APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A/120V. SOBRE CHALUPA
 - LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 115mm X 252mm X 55mm. CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 28W. BALASTRO ELECTRONICO DE 3528H. 127 V. 60 HZ.
 - LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 85mm X 105mm X 55mm. CON TRES LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 14W. BALASTRO ELECTRONICO DE 3X14W. 127-277 V. 60 HZ.
 - LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 130mm X 225mm X 160 mm. CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DUAL END 10322B T5 DE 28W. BALASTRO ELECTRONICO DE 1X126W. 127-277 V. 60 HZ.
 - LUMINARIA TIPO SUSPENDIDO DE 115mm X 120mm X 98mm. CON CUATRO LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 9W. BALASTRO ELECTRONICO DE 4X56W. 127-277 V. 60 HZ.

- CAJA DECONEXIONES CUADRADA GALVANIZADA CON TAPA
- INDICA CONDUIT QUE SUBE
- INDICA CONDUIT QUE BAJA
- INDICA EMPALME EN CAJA CUADRADA GALVANIZADA.
- CONDUIT PARED GRIESA GALVANIZADA POR TECHO Y/O MURO. SE INDICA DIAMETRO Y NUMERO DECONDUCTORES.

- 1 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 24 POLOS. 100A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X100 A. CAJA MOLDEADA. 4-6 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. CATALOGO NQD-424100CUE. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- 2 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 30 POLOS. 100A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X100 A. CAJA MOLDEADA. 4-2 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- 3 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 17 POLOS. 50A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X50 A. CAJA MOLDEADA. 4-6 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.

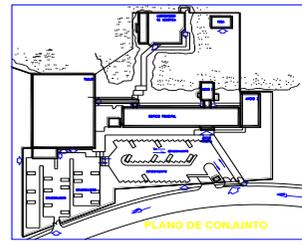
- 1 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 7 POLOS 50A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X100 A. CAJA MOLDEADA. 4-6 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- 2 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 42 POLOS. 250A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X225 A. CAJA MOLDEADA. 4-3/0 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- 3 TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V. 60Hz. 19 POLOS. 50A. 3F-4H. INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X50 A. CAJA MOLDEADA. 4-6 AWG. SIN TIERRA FISICA. MARCA SQUARE D. SIN DATOS DE CATALOGO. SIN ATERRIZAR. CON BARRA DE TIERRA FISICA.

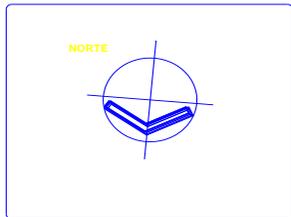
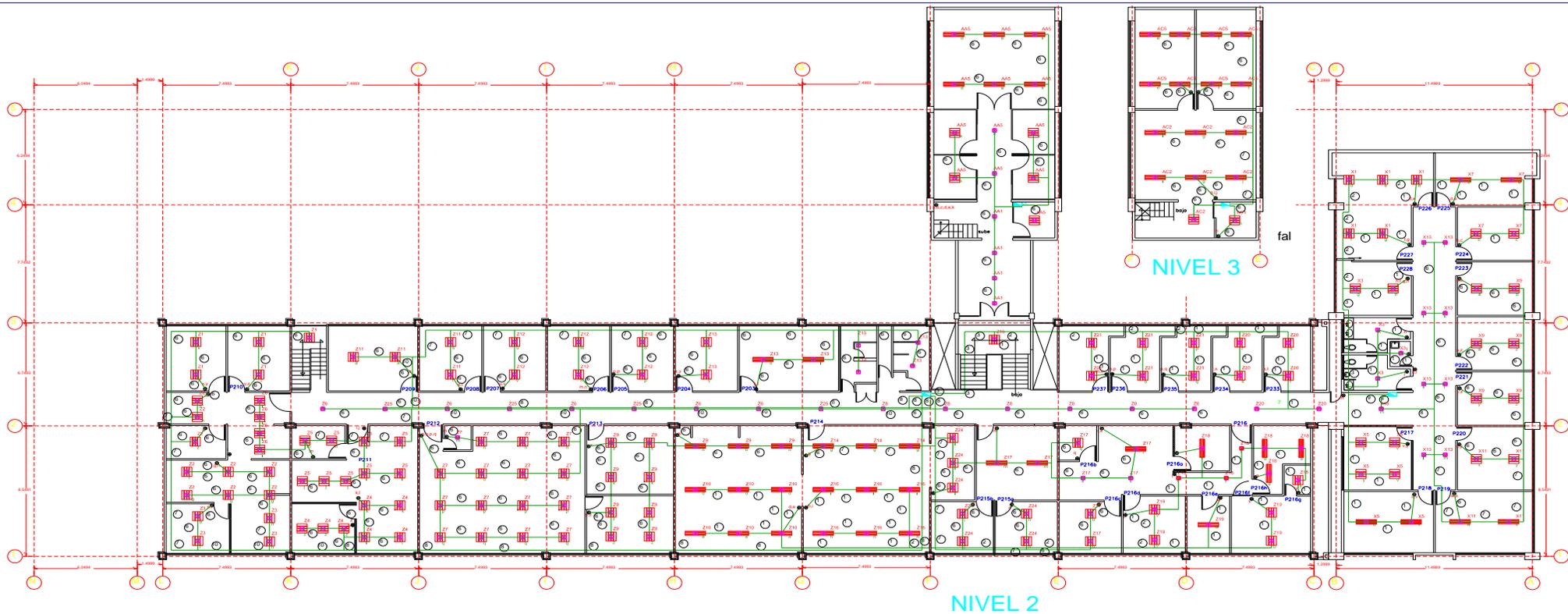
CEDULA DE CABLEADO ALUMBRADO

1	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT
2	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT
3	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT
4	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT
5	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT
6	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT
7	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT
8	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT
9	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT
10	1/2" EMT	3/4" EMT	1/2" EMT

PROYECTO: [] CLIENTE: [] FECHA: []

ELABORADO: [] REVISADO: [] APROBADO: []





SIMBOLOGIA

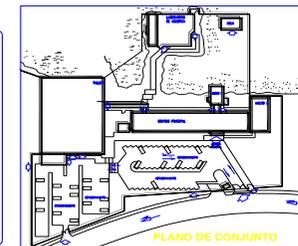
- APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A 120V, SOBRE CHALUPA
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 119mm X 292mm X 55mm, CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 29W, BALASTRO ELECTRONICO DE 2X28W, 127 V, 60 HZ.
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 605m X 605m X 55mm, CON TRES LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 14W, BALASTRO ELECTRONICO DE 3X14W, 127-277 V, 60 HZ.
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 120mm X 225mm X 180 mm, CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD222/B T5 DE 29W, BALASTRO ELECTRONICO DE 1X120W, 127-277 V, 60 HZ.
- LUMINARIA TIPO SUSPENDIDO DE 1166mm X 320mm X 96mm, CON CUATRO LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 60W, BALASTRO ELECTRONICO DE 4X36W, 127-277 V, 60 HZ.

- CAJA DECONEXIONES CUADRADA GALVANIZADA CON TAPA
- INDICA CONDUIT QUE SUBE
- INDICA CONDUIT QUE BAJA
- INDICA EMPALME EN CAJA CUADRADA GALVANIZADA
- CONDUIT PARED GUESA GALVANIZADA POR TECHO Y/O MURO, SE INDICA DIAMETRO Y NUMERO DECONDUCTORES.

■ TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz., 34 POLOS 100A, 3P-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X400 A, CAJA MOLDEADA, 4-500 K.C.M., SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, CATALOGO LA400M61A, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA.

■ TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz., 30 POLOS 100A, 3P-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X400 A, CAJA MOLDEADA, 4-500 K.C.M., SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, CATALOGO LA400M61A, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA.

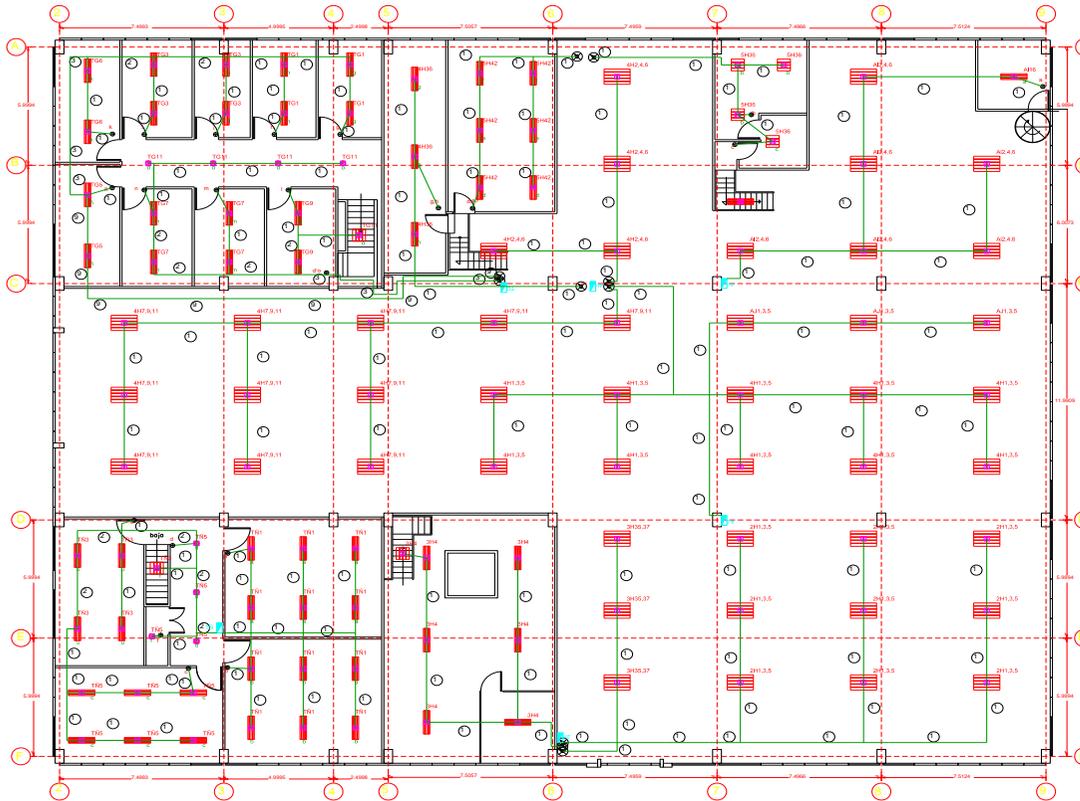
■ TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz., 30 POLOS 100A, 3P-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X400 A, CAJA MOLDEADA, 4-500 K.C.M., SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, CATALOGO LA400M61A, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA.



CEDULA DE CABLEADO ALUMBRADO

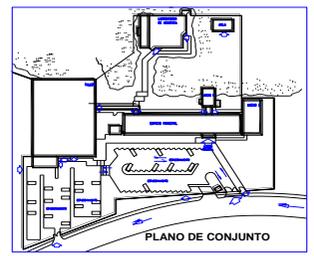
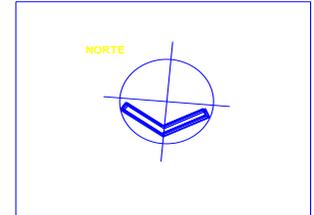
- | | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| ○ 1x12 AWG | ○ 1x27mm | ○ 1x27mm | ○ 1x27mm |
| ○ 1x18 AWG | ○ 1x12 AWG | ○ 1x12 AWG | ○ 1x12 AWG |
| ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG |
| ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG |
| ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG |
| ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG |
| ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG |
| ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG | ○ 1x18 AWG |

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
1x12 AWG	1	COND	1
1x18 AWG	1	COND	1
1x27mm	1	COND	1
1x12 AWG	1	COND	1
1x18 AWG	1	COND	1
1x27mm	1	COND	1
1x12 AWG	1	COND	1
1x18 AWG	1	COND	1
1x27mm	1	COND	1
1x12 AWG	1	COND	1
1x18 AWG	1	COND	1
1x27mm	1	COND	1
1x12 AWG	1	COND	1
1x18 AWG	1	COND	1
1x27mm	1	COND	1



TALLER NIVEL 2

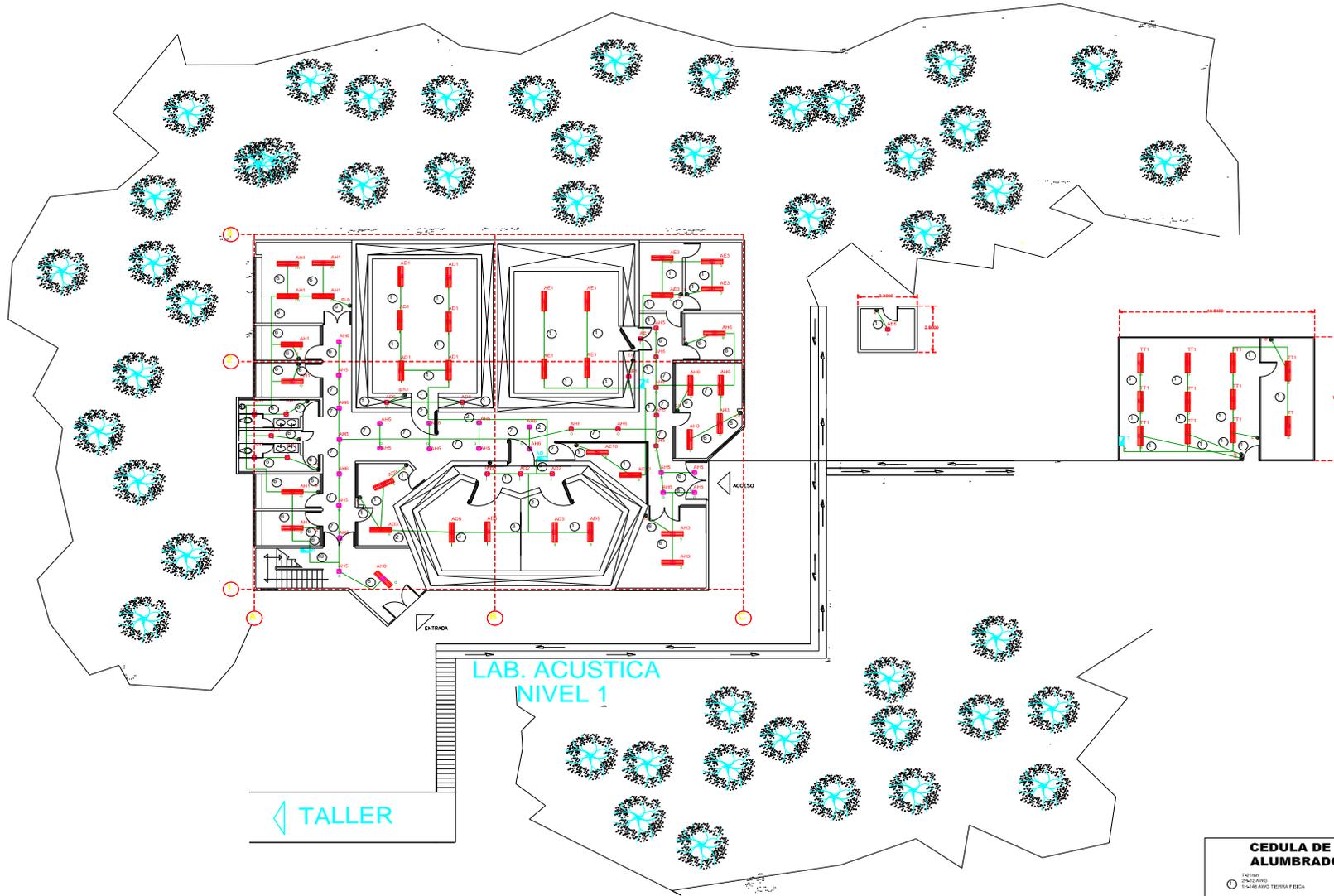
CEDULA DE CABLEADO ALUMBRADO	
<ul style="list-style-type: none"> T21mm 10x2 AWG TIERRA 155CA T22mm 10x2 AWG 10x168 AWG T23mm 10x12 AWG 10x148 AWG T24mm 10x14 AWG 10x128 AWG T25mm 10x16 AWG 10x108 AWG T26mm 10x18 AWG 10x88 AWG T27mm 10x20 AWG 10x68 AWG T28mm 10x22 AWG 10x48 AWG T29mm 10x24 AWG 10x28 AWG T30mm 10x26 AWG 10x8 AWG 	<ul style="list-style-type: none"> T31mm 8x2 AWG 10x168 AWG T32mm 8x4 AWG 10x148 AWG T33mm 8x6 AWG 10x128 AWG T34mm 8x8 AWG 10x108 AWG T35mm 8x10 AWG 10x88 AWG T36mm 8x12 AWG 10x68 AWG T37mm 8x14 AWG 10x48 AWG T38mm 8x16 AWG 10x28 AWG T39mm 8x18 AWG 10x8 AWG



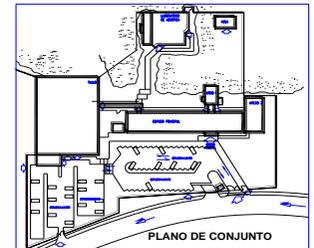
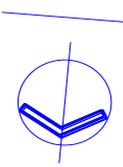
- SIMBOLOGIA**
- APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A, 120V, SOBRE CHALLUPA
 - LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 119mm X 292mm X 55mm, CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 28W, BALASTRO ELECTRONICO DE 2X28W, 127 V, 60 HZ.
 - LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 605m X 605m X 55mm, CON TRES LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 14W, BALASTRO ELECTRONICO DE 3X14W, 127-277 V, 60 HZ.
 - LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 120mm X 225mm X 180 mm, CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT YD228 T5 DE 28W, BALASTRO ELECTRONICO DE 1X128W, 127-277 V, 60 HZ.
 - LUMINARIA TIPO SUSPENDIDO DE 1196mm X 320mm X 98mm, CON CUATRO LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 80W, BALASTRO ELECTRONICO DE 4X80W, 127-277 V, 60 HZ.

- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz, 8 POLOS, 60A, 3P-4L, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL, CAJA MOLDEADA, 4.8 AWG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- CAJA DE CONEXIONES CUADRADA GALVANIZADA CON TAPA
 - INDICA CONDUIT QUE SUBE
 - INDICA CONDUIT QUE BAJA
 - INDICA EMPALME EN CAJA CUADRADA GALVANIZADA
 - CONDUIT PARED GRUESA GALVANIZADA POR TECHO Y/O MURO, SE INDICA DIAMETRO Y NUMERO DE CONDUCTORES.

REVISION	FECHA	ELABORADO	REVISADO
01	15/05/2024	JUAN PABLO GARCIA	ANDREA GARCIA



NORTE



SIMBOLOGIA

- APAGADOR SENCILLO EN MURO 15A,120V. SOBRE CHALLUPA
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 115mm X 202mm X 55mm. CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 28W. BALASTRO ELECTRONICO DE 2X28W, 127 V, 60 HZ.
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 605mm X 605m X 55mm. CON TRES LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 4W. BALASTRO ELECTRONICO DE 3X14W, 127-277 V, 60 HZ.
- LUMINARIA TIPO EMPOTRAR DE 120mm X 225mm X 180 mm. CON UNA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOWNLIGHT Y0222B T5 DE 26W. BALASTRO ELECTRONICO DE 1X 126W, 127-277 V, 60 HZ.
- LUMINARIA TIPO SUSPENDIDO DE 1166mm X 320mm X 96mm. CON CUATRO LAMPARAS FLUORESCENTES T5 DE 56W. BALASTRO ELECTRONICO DE 4X56W, 127-277 V, 60 HZ.
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz. 21 POLOS, 100A, 3P-4H, INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X100 A, CAJA MOLDEADA, 4-10 AVIG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz. 12 POLOS, 50A, 3P-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL CAJA MOLDEADA, 4-2 AVIG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz. 12 POLOS, 50A, 3P-4H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL CAJA MOLDEADA, 4-2 AVIG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA.
- TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS. TENSION NORMAL 220/127 V, 60Hz. 4 POLOS, 50A, 2P-3H, SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL CAJA MOLDEADA, 4-6 AVIG, SIN TIERRA FISICA, MARCA SQUARE D, SIN DATOS DE CATALOGO, SIN ATERRIZAR, CON BARRA DE TIERRA FISICA.

CEDULA DE CABLEADO ALUMBRADO

141mm 2x14 AWG 10x14 AWG TIERRA FISICA	121mm 2x12 AWG 10x12 AWG	101mm 2x10 AWG 10x10 AWG	81mm 2x8 AWG 10x8 AWG	61mm 2x6 AWG 10x6 AWG	41mm 2x4 AWG 10x4 AWG
121mm 2x12 AWG 10x12 AWG	101mm 2x10 AWG 10x10 AWG	81mm 2x8 AWG 10x8 AWG	61mm 2x6 AWG 10x6 AWG	41mm 2x4 AWG 10x4 AWG	21mm 2x2 AWG 10x2 AWG

AVIG	C O N T A C T O S	POLO
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
31	31	31
32	32	32
33	33	33
34	34	34
35	35	35
36	36	36
37	37	37
38	38	38
39	39	39
40	40	40
41	41	41
42	42	42
43	43	43
44	44	44
45	45	45
46	46	46
47	47	47
48	48	48
49	49	49
50	50	50

DEFINICIONES.

Para efectos de esta tesis, se establecen las definiciones siguientes:

1) Área de trabajo: es el lugar del centro de trabajo donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

2) Brillo: es la intensidad luminosa que una superficie proyecta en una dirección dada, por unidad de área.

3) Condición crítica de iluminación: deficiencia de iluminación en el sitio de trabajo o niveles muy altos que bien pueden requerir un esfuerzo visual adicional del trabajador o provocarle deslumbramiento.

4) Deslumbramiento: Condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

5) Iluminación; iluminancia: es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en luxes. ($E=d\Phi/dA$)

6) Luminaria; luminario: equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas, que incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas, y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica.

7) Luxómetro; Medidor de iluminancia: es un instrumento diseñado y utilizado para medir niveles de iluminación o iluminancia, en luxes.

8) Nivel de iluminación: cantidad de flujo luminoso por unidad de área medido en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en luxes.

9) Puntos focales de las luminarias: es la proyección vertical de la lámpara al plano o área de trabajo con inclinación de 0° , que contiene la dirección del haz de luz.

10) Reflexión: es la luz que incide en un cuerpo y es proyectada o reflejada por su superficie con el mismo ángulo con el que incidió.

11) Sistema de iluminación: es el conjunto de luminarias de un área o plano de trabajo, distribuidas de tal manera que proporcionen un nivel de iluminación específico para la realización de las actividades.

12) Carga eléctrica. Potencia que demanda, en un momento dado, un aparato o máquina o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico. La carga eléctrica puede variar en el tiempo dependiendo del tipo de servicio.

13) Carga total conectada para alumbrado. Es la suma de la potencia en watts, de todos los luminarios y sistemas de iluminación permanentemente instalados dentro de un edificio, para iluminación general, de acento, localizada, decorativa, etc., incluyendo la potencia del balastro.

14) Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA). Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en W/m^2 .

15) Eficacia. Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W).

16) Coeficiente de Utilización: es la relación entre el flujo luminoso emitido por el luminario que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso que emite(n) la(s) lámpara(s) solas del luminario.

17) Luminancia: La luminancia en un punto de una superficie y en una dirección dada, se define como la intensidad luminosa de un elemento de esa superficie, dividida por el área de la proyección ortogonal de este elemento sobre un plano perpendicular a la dirección considerada. La unidad de medida es la candela por metro cuadrado (cd/m^2).

18) Balastro: El balastro, es un dispositivo electrónico, electromagnético o híbrido, que por medio de inductancia, provee un arco de energía necesario para el arranque de la lámpara, además de que limita la corriente.

19) Casquillo: El casquillo es la zona de la bombilla que encaja dentro del portalámparas donde va alojada. Habitualmente es de metal, entre otros materiales, para permitir el paso de electricidad a la bombilla y poder encenderla una vez que esté colocada.

20) Radiación ultravioleta: Se denomina radiación ultravioleta a la energía electromagnética emitida a longitudes de onda menores que la correspondiente a la visible por el ojo humano. Comúnmente proviene del sol o de lámparas de descarga gaseosa. La exposición prolongada de la piel humana a los rayos ultravioletas predispone al desarrollo de cáncer de piel.

21) Temperatura de color: Cuando en una fuente de luz predomina el rojo, se dice que es una luz “cálida”, por el contrario si predomina el azul se dice que es “fría”. En la práctica, para conseguir un ambiente “agradable” a la vista, las fuentes frías requieren niveles de iluminación mayores que las fuentes cálidas.

Las lámparas utilizadas normalmente se dividen en tres grupos de temperaturas de color:

- Blanco cálido. Temperatura de color inferior a 3.300 K.
- Blanco neutro. Entre 3.300 y 5.000 K.
- Luz día. Superior a 5.000 K.

22) Índice de Rendimiento de Color (IRC): Es una medida de la calidad de reproducción de los colores, los objetos lucen diferentes bajo diferentes tipos de luz. El índice de rendimiento de color (IRC), en escala de 0 a 100, es una medida de la capacidad de la lámpara para hacer que los colores luzcan naturales.

Generalmente, entre mayor sea el IRC, mejor lucirán los colores de los objetos.

Una lámpara incandescente y la luz en el día tienen un IRC de 100.

En base a este criterio se clasifican las fuentes de luz artificial. Se dirá que una lámpara tiene un rendimiento cromático óptimo si el IRC está comprendido entre 85 y 100, bueno si está entre 70 y 85 y discreto si lo está entre 50 y 70.

BIBLIOGRAFÍA.

(1981). En E. Carranza Castellanos, *Luminotecnia y sus aplicaciones* (págs. 98-105). México: Plana.

(1995). iluminación eficiente. En M. Raitelli I, *Diseño de iluminación en interiores* (págs. 67-72).

(1999). Enciclopedia CEAC de iluminación. En V. J. Ramírez, *Cómo planificar con luz* (págs. 34-40). ERCO.

(2001). Apuntes de clase. En I. G. Rocha, *Instalaciones Eléctricas 1* (págs. 123-127). CBBA.

Philips. (2009). *Revista Internacional de Luminotecnia* , 45-67

PÁGINAS WEB

(s.f.). Recuperado el lunes de abril de 2011, de Centro de Ciencias aplicadas y desarrollo tecnológico (CCADET): <http://www.cinstrum.unam.mx/inicio.html>

(s.f.). Recuperado el miercoles de abril de 2011, de Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética Vigentes: http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1002_nom_publicadas_vigen

(s.f.). Recuperado el martes de mayo de 2011, de Cálculos de iluminación: <http://es.scribd.com/doc/3892103/A61-METODO-DE-LAS-CAVIDADES-ZONALES-cap>

(s.f.). Recuperado el viernes de junio de 2011, de Tarifas eléctricas en México: www.fte-energia.org/pdf/E206.pdf

(s.f.). Recuperado el jueves de mayo de 2011, de Comisión nacional para el uso de eficiente de la energía: <http://www.conae.gob.mx/wb/>

(s.f.). Recuperado el lunes de junio de 2011, de General Electric: <http://www.geiluminacion.com.mx/>

(s.f.). Recuperado el miercoles de abril de 2011, de International Energy Agency: <http://www.iea.org/>

(s.f.). Recuperado el jueves de abril de 2011, de Litonia Lighting: <http://www.lithonia.com/>

Comisión Federal de Electricidad. (s.f.). Recuperado el miércoles de septiembre de 2011, de Conoce tu tarifa 2011: <http://www.cfe.gob.mx/negocio/conocetarifa/Paginas/Tarifas.aspx>

A continuación se colocan algunas direcciones de páginas de fabricantes de lámparas, luminarias y componentes auxiliares donde encontrarán muchos datos sobre tipos de lámparas y luminarias, ejemplos de proyectos programas de cálculo, direcciones de contacto, etc.

Naturalmente no están todos y se ha procurado poner aquellos que ofrecieran algún elemento de interés como:

Programas de cálculo, manuales, referencias etc.

(s.f.). Recuperado el Miercoles de Julio de 2011, de Carandini: Carandini

(s.f.). Recuperado el Jueves de Julio de 2011, de Philips iluminación: <http://www.lighting.philips.com/>

(s.f.). Recuperado el Viernes de Julio de 2011, de Osram: <http://www.osram.com/>

(s.f.). Recuperado el Viernes de Julio de 2011, de Sylvania: <http://www.sylvania.com/>

(s.f.). Recuperado el Viernes de Febrero de 2011, de Especialidades luminotécnicas S.A.: <http://www.elt.es/>

(s.f.). Recuperado el Miercoles de Febrero de 2011, de Indalux Alumbrado Técnico: <http://www.indal.es>

DOCUMENTOS.

Ramírez Rivero, I. A. (2009). Ahorrar dinero con una iluminación mejor. Mexico D.F.

Philips. (2009). *Revista Internacional de Luminotecnia* , 45-67.