



# **UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

**División de Ciencias e Ingeniería**

## **“Propuesta de automatización del sistema de alumbrado del mercado Ignacio Altamirano para el ahorro de energía”**

Tesis

para obtener el grado de

**Ingeniero en Sistemas de Energía**

Presenta

**Luis Alonzo Soberanis Moreno**

Director de Tesis

**Dr. Freddy Ignacio Chan Puc**

Asesores

**M.C. Emmanuel Torres Montalvo**

**Dr. Victor Manuel Sanchez Huerta**



# UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

---

## División de Ciencias e Ingeniería

Trabajo de Tesis elaborado bajo supervisión del Comité de Asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

### Ingeniero en Sistemas de Energía

Comité de Tesis

**Director:**

---

**Dr. Freddy Ignacio Chan Puc**

**Asesor:**

---

**M.C. Emmanuel Torres Montalvo**

**Asesor:**

---

**Dr. Victor Manuel Sanchez Huerta.**

Chetumal, Quintana Roo, México, Abril de 2013.

# *Dedicatoria*

Esta tesis se la dedico a mis padres Luis D. Soberanis Medrano y a Lorena S. Moreno Monforte, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante en momentos difíciles, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y por el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Esto es para ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos. Espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

# Agradecimientos

Durante la experiencia universitaria y a lo largo de mi trabajo de tesis ha habido personas a quienes doy las gracias porque sin su valiosa aportación y apoyo no hubiera sido posible este trabajo, también hay quienes lo merecen por haber plasmado su huella en mi camino.

Primeramente me gustaría agradecerle a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Agradezco a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial a los profesores M.C. Emmanuel Torres Montalvo, Dr. Freddy Chan Puc, M.E.S. Roberto Acosta Olea, Dr. José Hernández, Dr. Fernando Flores Murrieta, Dr. Bojórquez Báez Inocente, Ing. Gabriel Chan y al Ing. Jesús Álvarez por sus consejos, su enseñanza, su ayuda y más que todo por su amistad.

A mi tutor el Dr. Cesar Cristóbal Escalante por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación me alentaron a lo largo de mis estudios.

Agradezco especialmente a mi asesor M.C. Emmanuel Torres Montalvo y director de tesis el Dr. Freddy Chan Puc por brindarme la oportunidad de desarrollar este trabajo, gracias por su paciencia, apoyo y guía para la realización de mi tesis.

A mi tía Bedy Noemí Moreno Monforte quien me apoyo y fue como una segunda madre para mí.

De igual forma agradezco a mi novia Glendy E. Rodríguez Pinzón por estar a mi lado en todo momento brindándome su apoyo y amor.

Este trabajo fue financiado en la Convocatoria 2013 "Apoyo a la titulación", de la División de Ciencias e Ingeniería.

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>IX</b>
RESUMEN.....	10
JUSTIFICACIÓN .....	11
OBJETIVOS .....	14
<b>CAPITULO I. CONDICIONES ACTUALES DE OPERACIÓN DEL MERCADO MANUEL IGNACIO ALTAMIRANO.....</b>	<b>15</b>
INTRODUCCIÓN .....	16
1.1 HISTORIA DEL MERCADO MANUEL IGNACIO ALTAMIRANO.....	16
1.2 RECORRIDO EN LAS INSTALACIONES DEL MERCADO.....	18
1.3 ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.....	24
1.4 AUDITORIA ELÉCTRICA DEL MERCADO.....	27
<b>CAPITULO II. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....</b>	<b>33</b>
INTRODUCCIÓN .....	34
2.1.- CENSO DE CARGAS DE ALUMBRADO.....	34
2.2.- MEDICIONES DE NIVELES DE ILUMINACIÓN.....	37
2.3.- ANÁLISIS DEL USO DE LAS LUMINARIAS.....	45
2.4.- OPORTUNIDADES DE AHORRO MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN. ....	47
2.5.- REDISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	48
<b>CAPITULO III.- RELÉ PROGRAMABLE OMRON ZEN 10C1AR-A-V1 .....</b>	<b>52</b>
INTRODUCCIÓN .....	53
3.1 ASPECTOS GENERALES DEL ZEN 10C1AR-A-V1.....	53
3.2 PROGRAMACIÓN DEL RELÉ.....	57
3.3 IDENTIFICACIÓN DE SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA.....	63
3.3.1 DISPOSITIVOS DE ENTRADA.....	63
3.3.2 DISPOSITIVOS DE SALIDA .....	64
3.4 CÓDIGO DESARROLLADO .....	66

3.5 DIAGRAMA DE CONTROL Y POTENCIA PARA LA PRUEBA DEL RELÉ EN OPERACIÓN.....	98
3.6 RESULTADOS OBTENIDOS. ....	100
3.7 PRESUPUESTO DE LAS MODIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN. ....	100
3.8 TIEMPO DE RECUPERACIÓN SIMPLE DE LA INVERSIÓN.....	102
<b>CAPITULO IV. CONCLUSIONES .....</b>	<b>107</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>111</b>
Anexo 1.- Tabla de cálculo del calibre de cable y de los interruptores para la instalación eléctrica. ....	112
Anexo 2. - Data sheet Relé Programable Zen .....	93
Anexo 3.- Plano eléctrico del mercado Ignacio Altamirano o mercado viejo.....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Mercado Ignacio Altamirano, a plena luz del día. (Lado del estacionamiento ubicado en la Av. Belice).....	18
Fig. 2. Mercado Ignacio Altamirano, en horas de la noche (lado de la Av. Héroes). ....	18
Fig. 3. Techo remodelado en el área de la venta de ropa con láminas de policarbonato. ....	19
Fig. 4. Techo remodelado en el área de la venta de ropa con láminas de policarbonato. ....	19
Fig. 5. Techo remodelado en el área de carnicería con láminas de policarbonato. ....	19
Fig. 6. Techo remodelado en el área de lonchería y ropa con láminas de policarbonato.....	19
Fig. 7. Alumbrado instalado en el área de pasillos exteriores del mercado. ....	20
Fig. 8 Alumbrado instalado en el área de pasillos exteriores del mercado, encendidos a plena luz del día.....	20
Fig. 9. Alumbrado instalado en el área de marisquería. ....	20
Fig. 10. Traga luz instalado en el techo del área de marisquerías y loncherías.....	20
Fig. 11. Traga luz inventado instalado en el techo del área de marisquería.....	21
Fig. 12. Traga luz inventado instalado en el techo del área de marisquería y lonchería.....	21
Fig. 13. Medidores de consumo de los locatarios y pasillos municipales. (Ubicados del estacionamiento). ....	21
Fig. 14. Medidores de consumo de los locatarios y pasillos municipales. (Lado de la Av. Héroes). 21	
Fig. 15. Medidores de consumo antiguos y en mal estado instalados dentro del mercado cerca de los baños públicos.....	22
Fig. 16. Medidores de consumo antiguos y en mal estado instalados dentro del mercado en el área de ropa.....	22
Fig. 17. Registros destapadas en el área de pasillos exteriores (lado de la Av. Héroes).....	23
Fig. 18. Registros destapadas en el área de pasillos exteriores (lado la Av. Belice).....	23
Fig. 19. Planta arquitectónico del mercado Ignacio Manuel Altamirano.....	24
Fig. 20. Base de centros de carga y medidores ubicados en el interior del mercado el cual es inflamable.....	28
Fig. 21. Base de centros de carga y medidores ubicados en el interior del mercado el cual es inflamable.....	28
Fig. 22. Base de centros de carga y medidores ubicados en el interior del mercado el cual es inflamable.....	28
Fig. 23. Base de centros de carga y medidores ubicados en el interior del mercado peligrosamente cerca de los locatarios. ....	28
Fig. 24. Cables no identificados de bajo de los medidores del mercado.....	30
Fig. 25. Registro eléctrico ubicado en el área de loncherías. ....	30
Fig. 26. Centro de carga peligroso ubicado en el pasillo exterior del mercado.....	30
Fig. 27. Registro y cables no identificados de bajo de los medidores del mercado. ....	30
Fig. 28. Registro eléctrico ubicado en el pasillo exterior del mercado. ....	31
Fig. 29. Registro eléctrico ubicado en la parte superior del área de loncherías. ....	31
Fig. 30. Registro eléctrico ubicado en la parte superior del área de ropas. ....	32
Fig. 31. Gabinete de 2 lámparas tipo T-8 de 32 W cada una. ....	34
Fig. 32. Planta arquitectónica de mercado y asignación de los circuitos eléctricos.....	35
Fig. 33. Porcentaje de iluminación de los pasillos que integran el mercado Ignacio Altamirano.....	37
Fig. 34. Luxómetro marca EXTECH LT300. ....	37

Fig. 35. Planta arquitectónica del mercado, asignación de los circuitos eléctricos y pasillos en cada circuito.....	39
Fig. 36. Techo tapado con lonas pasillo 3.....	42
Fig. 37. Techo tapado con lonas pasillo 4.....	42
Fig. 38. Techo tapado con lonas, pasillo 4.....	42
Fig. 39. Alumbrado en malas condiciones del pasillo 3.....	43
Fig. 40. Parte de techo sin tragaluz pasillo 4.....	43
Fig. 41. Techo del pasillo 2 con intento de tragaluz.....	44
Fig. 42. Techo pasillo 1 con lonas.....	44
Fig. 43. Gráfica de iluminancia medida en los pasillos del mercado Ignacio Altamirano en luminarias encendidas y apagadas.....	46
Fig. 44. Planta arquitectónica del mercado y asignación de los circuitos eléctricos en cada pasillo del mercado. ....	50
Fig. 45. Diagrama unifilar del sistema de iluminación de los pasillos del mercado. ....	51
Fig. 46. Presentación y características del Relé Programable. ....	54
Fig. 47. Lados, terminales de alimentación, entrada y salida del Relé Programable. ....	54
Fig. 48. Dimensiones de Relé Programable .....	55
Fig. 49. Pantalla de visualización de las unidades CPU tipo LCD.....	55
Fig. 50. Programación tipo LADDER (escalera). ....	57
Fig. 51. Circuitos 1 y 2, pasillos exteriores.....	59
Fig. 52. Circuitos 3 y 4, pasillos interiores del mercado, área de ropa.....	60
Fig. 53. Circuitos 5 y 6, pasillos interiores del mercado, área de lonchería y ropa.....	61
Fig. 54. Circuitos 7 y 8, pasillos interiores del mercado, área de lonchería y marisquería. ....	61
Fig. 55. Circuitos 9 y 10, pasillos interiores del mercado, área de carnicerías. ....	62
Fig. 56. Fococelda eléctrica o celda fotoconducciva.....	64
Fig. 57. Estructura del contactor. ....	66
Fig. 58. Se inicia en software ZEN .....	67
Fig. 59. Selección del trabajo.....	67
Fig. 60. Selección del modelo y tipo del ZEN. ....	68
Fig. 61. Software de programación. ....	68
Fig. 62. Visualización de diagramas de relés. ....	69
Fig. 63. Visualización de circuitos eléctricos.....	69
Fig. 64. Teclas de acceso rápido. ....	70
Fig. 65. Área de información de bits.....	71
Fig. 66. Barra de estado.....	71
Fig. 67. Primera parte de la programación final en el ZEN .....	75
Fig. 68. Segunda parte de la programación final en el ZEN .....	79
Fig. 69. Tercera parte de la programación final en el ZEN.....	84
Fig. 70. Curta parte de la programación final en el ZEN .....	89
Fig. 71. Quinta parte de la programación final en el ZEN.....	92
Fig. 72. Sexta parte de la programación final en el ZEN.....	95
Fig. 73. Diagrama de conexión y potencia para la prueba. ....	98
Fig. 74. Diagrama de conexión y potencia para la prueba con elementos físicos.....	99
Fig. 75. Diagrama de conexión y potencia para la prueba con elementos físicos y cargas.....	99



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Numero de circuitos, total de lámparas y potencia total. ....	36
Tabla 2. Lux promedio de los circuitos 1 y 2 con las luminarias apagadas (11:00 Hrs).....	40
Tabla 3. Lux promedio de los circuitos 1 y 2 con luminarias encendidas (19:30 Hrs). ....	40
Tabla 4. Lux promedio de los circuitos 3 y 4 con luminarias apagadas (11:00 Hrs). ....	41
Tabla 5. Lux promedio de los circuitos 3 y 4 con luminarias encendidas (19:30 Hrs). ....	41
Tabla 6. Lux promedio de los circuitos 5 y 6 con luminarias apagadas (11:00 Hrs). ....	42
Tabla 7. Lux promedio de los circuitos 5 y 6 con luminarias encendidas (19:30 Hrs). ....	43
Tabla 8. Lux promedio de los circuitos 7 y 8 con luminarias encendidas (11: 00 Hrs). ....	44
Tabla 9. Lux promedio de los circuitos 9 y 10 con luminarias apagadas (11:00 Hrs). ....	45
Tabla 10. Lux promedio de los circuitos 9 y 10 con luminarias encendidas (19:30 Hrs). ....	45
Tabla 11. Balanceo de cargas para la instalación trifásica.....	49
Tabla 12. Significado de los iconos de Relé Programable.....	56
Tabla 13. Significado de las teclas y las funciones de Relé Programable.....	56
Tabla 14. Requisitos del sistema y la configuración recomendada.....	58
Tabla 15. Áreas de memoria para los programas de los diagramas de Relés ZEN.....	72
Tabla 16. Código de desarrollo de la primera parte de la programación tipo LADDER (escalera) de este proyecto.....	76
Tabla 17. Código de desarrollo de la segunda parte de la programación tipo LADDER (escalera) de este proyecto.....	80
Tabla 18. Código de desarrollo de la tercera parte de la programación tipo LADDER (escalera) de este proyecto.....	85
Tabla 19. Código de desarrollo de la cuarta parte de la programación tipo LADDER (escalera) de este proyecto.....	90
Tabla 20. Código de desarrollo de la quinta parte de la programación tipo LADDER (escalera) de este proyecto.....	93
Tabla 21. Código de desarrollo de la sexta parte de la programación tipo LADDER (escalera) de este proyecto.....	96
Tabla 22. Cotización de los materiales eléctricos en Boxito.....	100
Tabla 23. Cotización del contactor en PERSSA. ....	101
Tabla 24. Cotización del PLC o Relé Programable en OMRON. ....	101
Tabla 25. Cantidad total de la Inversión. ....	101
Tabla 26. Total aproximado del consumo de los pasillos del mercado en kW/H.....	103
Tabla 27. Total bimestral aproximado que se le paga a la CFE.....	104
Tabla 28. Total aproximado del consumo de los pasillos del mercado en kW/H ya con la automatización de las luminarias. ....	105
Tabla 29. Total bimestral aproximado que se le pagará a la CFE ya con la automatización de las luminarias.....	106
Tabla 30. Pagos anuales con y sin automatización, el ahorro que se tendrá y el tiempo de recuperación de la inversión.....	106

## RESUMEN

La energía eléctrica es fundamental en nuestra vida cotidiana en cualquier parte del mundo, por lo que debemos cuidarla como uno de los recursos más preciados en la actualidad, ya que sin ella, tendríamos muchas dificultades en nuestro desarrollo, para ello se debe crear una cultura del uso eficiente de la energía eléctrica y así evitar el desperdicio de la misma. Un ejemplo de este desperdicio puede observarse en el mercado Ignacio Altamirano ubicado en la ciudad de Chetumal Q. Roo municipio Othón P. Blanco, también es importante realizar instalaciones eléctricas que ayuden a hacer más eficiente el uso de la energía eléctrica, así como fomentar ahorro de la energía. Las instalaciones del mercado cuenta con más de 340 luminarias, a las cuales tienen acceso toda persona relacionada o no con el trabajo del municipio, es decir, cualquier persona tiene libre acceso a manipular el sistema eléctrico sin restricciones.

Una de las problemáticas que es importante mencionar, es el uso de la luz eléctrica en horarios innecesarios, a plena luz del día, Los locatarios del mercado encienden las luminarias aun cuando no son necesarias, con el fin de que los consumidores puedan darse cuenta que ya están abiertos su locales para la venta de los productos. Esto es un claro ejemplo del gran desperdicio de energía solo en esta parte turística y cultural en mayoría ocasionado por los chetumaleños.

Reflexionando sobre el uso innecesario de las luminarias durante los horarios donde hay luz natural, cabe mencionar que existe un uso indiscriminado de la misma, pues existen tan sólo 340 lámparas que se encuentran encendidas desde las 9 de la mañana. Es por ello, que este trabajo tiene como objetivo proponer la automatización del sistema de alumbrado del mercado Ignacio Altamirano, instalando tecnología actual tal como el Relé Programable o Controlador Lógico Programable (PLC) con la ayuda de fotoceldas eléctricas instaladas en algunos puntos estratégicos del mercado. Para lograr el ahorro de energía eléctrica, también se requiere modificar la instalación eléctrica y dividir el número de lámparas totales en un número de circuitos derivados adecuados para un mejor funcionamiento, cabe mencionar que se trabajará únicamente con el alumbrado que está a cargo del municipio Othón P. Blanco.

## JUSTIFICACIÓN

Actualmente la energía eléctrica a nivel global se encuentra en un escenario difícil. Este tipo de energía ha sido la clave en el progreso de la civilización humana. El consumo de la energía eléctrica se ha incrementado de forma rápida, esto con la finalidad de mejorar los estándares de vida, particularmente en las naciones industrializadas. La dependencia hacia los combustibles fósiles y nucleares está provocando contaminación ambiental y problemas de seguridad, los cuales actualmente se han convertido en aspectos importantes en nuestra sociedad. Adicionalmente, existe el problema de la contaminación urbana debido principalmente a vehículos con motores de combustión interna [1].

En realidad, la ciudadanía no se da cuenta que con algunas formas de generación de energía eléctrica también se contamina el medio ambiente y cuando no cuidamos el consumo eléctrico ayudamos a contaminar de igual forma, ya que al no preocuparnos de no desperdiciar energía, la compañía que nos suministra tiene que generar más y más energía eléctrica para satisfacer la demanda que tenemos contratada con ellos.

Al no ser un país que invierta fondos suficientes para las energías renovables como por ejemplo la solar, eólica, maremotriz, biomasa (en forma de biogás) o hidráulica (mini-hidráulica) [2] como en los países Europeos, tenemos que depender en un gran porcentaje de energía eléctrica generada por recursos no renovables [3], como por ejemplo el carbón, gas licuado de petróleo, gasolinas-naftas, querosenos, diésel, combustóleo, productos no energéticos derivados de los hidrocarburos y gas natural [2]. De esta manera los combustibles fósiles (hidrocarburos y carbón) son y seguirán siendo la principal fuente de energía, como consecuencia de su menor costo y mayores eficiencias en su transformación. Sin embargo, el impacto ambiental por la emisión de gases efecto invernadero como consecuencia de su combustión, pueden limitar su utilización en el futuro [2].

En México el Programa Sectorial de Energía 2007-2012 contiene puntualmente como uno de sus tres objetivos, promover intensamente la eficiencia energética y las energías renovables, a fin de disminuir el impacto ambiental que se deriva por la utilización de combustibles fósiles. La política a seguir busca asegurar el suministro de los energéticos

necesarios para el desarrollo del país a precios competitivos, mitigando el impacto ambiental y operando con estándares internacionales de calidad; promoviendo además el uso racional de la energía y la diversificación de las fuentes primarias. La visión para el año 2030 es un sector energético que opera con políticas públicas y un marco fiscal, laboral y regulatorio, que permite contar con una oferta diversificada, suficiente, continua, de alta calidad y a precios competitivos; maximiza la renta energética; asegura, al mismo tiempo, un desarrollo sostenible en términos económicos, sociales y ambientales; y logra que el sector aproveche las tecnologías disponibles y desarrolle sus propios recursos tecnológicos y humanos. Asimismo, promueve el desarrollo eficiente de mercados nacionales y la participación en mercados internacionales, donde las empresas del Estado son competitivas, eficientes financiera y operativamente, con capacidad de autogestión y sujetas a rendición de cuentas [5].

En Quintana Roo el gobierno actual propuso el PLAN QUINTANA ROO 2011-2016 donde propone como estrategia “Promover programas y acciones con los órdenes de gobierno, organismos nacionales y la sociedad, que fomenten la producción de vivienda verde, a través del uso y utilización de eco-tecnologías, que promuevan el ahorro doméstico de energía y el cuidado al medio ambiente y de los recursos naturales” [6].

La energía que requiere Quintana Roo para sostener su dinámica proviene prácticamente en su totalidad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Petróleos Mexicanos, PEMEX, y distribuidoras de gas y ninguna se produce o genera en el estado. Energéticamente México es totalmente dependiente de los precios y políticas que dictan las compañías suministradoras. Es necesario trabajar en proyectos de eficiencia energética que beneficien no sólo al gobierno del Estado sino a empresas y público en general y crear conciencia y cultura del ahorro de energía, fomentando la utilización de las nuevas tecnologías y fuentes alternas [6].

Otra estrategia importante en este plan es la de trabajar conjuntamente con instituciones y agencias de cooperación internacionales y nacionales en los temas la utilización de energías renovables [6] y nuevas tecnologías energéticas.

Este trabajo responde a una necesidad real y actual de la sociedad como parte de una contribución al ahorro de energía y propicia la vinculación entre la Universidad de Quintana Roo (UQROO) con el sector municipal (Othón. P. Blanco), proponiendo la automatización con la tecnología del “Relé Programable” para el sistema de alumbrado ya instalado en el mercado Ignacio Altamirano o mejor conocido como “mercado viejo”, de igual forma utilizando la tecnología de las fotoceldas eléctricas, haciendo una modificación a su instalación eléctrica, auditoría eléctrica y un diagnóstico energético, con todo ello se evitaría el desperdicio energético en una zona muy importante y cultural como lo es este mercado. Así mismo, se tendría una propuesta que de implementarse o de llevarse a cabo se podría contar con el primer mercado en esta región automatizado con una tecnología actual y apegada al plan de trabajo del gobierno estatal.

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

Realizar una propuesta de automatización del sistema de alumbrado del mercado Ignacio Altamirano empleando Programadores Lógicos Programables (PLC'S) para el ahorro de energía.

### Objetivos particulares:

1. Analizar la información general del inmueble (tipo de actividad, número de usuarios, horarios, etc.).
2. Detectar oportunidades de ahorro económico mediante la facturación eléctrica.
3. Identificar equipos de iluminación antiguos o ineficientes que deben ser sustituidos por equipos de alta eficiencia.
4. Realizar una auditoría eléctrica a las instalaciones en base a la NOM-001-SEDE-2005.
5. Analizar los hábitos de uso de los sistemas de iluminación.
6. Detectar oportunidades de ahorro de energía en los sistemas de iluminación.
7. Rediseñar la instalación eléctrica para adecuarla a las necesidades del sistema a proponer.
8. Programar el PLC.
9. Probar el desempeño del PLC y del código desarrollado mediante el uso de cargas eléctricas de prueba, contactores y dispositivos sensores en el taller de ingeniería.
10. Calcular el ahorro de energía debido a la automatización.
11. Elaborar la propuesta técnico-económica para su implementación en el mercado.

**CAPITULO I. CONDICIONES  
ACTUALES DE OPERACIÓN  
DEL MERCADO MANUEL  
IGNACIO ALTAMIRANO**

## INTRODUCCIÓN

Como parte del proyecto de servicio social realizado en el año 2011 en el cual consistía de un diagnóstico energético y en una auditoría eléctrica basada en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, se obtuvieron datos abrumadores.

En el 2010 los locatarios del mercado estaban enojados ya que el municipio les prometió una remodelación de las instalaciones en general y acuerdo que hasta el momento no se había ejecutado, ya en el año 2011 el gobierno quintanarroense destino presupuesto para esta remodelación la cual se llevó a cabo pero con demasiadas imperfecciones.

Se platicó con varios locatarios y expresaron su descontento en cuanto a la remodelación, una parte muy importante y en la que está basado este proyecto es en todas las luminarias nuevas que se instalaron en la rehabilitación de las instalaciones eléctricas, de igual forma se instalaron en el techo (del mercado) una especie de traga luz utilizando láminas de policarbonato para aprovechar la luz del sol y tener algún tipo de ahorro lo cual no resultó como el municipio esperaba.

### 1.1 HISTORIA DEL MERCADO MANUEL IGNACIO ALTAMIRANO

El mercado Ignacio Manuel Altamirano fue construido en los años sesenta y remodelado en 1993 (*Fig. 1 y 2*). La zona libre convirtió este mercado en zona de artículos importados, hasta donde llegaban directamente los compradores del sureste, pues la terminal se encontraba ahí mismo. Es famoso el pasillo que lo atraviesa de oriente a poniente, lleno de pequeñas tiendas muy bien surtidas y, sobre todo, famosos por el regateo que se establece para cerrar las ventas. El edificio sur, completamente nuevo, tiene reminiscencias del estilo *art deco*. Ocupa el espacio en el que se encontraba la caminera, que se reubicó en 1986, y donde, aun antes, estuvo el aljibe “Lázaro Cárdenas”, construido en 1936 por toda la población [7].

El 13 de enero del 2011 inició la remodelación de este mercado en obras de limpieza, albañilería, instalación hidráulica, instalación eléctrica, sanitaria y especial como cancelería



y acabados, con una inversión de \$6, 299, 460.00 M.N., proveniente del gobierno del estado de Quintana Roo. El presidente municipal Andrés Ruiz Morcillo manifestó que las metas de este proyecto eran mejorar la infraestructura con instalaciones más seguras y eficientes que representen un menor costo en mantenimiento y conservación, así como la disminución del 25 por ciento del consumo y costo de energía eléctrica y agua potable, además de generar menor contaminación al medio ambiente, según los medios de comunicación municipales.

Una vez finalizada esta remodelación, los más de 200 locatarios que trabajan en este mercado quedaron inconformes, ya que en la remodelación al instalarse los techos con láminas de policarbonato para aprovechar la luz del sol, no se sellaron cuidadosamente, por lo que el agua se filtra en casi todo el techo, mojando los productos de los comerciantes y generando pérdidas incuantificables mencionan los locatarios. De igual manera, temen sufrir algún accidente derivado de una defectuosa remodelación e instalación eléctrica, dejando lámparas colgando y cableado visible próximo a las personas.

Ante la necesidad de mejorar, darle plusvalía a este sitio y para aumentar la asistencia de compradores, mejorando las ventas de los locatarios, en este año 2013 se destinará un aproximado de 350 mil pesos para la segunda etapa de remodelación del mercado. Al respecto, el director general de Desarrollo Económico Municipal, el Lic. Hugo Echeverría Gómez, manifestó que solamente se espera la aprobación y llegada de los recursos financieros para que éstos sean aplicados. La rehabilitación de instalaciones eléctricas y sanitarias son indispensables para evitar poner en riesgo tanto a los asistentes como a los comerciantes, de igual forma será necesario reparar los techos, muros y pisos pues las obras realizadas en 2011 no fueron apropiadas, mencionan los medios de comunicación locales.



Fig. 1 Mercado Ignacio Altamirano, a plena luz del día. (Lado del estacionamiento ubicado en la Av. Belice).



Fig. 2. Mercado Ignacio Altamirano, en horas de la noche (lado de la Av. Héroes).

## 1.2 RECORRIDO EN LAS INSTALACIONES DEL MERCADO

En el primer recorrido en el mercado se observaron las imperfecciones o anomalías de la remodelación que mencionan los locatarios. Se observó que al instalar los tragaluces de láminas de policarbonato no fueron sellados correctamente en los extremos de cada una de estas, por lo que al caer el agua de lluvia se filtra por los bordes, representando un riesgo, pues las condiciones son de alta peligrosidad para los asistentes al mercado (*Fig. 3 y 4*).



Fig. 3. Techo remodelado en el área de la venta de ropa con láminas de policarbonato.



Fig. 4. Techo remodelado en el área de la venta de ropa con láminas de policarbonato.



Fig. 5. Techo remodelado en el área de carnicería con láminas de policarbonato.



Fig. 6. Techo remodelado en el área de lonchería y ropa con láminas de policarbonato.

En las imágenes anteriores (*Fig. 5 y 6*) se muestra la remodelación realizada a los techos del mercado y se observa también que las luminarias se encuentran encendidas, esto a pesar de que la iluminación que proporciona el sol es suficiente para trabajar en ese horario, con ello, se confirma el gasto innecesario y mal uso de la energía eléctrica en este mercado.

Cuando se llevó a cabo la remodelación del mercado, no se realizó una planeación de acuerdo a las necesidades específicas de cada una de las áreas de venta, pues resaltan algunas problemáticas que derivan en el mal uso de la energía eléctrica. Algunas de estas se expondrán a continuación.

Una de las áreas más afectadas es la de carnicería, cuando se instalaron los tragaluces en los techos con láminas de policarbonato, como ya se mencionó, éstas aumentan la temperatura ambiental en este espacio, acelerando la descomposición de la mercancía. Por lo tanto, los carniceros tienen que guardar la carne que se encuentra en exhibición, evitando así que al calentarse las láminas éstas, por los efectos térmicos del calor, no la puedan vender fresca a sus clientes.

Las imágenes que se muestran a continuación (*Fig. 7 y 8*) muestran los pasillos exteriores del mercado. Se puede observar que están encendidas las luminarias aun cuando no son requeridas ya que se tiene iluminación proporcionada por el sol.



Fig. 7. Aluminado instalado en el área de pasillos exteriores del mercado.



Fig. 8 Aluminado instalado en el área de pasillos exteriores del mercado, encendidos a plena luz del día.



Fig. 9. Aluminado instalado en el área de marisquería.

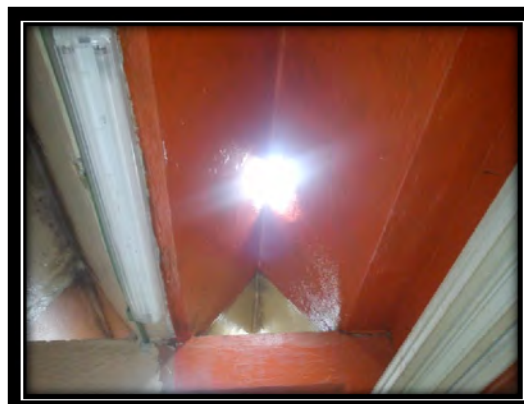


Fig. 10. Traga luz instalado en el techo del área de marisquerías y loncherías.

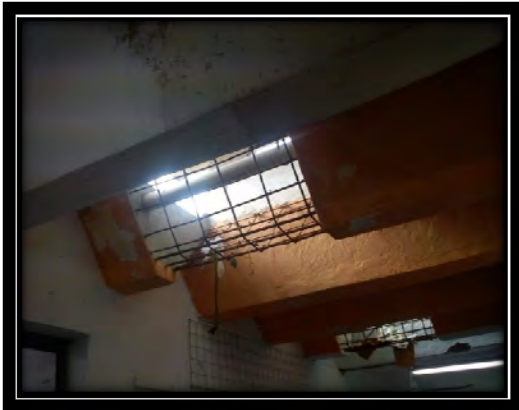


Fig. 11. Traga luz inventado instalado en el techo del área de marisquería.



Fig. 12. Traga luz inventado instalado en el techo del área de marisquería y lonchería.

En la *Fig. 9*, se observa el alumbrado instalado en el área de marisquerías y loncherías. En esta área del mercado es necesario encender el alumbrado a cualquier hora del día, puesto que no cuenta con tragaluces que permitan la entrada de luz solar, necesaria para iluminar esta área durante el día. La empresa contratada para hacer la remodelación, solucionó este problema rompiendo partes del techo para que pueda entrar la iluminación solar como se observa en las *Fig. 10, 11* y *12*. No obstante, estos tragaluces no se instalaron correctamente y al igual que el techo, existe una importante filtración de agua durante las lluvias.



Fig. 13. Medidores de consumo de los locatarios y pasillos municipales. (Ubicados del estacionamiento).



Fig. 14. Medidores de consumo de los locatarios y pasillos municipales. (Lado de la Av. Héroes).



En estas figuras (13 y 14), se muestran las bases para los medidores de energía y algunos medidores, cabe mencionar que en la mayoría solo están instalados las bases como se puede observar, por lo que la compañía suministradora CFE al momento de realizar los cobros del consumo, deja a la imaginación que ya se tiene un cobro fijo o estandarizado, ya que no se cuenta con la mayoría de los medidores y los locatarios no saben su consumo real.



Fig. 15. Medidores de consumo antiguos y en mal estado instalados dentro del mercado cerca de los baños públicos.



Fig. 16. Medidores de consumo antiguos y en mal estado instalados dentro del mercado en el área de ropa.

En las figuras anteriores (*Fig. 15 y 16*), se observan medidores de energía antiguos, deteriorados, en mal estado y con base de madera. Esta base es peligrosa ya que es un material inflamable y pone en riesgo a los locatarios de este mercado en caso de un incidente eléctrico como un corto circuito. Cabe mencionar que todas las problemáticas antes mencionadas fueron expuestas por los locatarios, quienes expresan preocupación al respecto, además se realizó una confirmación de las instalaciones inadecuadas, confirmando así las deficiencias con lo que respecta al sistema de energía eléctrica.

En las paredes de los pasillos exteriores de este mercado se puede observar que la mayoría de los registros eléctricos se encuentran destapados, dejando a la vista los cables y dando una mala imagen del mercado como se muestran a las figuras 17 y 18.



Fig. 17. Registros destapadas en el área de pasillos exteriores (lado de la Av. Héroes).



Fig. 18. Registros destapadas en el área de pasillos exteriores (lado la Av. Belice).

En la figura 19, se muestra un pequeño plano del mercado para identificar la ubicación de las avenidas, pasillos y locales, así se puede simplificar el recorrido realizado en el mercado, facilitando la ubicación de las anomalías mostradas en las imágenes anteriores.



Fig. 19. Planta arquitectónico del mercado Ignacio Manuel Altamirano.

### 1.3 ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.

En el 2011 se realizó un diagnostico energético como parte del proyecto de servicio social solicitado por la Dirección General de Desarrollo Económico Municipal de Othón P. Blanco, se solicitaron las facturas de consumo eléctrico expedidas por la compañía



suministradora en México, la cual es la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y hasta el día de hoy todavía no han sido proporcionadas. Estas facturas han sido solicitadas en varias ocasiones, aunque no han negado la entrega, han mencionado que no han podido salir de las oficinas del contador municipal ya que el trámite es muy tardado.

Un trabajador que labora en la CFE, informo que la facturación del consumo eléctrico del mercado se cobra con la tarifa tipo 2 y que cuentan con 5 medidores eléctricos, es decir, que el consumo de energía eléctrica de los pasillos del mercado que se encuentra a cargo del municipio, tiene 5 diferentes facturas con tarifa tipo 2 como ya se mencionó anteriormente.

A continuación se describe la tarifa 2:

En la página Web de la CFE se indica lo siguiente para este tipo de tarifa [8].

#### **Tarifa 2:**

##### **Servicio general hasta 25 kW de demanda.**

###### ➤ Aplicación

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

###### ➤ Cuotas aplicables en el mes de febrero de 2013.

###### ❖ Cargo fijo.

**\$ 52.26**

###### ➤ Cargos adicionales por energía consumida.

**\$ 2.177** Por cada uno de los primeros 50 kilowatts-hora.

**\$ 2.630** Por cada uno de los siguientes 50 kilowatts-hora.

**\$2.895** Por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

➤ **Mínimo mensual.**

Cuando el usuario no haga uso del servicio cubrirá como mínimo el cargo fijo a que se refiere el punto 2 de esta tarifa.

➤ **Demanda por contratar.**

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se considerará como kilowatt completo.

Cuando el usuario exceda la demanda de 25 kilowatts, deberá solicitar al suministrador aplique la tarifa 3. De no hacerlo, a la tercera medición consecutiva en que exceda la demanda de 25 kilowatts, será reclasificado por el suministrador, notificándole al usuario.

➤ **Depósito de garantía.**

Es el importe que resulte de aplicar el cargo adicional por energía consumida del primer bloque del numeral 2.2 a los consumos mensuales que se indican según los casos:

- a) 125 kilowatts-hora para los servicios suministrados con 1 hilo de corriente.
- b) 350 kilowatts-hora para los servicios suministrados con 2 hilos de corriente.
- c) 400 kilowatts-hora para los servicios suministrados con 3 hilos de corriente.

En el caso de los servicios con facturación bimestral, el depósito de garantía será dos veces el importe que resulte de aplicar lo anterior.

Nota: Las cuotas indicadas, estarán sujetas a un ajuste automático en los términos del resolutivo TERCERO del Acuerdo de Modificación de ajuste del 26 de diciembre de 2007.

## 1.4 AUDITORIA ELÉCTRICA DEL MERCADO.

Se llevó a cabo un segundo recorrido fue para realizar una auditoría de la instalación eléctrica remodelada en el 2011. Durante el recorrido se notaron varias irregularidades o incumplimientos a la NOM-001-SEDE-2005 [4], en las cuales se detallan a continuación.

Base o murete de medidores y centros de carga el cual se encuentra en mal estado y con los cables por fuera, además de que estas bases son de madera siendo un material inflamable, tienen los siguientes incumplimientos de la norma:

**230-62. Equipo de acometida. Cubierto o resguardado.** Las partes energizadas del equipo de acometida deben cubrirse como se especifica en el inciso (a) o protegerse como se especifica en (b):

**a) Cubiertos.** Las partes energizadas deben estar cubiertas de manera que no queden expuestas a contactos accidentales [4].

**b) Resguardados.** Las partes energizadas que no estén cubiertas deben instalarse dentro de un tablero de distribución, panel de alumbrado y control o de control, y deben estar resguardadas de acuerdo con lo indicado en 110-17 y 110-18. Dichas cubiertas deben estar provistas de cerradura con llave o de puertas selladas, las cuales den acceso a las partes energizadas [4].

**300-6. Protección contra la corrosión.** Las canalizaciones metálicas, armaduras metálicas de cables, cajas, cubiertas de cables, gabinetes, codos metálicos, uniones y accesorios, soportes y sus herrajes, deben ser de materiales aprobados con forme con 110-2 para el medio ambiente donde se instalen [4].

**373-3. Posición en las paredes.** En las paredes de concreto, azulejo u otro material no combustible, los gabinetes deben instalarse de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6,35 mm por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los gabinetes deben quedar a nivel con la superficie o sobresalir de la misma [4].

**110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.**

Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional [4].



Fig. 20. Base de centros de carga y medidores ubicados en el interior del mercado el cual es inflamable.



Fig. 21. Base de centros de carga y medidores ubicados en el interior del mercado el cual es inflamable.



Fig. 22. Base de centros de carga y medidores ubicados en el interior del mercado el cual es inflamable.

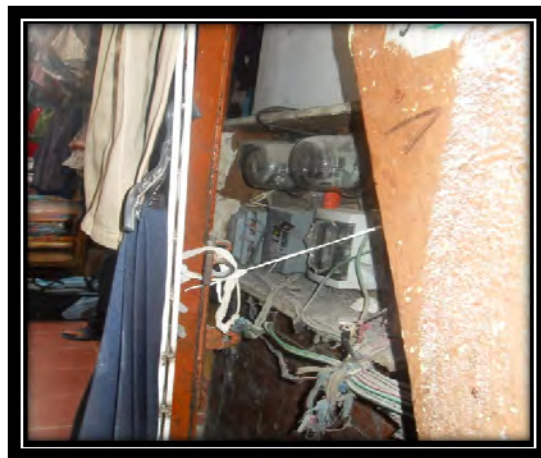


Fig. 23. Base de centros de carga y medidores ubicados en el interior del mercado peligrosamente cerca de los locatarios.

Conexiones eléctricas en mal estado en donde los registros y chالupas no cuentan con sus tapas y con su debida protección, se observa en la fig. 25 un centro de carga con los cables enredados y al aire libre lo cual es peligroso para las personas que circulan por ese pasillo, por lo que violan los siguientes artículos de la norma:

### **310-12. Identificación de los conductores [4].**

#### **a) Conductores puestos a tierra.**

Los conductores aislados, de tamaño nominal de 13,3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarse como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro. Se permite que los conductores puestos a tierra de los cables multiconductores se identifiquen permanentemente en sus terminales en el momento de la instalación, mediante una marca clara de color blanco u otro medio igualmente eficaz [4].

**b) Conductores de puesta a tierra.** Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra, cubiertos o aislados individualmente, deben tener un acabado exterior continuo verde o verde [4].

**c) Conductores de fase.** Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas [4].

### **331-8. Uniones.**

Todas las uniones entre tramos de tubo (conduit) y entre el tubo (conduit) y acoplamientos, accesorios y cajas, deben hacerse con un método aprobado [4].

### 332-13. Boquillas.

Cuando un tubo (conduit) entre en una caja, envolvente u otra cubierta, debe colocarse una boquilla o adaptador que proteja el aislamiento de los cables contra daño físico, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar [4].

### 110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.

Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional [4].

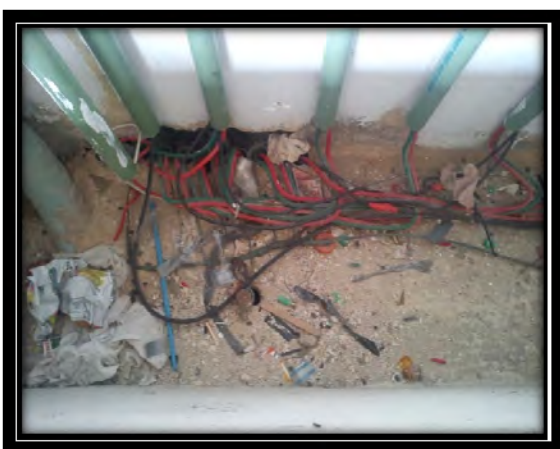


Fig. 24. Cables no identificados de bajo de los medidores del mercado.



Fig. 26. Centro de carga peligroso ubicado en el pasillo exterior del mercado.

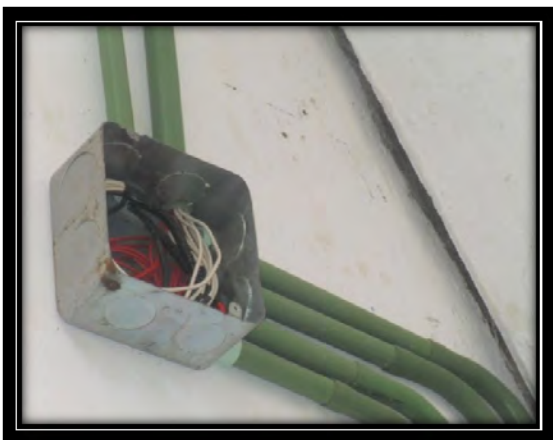


Fig. 25. Registro eléctrico ubicado en el área de loncherías.



Fig. 27. Registro y cables no identificados de bajo de los medidores del mercado.

Es la figuras 28, 29 y 30 se pueden observar los registros sin sus respectivas tapas, por lo que están expuestos y son un peligro para las personas que circulan en el mercado es por lo que estas instalaciones violan los siguientes artículos de la norma:

### **332-13. Boquillas.**

Cuando un tubo (conduit) entre en una caja, envolvente u otra cubierta, debe colocarse una boquilla o adaptador que proteja el aislamiento de los cables contra daño físico, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar [4].

### **370-16. Número de conductores en las cajas de salidas, de dispositivos y de unión y en las cajas de paso.**

Las cajas y cajas de paso deben ser de tamaño suficiente para que quede espacio libre para todos los conductores instalados [4].

### **370-25. Tapas sencillas y ornamentales.**

En las instalaciones una vez terminadas, todas las cajas deben tener una tapa, una placa de cierre o una tapa ornamental [4]

### **110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.**

Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional [4].



Fig. 28. Registro eléctrico ubicado en el pasillo exterior del mercado.



Fig. 29. Registro eléctrico ubicado en la parte superior del área de loncherías.



Fig. 30. Registro eléctrico ubicado en la parte superior del área de ropas.

Las instalaciones eléctricas del mercado tienen demasiadas imperfecciones aun cuando ya tuvo una remodelación, estas imperfecciones son repetitivas, es decir, se tienen más de 60 irregularidades de lo mismo, como por ejemplo, registros y chalupas destapados, centros de carga en mal estado y mal posicionados, cables a la deriva y al aire libre, conexiones olvidadas, etc. por lo que no se mostraran todas en este proyecto, ya que los incumplimientos a la norma son repetitivos.



# **CAPITULO II. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN**

## INTRODUCCIÓN

Analizar los sistemas de iluminación instalados, permite conocer si estos cumplen con los luxes mínimos requeridos para poder realizar las actividades que se llevan a cabo en el área instalada, en caso de no cumplir con los luxes mínimos necesarios, permite proponer sistemas de iluminación que cumplan con la iluminancia y que tengan un menor consumo de energía.

### 2.1.- CENSO DE CARGAS DE ALUMBRADO.

El mercado Ignacio Altamirano cuenta con una gran cantidad de sistema de alumbrado, este proyecto toma en cuenta únicamente las luminarias que están a cargo o son responsabilidad del municipio Othón P. Blanco, dejando a un lado el alumbrado de los locatarios.

En la remodelación del mercado se instalaron lámparas de 32 watts cada una tipo T-8.



Fig. 31. Gabinete de 2 lámparas tipo T-8 de 32 W cada una.

Para facilitar el censo de cargas las luminarias se dividieron en circuitos para cada pasillo del mercado, en la Fig. 32 se muestra a grandes rasgos como quedó la asignación de circuitos por pasillos. En esta imagen se observa que se tienen 10 circuitos totales distribuidos de esta manera:

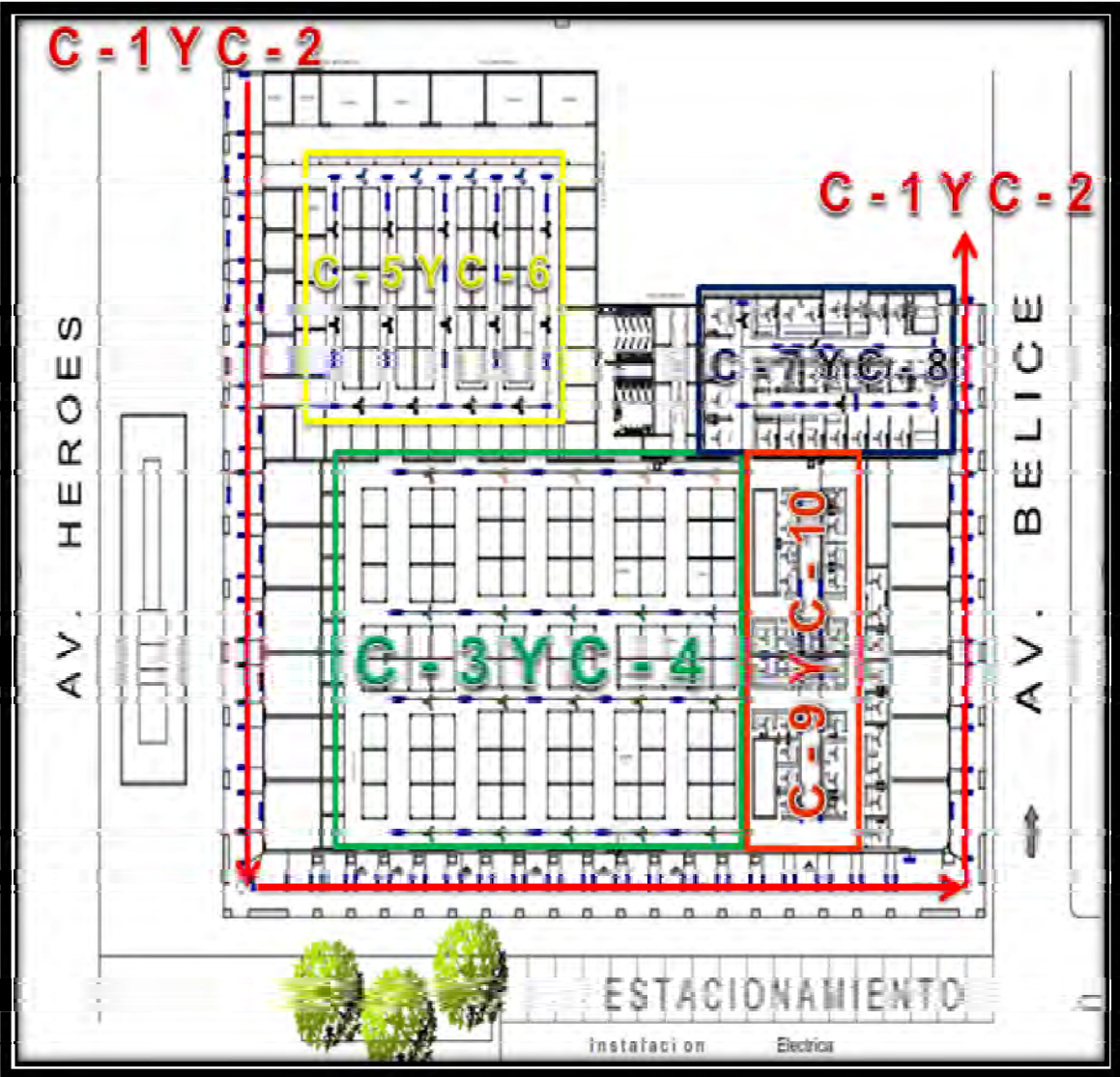


Fig. 32. Planta arquitectónica de mercado y asignación de los circuitos eléctricos.

En la tabla 1 se muestra la cantidad de lámparas por circuito y la potencia total. Un dato muy importante es que cada gabinete cuenta con 2 lámparas como se mencionó con anterioridad.

Tabla 1. Numero de circuitos, total de lámparas y potencia total.

Circuito	Número de lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia total (W)
C-1	90	32	2,880
C-2	106	32	3,392
C-3	24	32	768
C-4	24	32	768
C-5	24	32	768
C-6	26	32	832
C-7	14	32	448
C-8	14	32	448
C-9	12	32	384
C-10	12	32	384
<b>TOTALES</b>	<b>346</b>		<b>11,072</b>

Por lo tanto como se observa en la tabla anterior se tiene un total de 346 lámparas tipo T-8 marca SANLIGHT de 32 watts cada una y un total de 11072 W. En la figura 33 se muestra que los circuitos 1 y 2 tienen el mayor porcentaje de potencia del sistema de iluminación.

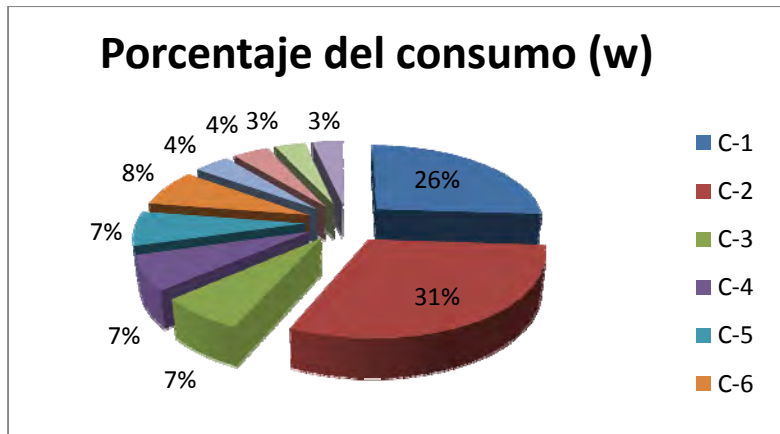


Fig. 33. Porcentaje de iluminación de los pasillos que integran el mercado Ignacio Altamirano.

## 2.2.- MEDICIONES DE NIVELES DE ILUMINACIÓN.

Se hicieron mediciones en los pasillos, con un instrumento llamado Luxómetro (figura 34), el cual nos marca el nivel de iluminación en luxes (unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m<sup>2</sup>).



Fig. 34. Luxómetro marca EXTECH LT300.

El luxómetro modelo LT300 mide el nivel de iluminación (luminiscencia) hasta 200,000 Lux (20,000 Fc). El LT300 ofrece una pantalla retro iluminada, MÁX / MIN, retención de datos, relativa, pico y restablecer funciones. [9]

### **Descripción del Luxómetro EXTECH LT300: [9]**

- Lux 40.00, 400.0, 4000, 40.00k, 200.0k Lux con precisión  $\pm$  (5% lect. + 0.5% escala total)
- Bujías pie (Fc) 40.00, 400.0, 4000, 20.00kFc con precisión  $\pm$  (5% lect. + 0.5% escala total)
- Pantalla LCD multifunción dígitos de 3-3/4 (3999) con gráfica de barras
- Indicación de sobre escala LCD indica "OL"
- Respuesta del espectro CIE fotópica (CIE curva de respuesta del ojo humano)
- Precisión espectral Función CIE V (f1  $\pm$  6%)
- Respetabilidad de la medida  $\pm$ 2%
- Coeficiente de temperatura  $\pm$ 0.1% por °C
- Tasa de muestreo 13.3 veces por segundo (gráfica de barras); 1.3 veces por segundo (pantalla digital)
- Foto detector Foto diodo de silicio con filtro de respuesta del espectro
- Retención de picos Captura picos de luz hasta 10Ms
- Condiciones de operación Temperatura: 0 a 40°C (32 a 104°F); Humedad: < 80% RH
- Condiciones de almacenamiento Temperatura: -10 a 50°C (14 a 140°F); Humedad: < 80% RH
- Dimensiones 165 x 76 x 43 mm (6.5 x 3.0 x 1.7")
- Peso Aprox. 403g (14.2 oz.) con batería instalada
- Indicación de batería débil aparece en la LCD
- Fuente de energía Batería de 9V

Para una mejor comprensión de las mediciones realizadas con el luxómetro se muestra la fig. 35 especificando los pasillos por cada circuito.



Fig. 35. Planta arquitectónica del mercado, asignación de los circuitos eléctricos y pasillos en cada circuito.

Como ya se ha mencionado con anterioridad el mercado cuenta con un total de 346 lámparas distribuidas en todos sus pasillos, se midió con el luxómetro cada una de las lámparas de cada pasillo, por lo que en las tablas de mediciones que se muestran a continuación hechas con el luxómetro, únicamente se mostrará el promedio de estas por pasillo del mercado divididos en cada circuito, ya que se hicieron mediciones en varias lámparas pero en un mismo espacio, dando como resultado demasiadas mediciones de un mismo espacio de trabajo, las lámparas se encuentran distribuidas una de otra a poca distancia, por lo que para verificar si cumplen con la norma NOM-025-STPS-2008 (Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo) posteriormente, se calculó el promedio por pasillo como ya se mencionó, y se tomó como un mismo punto, dado que la

norma indica el lux solo de un espacio determinado, es decir, solo indicaría el lux de un pasillo que se encuentra en el exterior del mercado aunque el pasillo tenga varias lámparas.

Las mediciones en los circuitos 1 y 2 se dividieron en 3 pasillos los cuales están ubicados en el exterior del mercado como se puede observar en la fig. 35. Las mediciones con el alumbrado apagado fueron hechas a las 11:00 Hrs. y las del alumbrando encendido a las 19:30 Hrs. cuando ya se requieren las lámparas.

Tabla 2. Lux promedio de los circuitos 1 y 2 con las luminarias apagadas (11:00 Hrs).

Unidad de medida	C-1 y C-2 Pasillo 1 externo con vista a la Av. Belice	C-1 y C-2 Pasillo 2 externo con vista al museo	C-1 y C-2 Pasillo 3 externo con vista Av. Héroes
Lux (promedio)	1,257.50	1,135.54	1,166.66

Tabla 3. Lux promedio de los circuitos 1 y 2 con luminarias encendidas (19:30 Hrs).

Unidad de medida	C-1 y C-2 Pasillo 1 externo con vista a la Av. Belice	C-1 y C-2 Pasillo 2 externo con vista al museo	C-1 y C-2 Pasillo 3 externo con vista Av. Héroes
Lux (promedio)	1,677.90	1,747.23	1,709.90

Como se puede observar en las tablas 2 y 3 no es mucha la diferencia de lux promedio cuando se tiene iluminación solar con la iluminación de las lámparas encendidas, por lo que no es necesario encenderlas a plena luz del día como hacen los locatarios a menos que el clima afecte con alguna precipitación.

Las mediciones en los circuitos 3 y 4, se dividieron en 4 pasillos los cuales están ubicados en el interior del mercado, ahí se encuentran los locales que venden ropa



mayormente. Las mediciones con el alumbrado apagado fueron hechas a las 11:00 Hrs. y las del alumbrado encendido a las 19:30 Hrs. cuando ya se requieren las lámparas.

Tabla 4. Lux promedio de los circuitos 3 y 4 con luminarias apagadas (11:00 Hrs).

Unidad de medida	C-3 Y C-4 Pasillo 1	C-3 Y C-4 Pasillo 2	C-3 Y C-4 Pasillo 3	C-3 Y C-4 Pasillo 4
Lux (promedio)	882.83	1,069	861.33	391.83

Tabla 5. Lux promedio de los circuitos 3 y 4 con luminarias encendidas (19:30 Hrs).

Unidad de medida	C-3 Y C-4 Pasillo 1	C-3 Y C-4 Pasillo 2	C-3 Y C-4 Pasillo 3	C-3 Y C-4 Pasillo 4
Lux (promedio)	952.16	1,386	1,081.16	731.55

En las tablas 4 y 5 se tiene algo muy curioso, como se mencionó en el capítulo I los locatarios están enojados por la especie de tragaluces que se puso en los techos del mercado, por lo que ellos se vieron en la necesidad de tapar con lonas algunas partes del techo y así evitar que entre el agua aunque tengan que encender las luminarias de algunos pasillos toda su jornada laboral, esto lo podemos notar en el pasillo 4 de estos circuitos donde se nota la diferencia muy marcada, en la figura 36, 37 y 38 podemos apreciar la solución que dieron los locatarios a este problema de filtración de agua.



Fig. 36. Techo tapado con lonas pasillo 3

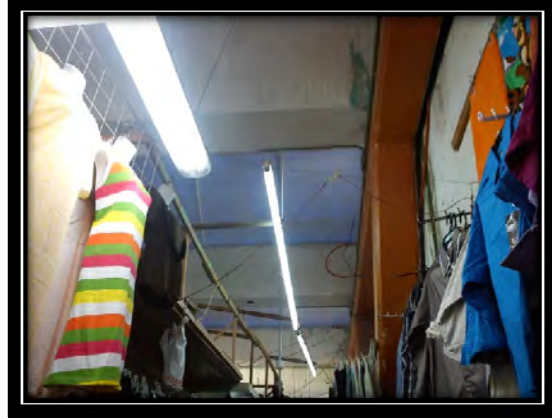


Fig. 37. Techo tapado con lonas pasillo 4

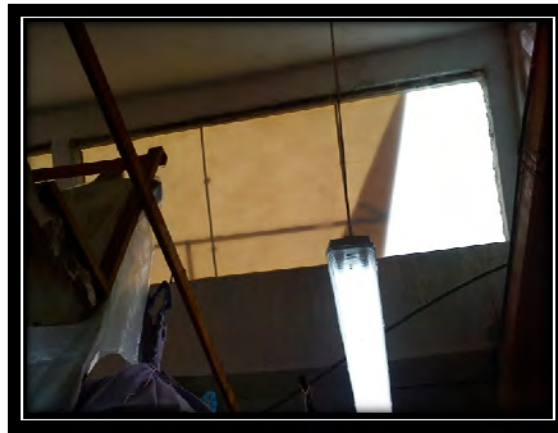


Fig. 38. Techo tapado con lonas, pasillo 4.

Las mediciones en los circuitos 5 y 6 se dividieron en 5 pasillos los cuales están ubicados en el interior del mercado, ahí se encuentran locales que venden ropa y comida. Las mediciones con el alumbrado apagado fueron hechas a las 11:00 Hrs. y las del alumbrando encendido a las 17:30 Hrs. ya que esta sección del mercado cierra más temprano que otros locales.

Tabla 6. Lux promedio de los circuitos 5 y 6 con luminarias apagadas (11:00 Hrs).

Unidad de medida	C-5 Y C-6 Pasillo 1	C-5 Y C-6 Pasillo 2	C-5 Y C-6 Pasillo 3	C-5 Y C-6 Pasillo 4	C-5 Y C-6 Pasillo 5
Lux (promedio)	663.40	2,925.40	2,346	2,742	1420.20

Tabla 7. Lux promedio de los circuitos 5 y 6 con luminarias encendidas (19:30 Hrs).

Unidad de medida	C-5 Y C-6 Pasillo 1	C-5 Y C-6 Pasillo 2	C-5 Y C-6 Pasillo 3	C-5 Y C-6 Pasillo 4	C-5 Y C-6 Pasillo 5
Lux (promedio)	795.22	2,379	2,595.80	2,823.60	298.80

En las tablas 6 y 7 se observan las mediciones obtenidas, cabe mencionar que esta zona tiene varias irregularidades y los alumbrados están en malas condiciones como se mira en la figura 39, hay lámparas que se encuentran quemadas y una parte del techo del pasillo 4 no cuenta con tragaluz por lo que todo el día tienen que estar encendidas las luminarias como se muestra en la fig. 40

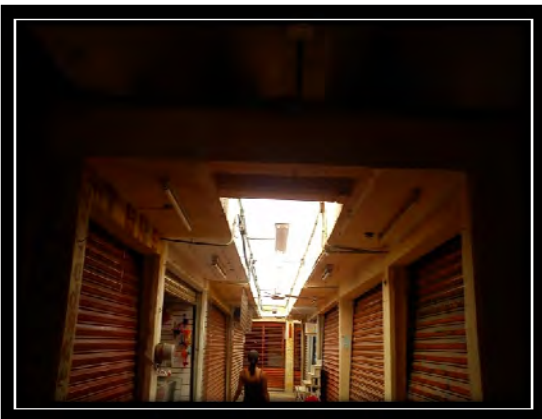


Fig. 39. Aluminado en malas condiciones del pasillo 3.



Fig. 40. Parte de techo sin tragaluz pasillo 4

Las mediciones en los circuitos 7 y 8 se dividieron en 2 pasillos los cuales están ubicados en el interior del mercado, ahí se encuentran locales que venden comida y marisco. Las mediciones con el luxómetro se hicieron solo a las 11:00 Hrs. ya que no cuentan con tragaluz y las luminarias están encendidas toda la jornada laboral de los locatarios.

Tabla 8. Lux promedio de los circuitos 7 y 8 con luminarias encendidas (11: 00 Hrs).

Unidad de medida	C-7 Y C-8 Pasillo 1	C-7 Y C-8 Pasillo 2
Lux (promedio)	139.81	174.28

Ambos pasillos no cuentan con tragaluz pero si con un intento de ellos como se vio en el capítulo I, es decir que rompieron partes del techo para que entre en los locales luz solar, por lo que cuando llueve tienen filtración de agua y usaron el método de tapar algunas filtraciones con lonas como se puede observar en las figura 42.

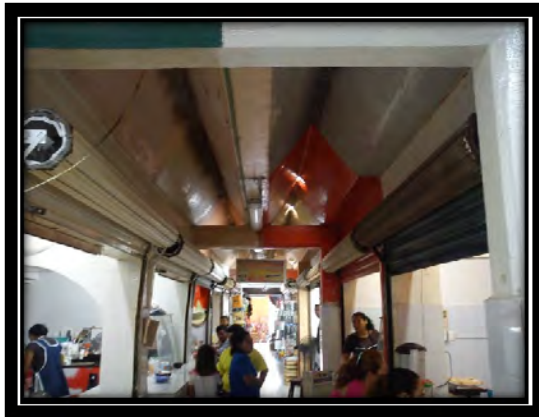


Fig. 41. Techo del pasillo 2 con intento de tragaluz.



Fig. 42. Techo pasillo 1 con lonas.

Las mediciones en los circuitos 9 y 10, se dividieron en 2 pasillos los cuales están ubicados en el interior del mercado, ahí se encuentran locales de carnicería. Las mediciones con el luxómetro se hicieron solo a las 11:00 Hrs y 19:30 Hrs. ya que esta sección del mercado inicia sus labores a las 04:00 Hrs. y terminan a las 16:00 Hrs. por lo que únicamente requieren el alumbrado algunas horas de la madrugada en donde todavía no hay luz solar o por algún cambio climático. La medición se hizo a esa hora ya que también esta oscuro y se simula como si fuese a la hora que inician las labores en esta parte del mercado.

Tabla 9. Lux promedio de los circuitos 9 y 10 con luminarias apagadas (11:00 Hrs).

Unidad de medida	C-9 Y C-10 Pasillo 1	C-9 Y C-10 Pasillo 2
Lux (promedio)	1,817	1,685.66

Tabla 10. Lux promedio de los circuitos 9 y 10 con luminarias encendidas (19:30 Hrs).

Unidad de medida	C-9 Y C-10 Pasillo 1	C-9 Y C-10 Pasillo 2
Lux (promedio)	208.66	202

### 2.3.- ANÁLISIS DEL USO DE LAS LUMINARIAS.

El análisis consistió en medir la iluminancia (LUX) en los diferentes pasillos del mercado Ignacio Altamirano, mediante la ayuda del luxómetro marca EXTECH modelo LT300. Estas mediciones se realizaron en diferentes horarios ya que los locatarios no inician y terminan sus labores en sincronía de tiempos.

El interruptor del alumbrado de los pasillos del mercado puede ser manejado por cualquier persona ya sean locatarios o visitantes, por lo que no se tiene a una persona responsable de supervisar el encendido y apagado, es decir aunque no se requieran las lámparas a alguna hora temprana del día algunos locatarios la encienden.

El problema de que cualquier persona tenga acceso a las luminarias es que al encender un interruptor este activa a más de 50 lámparas, que tal vez los demás locatarios no requieran en ese momento, por ejemplo; en la figura 35 (Planta arquitectónica del mercado, asignación de los circuitos eléctricos y pasillos en cada circuito) están asignados los circuitos propuestos en este proyecto, las lámparas que se encuentran en el pasillo 3, paralelo a la Av. Héroes, ubicado en el circuito 1 y 2, están controladas por un solo interruptor, es decir que si el locatario que se encuentra en medio del pasillo, por alguna razón quisiera encender la lámpara que está a fuera de su local, al momento de activar el

interruptor encenderá todas las lámparas que están en el ya mencionado pasillo, dando como resultado en desperdicio de energía y un exceso de iluminación solo en esa parte. Así como el ejemplo anterior se encuentra todos los pasillos del mercado, o sea no están niveladas las cargas o las luminarias.

En la NOM-025-STPS-2008 y en los datos de los niveles típicos de iluminación que se encuentra en la guía del luxómetro EXTECH modelo LT300 [9] se encontró que los niveles de iluminación que deben tener los pasillos interiores del mercado o sea los circuitos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 deben ser de 200 a 500 lux y en pasillos exteriores o sea los circuitos 1 y 2 deben de tener de 500 a 1000 lux.

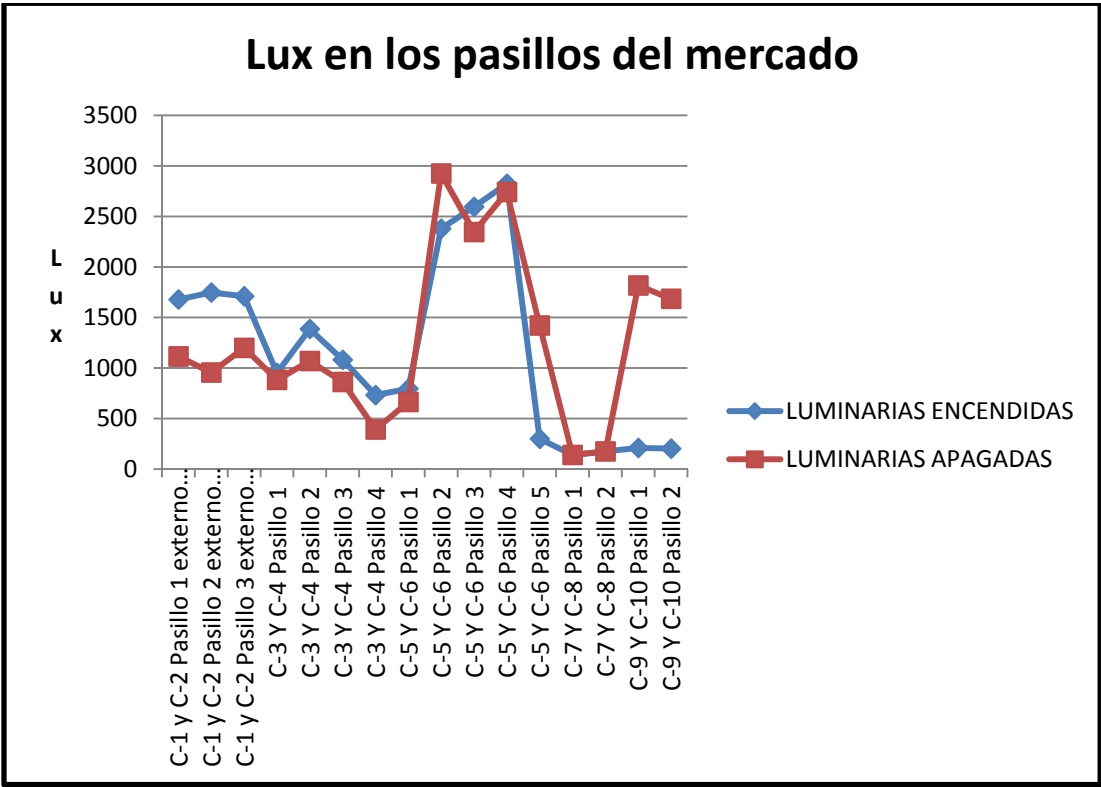


Fig. 43. Gráfica de iluminancia medida en los pasillos del mercado Ignacio Altamirano en luminarias encendidas y apagadas.

En la Figura 43 se puede observar la iluminancia de los pasillos del mercado Ignacio Altamirano, esta gráfica muestra que en algunos pasillos del mercado los niveles de iluminación son limitadas y en otras áreas se encuentran por encima de lo que se indica en

la norma y en los datos de los niveles típicos de iluminación que se encuentra en la guía del luxómetro EXTECH modelo LT300 [9].

#### **2.4.- OPORTUNIDADES DE AHORRO MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.**

Con la automatización de las luminarias que se encuentran en los pasillos del mercado, se pretende reducir el desperdicio de energía, evitar que cualquier persona tenga acceso a los interruptores y encender las luminarias solo cuando se requieran.

Si un interruptor enciende a más de 50 lámparas a cualquier hora del día y estas lámparas están entre una y otra a una distancia de no más de 1.50m, se tiene un exceso de iluminación y a su vez un desperdicio de energía. Automatizando tan solo este pasillo al encender un circuito (ya que se dividirá en dos circuitos), se tendrán encendidas la mitad de las lámparas que se encuentran en ese pasillo y tendrán una separación de más de 3.00m entre una y otra, por lo que se tendrá un ahorro de por lo menos del 50% de la energía recalcando, solo de este pasillo.

Supóngase que en una mañana lluviosa los locatarios encienden todas las lámparas de los pasillos del mercado y esta precipitación no tarda mucho tiempo, pero que por alguna razón (por mucho trabajo, por flojera, etc.) a estas personas se les olvide apagar las luminarias, estas se quedaran encendidas por algunas horas si no es que todo el día, hasta que alguien haga conciencia y las apague, en este día se habrá desperdiciado demasiada energía y consumido una cantidad considerable de esta. En cambio con la automatización las lámparas se encenderán solo el tiempo que dure la lluvia o que se necesite de la iluminación de las lámparas por alguna razón climatológica y que no se cuenta con la luz solar.

En pocas palabras, con la automatización solo se encenderán las luminarias de los pasillos del mercado solo cuando se requieran y sean necesarias, así se tendrá un gran ahorro de energía y un uso eficiente del alumbrado.

## **2.5.- REDISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Actualmente el diseño de la instalación eléctrica del mercado está hecho por la empresa que el municipio contrató al momento de su remodelación, al parecer el diseño no fue bien planeado y tampoco se basaron en alguna norma para determinar el lugar correcto para ubicar cada una de las lámparas.

Como ya se ha dicho un interruptor controla a una cantidad considerable de las lámparas encendiéndolas aun cuando no son requeridas en algunas áreas de los pasillos, de igual forma se nota que no se dieron a la tarea de balancear todas las cargas del alumbrado y tal vez se diseñó de una manera sencilla para esta empresa contratada.

En este proyecto se rediseño la instalación eléctrica balanceando las cargas para una instalación eléctrica trifásica, cabe mencionar que para que el costo de este rediseño no se eleve demasiado se utilizaran las mismas lámparas con su misma ubicación, las mismas tuberías y las mismas canalizaciones, solo se invertirá en lo necesario como en los conductores eléctricos, gabinetes y sus interruptores termomagnéticos, en los Relés Programables y en contactares. Los cálculos del calibre de los conductores eléctricos y de la capacidad de los interruptores termomagnéticos se muestran en el ANEXO 1.

Se instalaran cables de calibre 8 AWG para la distribución de los circuitos, es decir, que este tipo de cables se utilizaran la salida del contactor a las luminarias de los pasillos asignados, los cables del calibre 14 AWG se utilizaran para las cargas, o sea, de los cables calibre 8 AWG de distribución de los pasillos se tomara tensión para alimentar a las cargas con cables de calibre 14 AWG y se utilizaran cables calibre 16 AWG solo para la automatización. Se utilizan interruptores termomagnéticos, de 40 A, 30 A Y 15 A para la protección de cada circuito con un contactor de igual Amperaje por circuito y Relés Programables ya que cada Relé tiene capacidad para 4 salidas.

El rediseño consistió en asignar en circuitos las luminarias que se encuentran instaladas en los pasillos del mercado y se balancearon las cargas correctamente como se muestra a continuación.



Tabla 11. Balanceo de cargas para la instalación trifásica

Circuito	Lámparas 32w	A(W)	B (W)	C (W)
C-1	90	2,880		
C-2	106		3,392	
C-3	24	768		
C-4	24			768
C-5	24			768
C-6	26			832
C-7	14			448
C-8	14			448
C-9	12		384	
C-10	12			384
TOTALES	346	3,648	3,776	3,648
	TOTAL DE WATTS =	11,072		

La distribución de los circuitos por pasillo del mercado quedará como se muestra en la figura 44, cabe mencionar que esta asignación de circuitos ya se había ilustrado en puntos anteriores para ayudar a la comprensión de lo que se mencionaba.



Fig. 44. Planta arquitectónica del mercado y asignación de los circuitos eléctricos en cada pasillo del mercado.

Cada pasillo del mercado ya está dividido en circuitos como se puede observar en la figura anterior. Los circuitos 1 y 2 se destinaron para los pasillos exteriores, cuando ya se tenga automatizado el mercado con los Relés Programables estos circuitos se encenderán cuando únicamente sean necesarios y sin la intervención humana. Al momento que el Relé Programable active el encendido de estos circuitos, todas las lámparas se encenderán en un tiempo determinado, pero cuando ya no se necesite de mucha iluminación automáticamente el Relé Programable apagará el circuito número 2 quedando encendido solo el circuito número 1, es decir, estas lámparas quedarán encendidas intercaladamente, o sea una sí y la otra no y así sucesivamente, quedando encendidas solo la mitad del alumbrado de estos pasillos exteriores. Los circuitos internos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 tendrán la misma función,

solo que estos se apagaran en su totalidad cuando el mercado ya se encuentre cerrado y así se tendrá un gran ahorro de energía eléctrica.

Con el diseño eléctrico actual del mercado se tienen tres interruptores ubicados en diferentes puntos de ya mencionado mercado, cada uno controlando a las lámparas de cada pasillo exterior de los circuitos 1 y 2, y se encienden aunque no se necesite de la iluminación de estas lámparas. De esta forma se encuentran todas las lámparas que están en los pasillos del mercado, controladas por interruptores ubicados en diferentes lugares y cada interruptor enciende a demasiadas lámparas cuando no se necesita de su iluminación.

**Diagrama unifilar: (Anexo 3)**

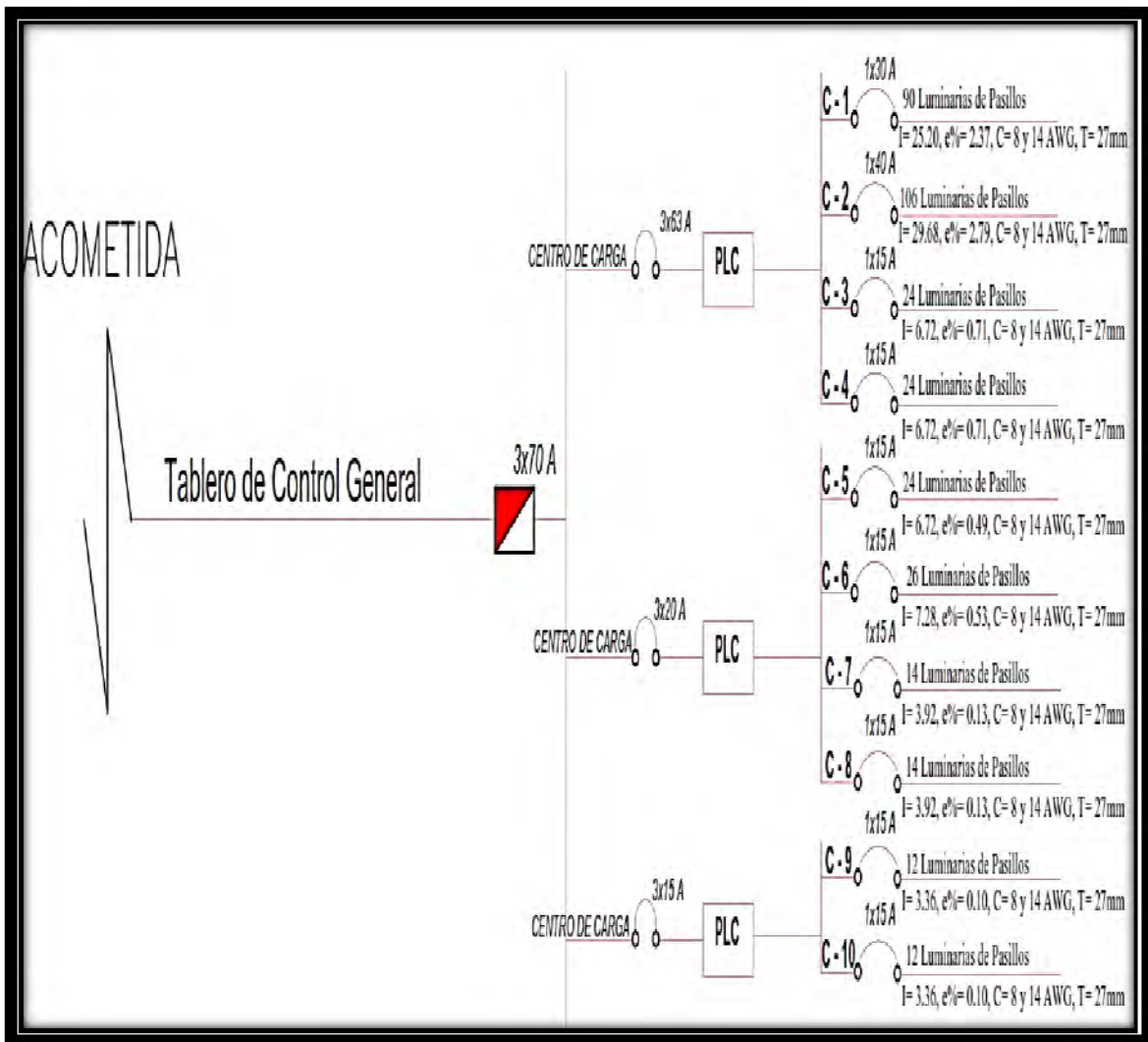


Fig. 45. Diagrama unifilar del sistema de iluminación de los pasillos del mercado.

**CAPITULO III.- RELÉ  
PROGRAMABLE OMRON ZEN  
10C1AR-A-V1**

## **INTRODUCCIÓN**

La parte principal de este proyecto es la programación propuesta para la instalación eléctrica de los pasillos de este mercado, con la ayuda de las fotoceldas exteriores como señales de entrada y los contactores como los dispositivos de salida, por lo que en este capítulo se describe desde la instalación del programa hasta como se efectuó la programación del Relé empleado.

También se plantea la inversión que se tendría que hacer para efectuar el uso eficiente de las luminarias de los pasillos del mercado con la ayuda de la automatización y el tiempo en que se recuperará dicha inversión.

### **3.1 ASPECTOS GENERALES DEL ZEN 10C1AR-A-V1**

El Relé Programable ZEN 10C1AR-A-V1 es un controlador compacto y muy funcional que se puede utilizar para automatizar fácilmente aplicaciones a pequeña escala. Su desarrollo ha aprovechado la tecnología de control avanzado en la marca OMRON, así como su experiencia en distintos tipos de controladores [10].

La automatización del Relé Programable se puede hacer de dos formas, una es directamente del Relé Programable utilizando su CPU y la otra forma es mediante un software de soporte, este último es el que se utilizó para este proyecto, la presentación o características del Relé programable se muestra en las siguientes figuras.

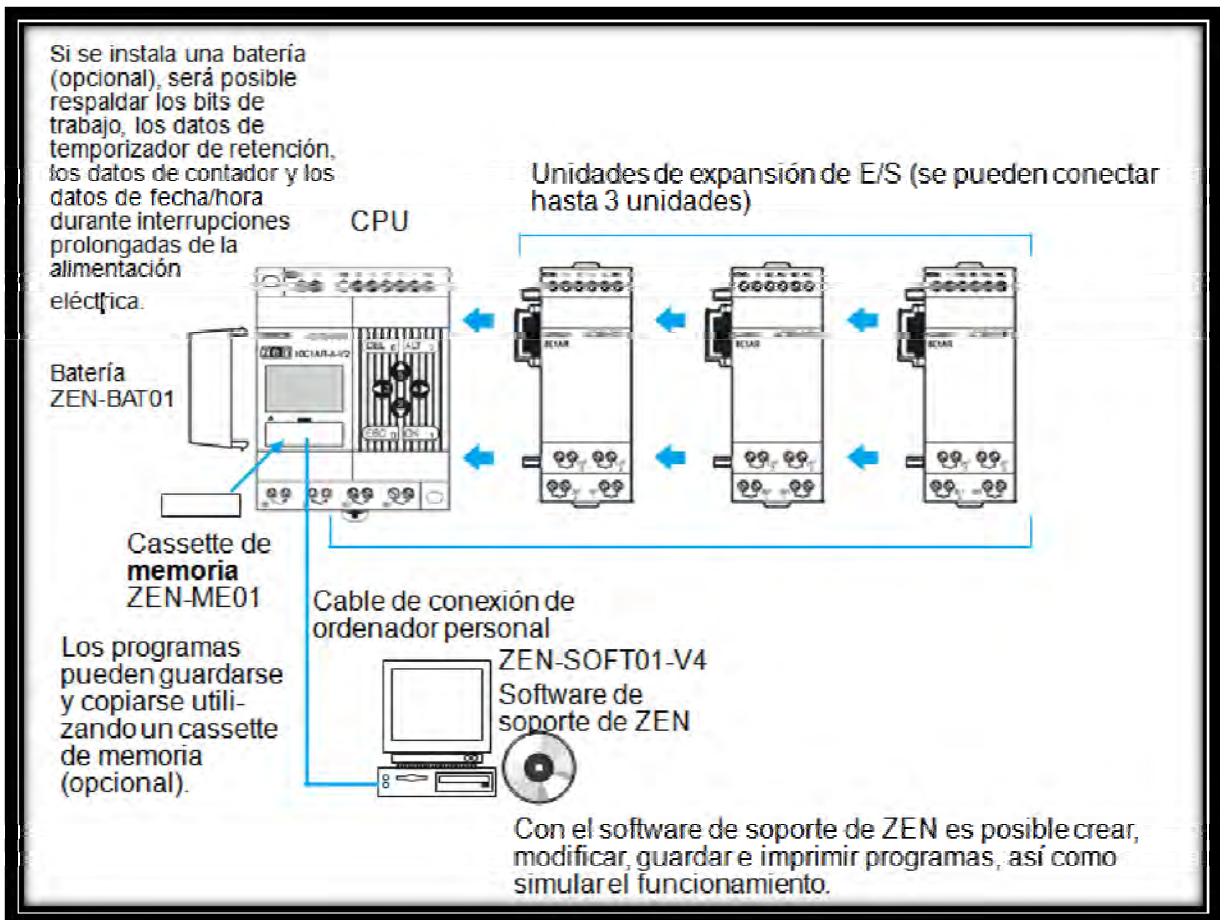


Fig. 46. Presentación y características del Relé Programable.

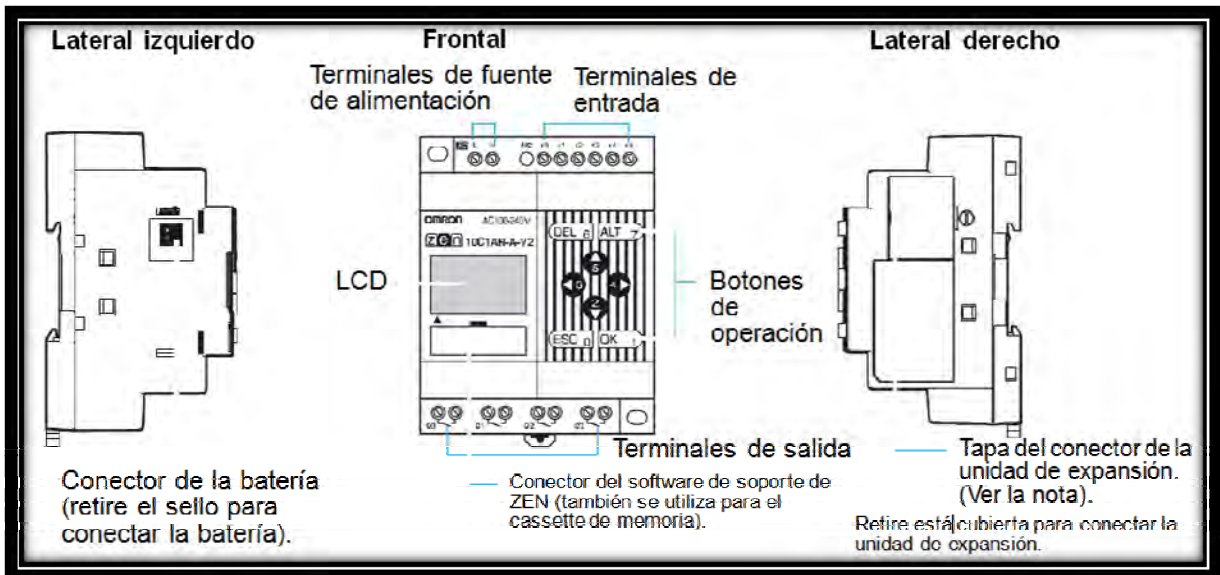


Fig. 47. Lados, terminales de alimentación, entrada y salida del Relé Programable.

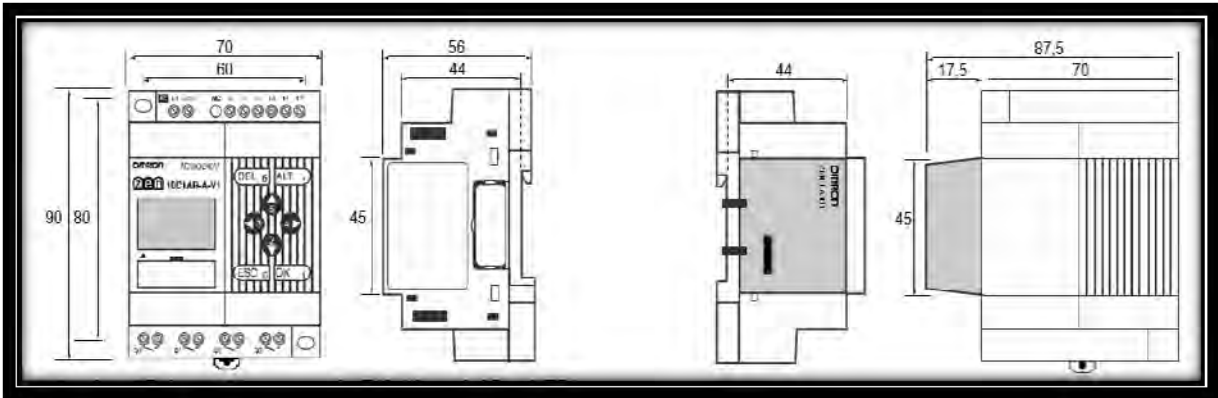


Fig. 48. Dimensiones de Relé Programable

En la figura 49 puede verse la pantalla de visualización de las unidades CPU tipo LCD y las operaciones de sus teclas.

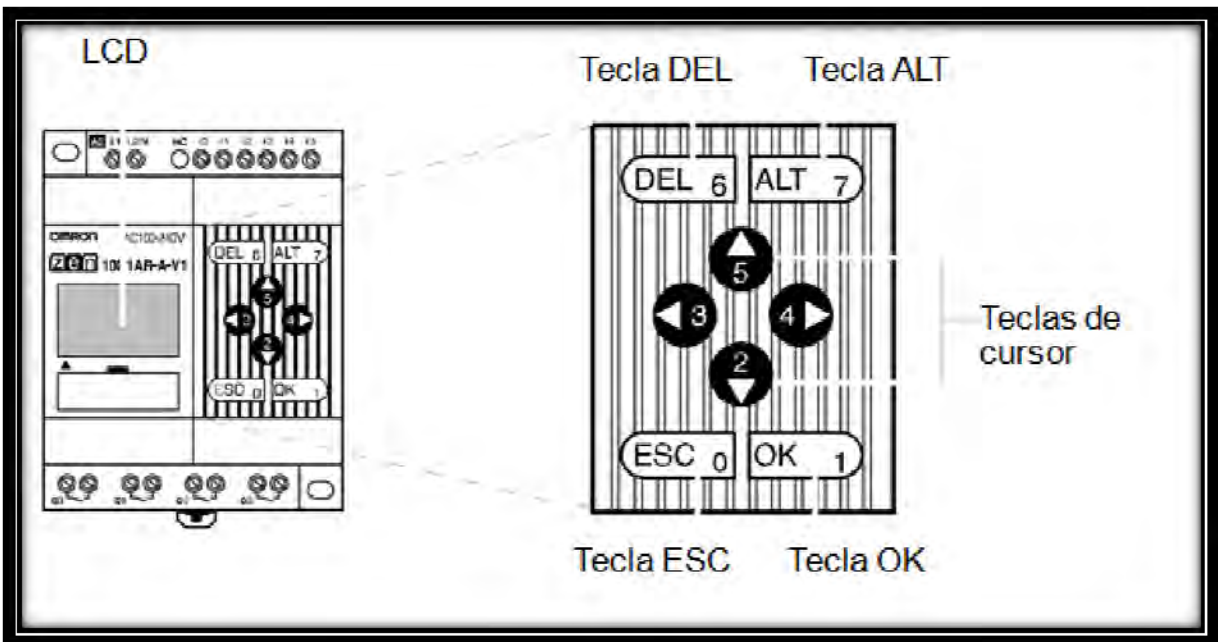


Fig. 49. Pantalla de visualización de las unidades CPU tipo LCD



La tabla siguiente muestra el significado de los iconos del Relé Programable:

Tabla 12. Significado de los iconos de Relé Programable

<b>Icono</b>	<b>Significado</b>
RUN	Aparece cuando el dispositivo está en modo RUN.
ERR	Indica un error.
▲	Aparece cuando existe una línea de menú o de programa de diagrama de relés cuyo nivel es superior al visualizado en ese momento.
▼	Aparece cuando existe una línea de menú o de programa de diagrama de relés cuyo nivel es inferior al visualizado en ese momento.
○	Aparece si se ha especificado una contraseña.

Como ya se mencionó el Relé se puede programar manualmente para ello se tiene que conocer para que sirve cada tecla y que función tiene cada una de ellas que se encuentran en él como se muestra tabla 13, en el anexo 2 se muestra el Data Sheet para un mejor entendimiento de esta programación manual.

Tabla 13. Significado de las teclas y las funciones de Relé Programable.

Tecla	Función			
	Menús	Escritura de programa de diagrama de relés	Configuración de parámetros	Bit asociado
DEL	---	Permite eliminar entradas, salidas, líneas de conexión y líneas en blanco.	---	B6 ON
ALT	---	Permite alternar entre condiciones de normalmente abierto y normalmente cerrado.	---	B7 ON
		Cambia al modo de escritura de línea de conexión.		
		Inserta una línea.		
Arriba	Mueve el cursor hacia arriba y hacia abajo.	Mueve el cursor hacia arriba y hacia abajo. Permite seleccionar tipos y funciones de bits.	Mueve el cursor hacia arriba y hacia abajo.	B5 ON
Down (Abajo)			Permite cambiar los valores numéricos y los parámetros.	B2 ON
Izquierda	---	Mueve el cursor hacia la derecha y hacia la izquierda.	Mueve el cursor hacia la derecha y hacia la izquierda.	B3 ON
Derecha				B4 ON
ESC	Permite volver a la pantalla anterior.	Cancela la configuración y vuelve a la operación precedente.	Cancela la configuración y vuelve a la operación precedente.	B0 ON
OK	Permite seleccionar el elemento de menú situado en la posición del cursor.	Permite confirmar los valores configurados.	Permite confirmar los valores configurados.	B1 ON



### 3.2 PROGRAMACIÓN DEL RELÉ

Programar es introducir una serie de instrucciones literales o gráficas para que el Relé o PLC las ejecute. Está conformado por unas funciones lógicas que tratan la información recibida en las entradas, para elaborar una nueva información en las salidas. Para programar se emplean las consolas de programación o programadores. Actualmente es mucho más práctico y ofrece más ventajas el uso del computador, siempre que se tenga el software y la interface requeridos. [11]

Existen diferentes tipos de lenguajes de programación empleados para programar un Relé o PLC, pero este Relé en particular maneja el lenguaje tipo LADDER (escalera).

El lenguaje booleano basado en circuitos gráficos, el esquema es muy similar al esquema horizontal: las líneas de alimentación se representan verticalmente y las líneas en las cuales se ubican los contactos y bobinas son horizontales. (Figura 50)

Únicamente se emplean contactos NA (NO) y NC, debidamente identificados en la parte superior del símbolo.

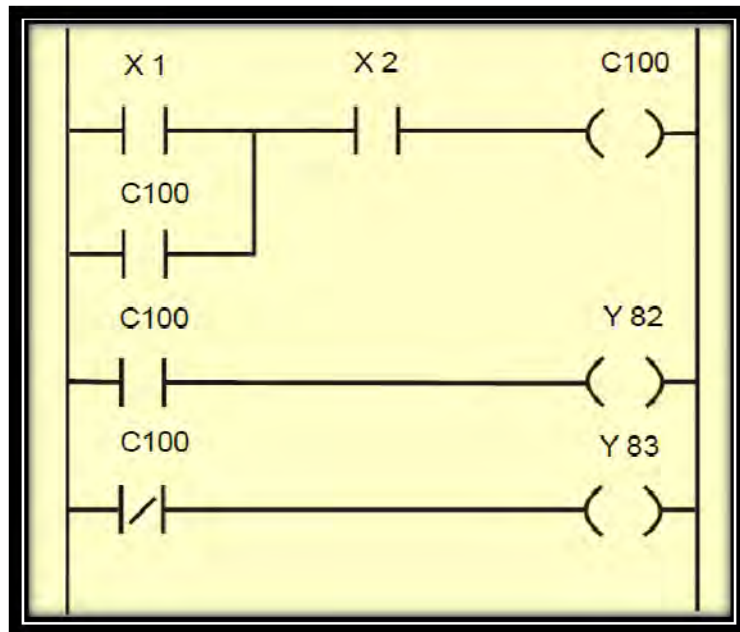


Fig. 50. Programación tipo LADDER (escalera).

**Contacto normalmente abierto (NA):** Si se conecta a una entrada un contacto normalmente abierto, dicha entrada tiene estado de señal "1" cuando se acciona el contacto.

**Contacto normalmente cerrado (NC):** Si a una entrada se conecta un contacto normalmente cerrado, esta tiene estado de señal "0" cuando se acciona el contacto.

Todo circuito parcial debe concluir necesariamente en un operador (bobina) o bloque de función. Realizando el esquema de una aplicación, se concluye con un circuito que indica el fin de la misma. [11]

Para una fácil programación se utilizó una PC la cual debe tener algunos requerimientos, en la siguiente tabla se muestran los requisitos mínimos del sistema y la configuración recomendada:

Tabla 14. Requisitos del sistema y la configuración recomendada.

<b>Elemento</b>	<b>Condiciones</b>
Sistema operativo	Windows 95, 98, ME, 2000, XP o NT4.0 Service Pack 3
CPU	Pentium 133 MHz o más rápido Se recomienda Pentium 200 MHz o más rápido.
Memoria	64 MB o más
Disco duro	40 MB o más de capacidad disponible en disco
Unidad de CD-ROM	Obligatoria
Comunicaciones	1 puerto serie (puerto COM)
Teclado y ratón	Obligatorio
Monitor	800 x 600 puntos (SVGA) mín., 256 colores mín.

Para la programación del Relé se instaló el software ZEN-SOFT01-V4, el cual tiene un manual de operación donde se indica paso por paso como desarrollar el programa, desde el procedimiento de la instalación y desinstalación, hasta la forma de como programar indicando cada uno de los elementos que contiene. [10]

Una vez instalado el software indicado con anterioridad, se inicia el proceso para la programación, para esto se realizó una encuesta a los locatarios del mercado para saber la hora en que inician y finalizan sus labores por cada área de ya mencionado mercado, con estos datos la programación ya se puede efectuar, cabe mencionar que el Relé cuenta con terminales de entradas y de salidas (Figura 47). En las terminales de entrada se instalarán fotoceldas eléctricas y las terminales de salida estarán destinadas para los contactores y de estos a las cargas (luminarias) como se verá más adelante.

Tomando lo anterior en cuenta, el desarrollo para la automatización estará de la siguiente manera:

- Los circuitos 1 y 2 de los pasillos o área exterior se manejarán con fotoceldas y por horario, es decir que a las 18:30 hrs. se encenderán los 2 circuitos ya que en los pasillos del mercado todavía hay gente y ya no se tendrá iluminación solar, a las 22:00 hrs. el circuito 2 se apagará y quedará encendido el circuito 1 para el ahorro de energía. El circuito 1 quedará encendido toda la noche y madrugada porque en esta área del mercado no debe quedarse sin iluminación y se apagará las 6:30 hrs por medio de la fotocelda.



Fig. 51. Circuitos 1 y 2, pasillos exteriores.

- Los circuitos 3 y 4 designados para el área de locales donde venden ropa se manejarán con fotoceldas y por horario, por ejemplo a las 18:30 hrs. se encenderán los 2 circuitos por medio de la activación de la fotocelda y ya que no se tendrá iluminación solar, a las 21:00 hrs. se apagará el circuito 3 quedando encendido el circuito 4 por una hora más y a las 22:00hrs. se apagará este circuito para el ahorro de energía, debido a que a esta hora ya no se requiere de iluminación en esta área del mercado ya que no habrá nada de gente.

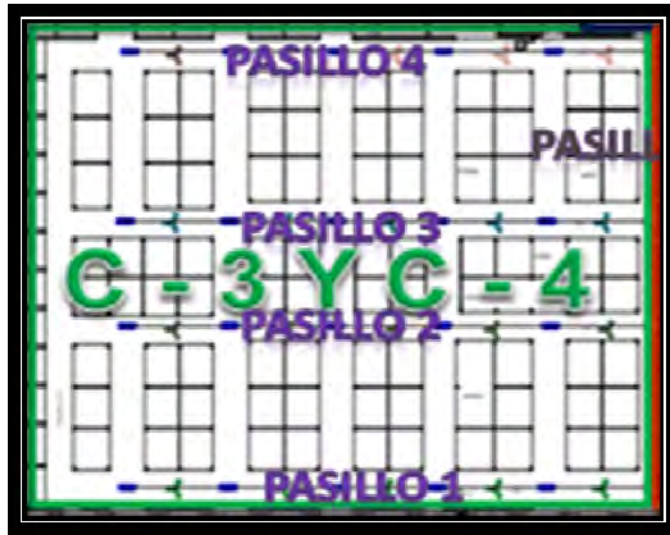


Fig. 52. Circuitos 3 y 4, pasillos interiores del mercado, área de ropa.

- Los circuitos 5 y 6 designados para el área de lonchería, únicamente se automatizará en función del horario ya que no tiene traga luz y esta área está un poco abandonada, por ejemplo a las 06:00 hrs. se encenderán los 2 circuitos ya que empieza la hora laboral, a las 18:30hrs. se apagará el circuito 6 quedando encendido el circuito 5 y a las 20:00 hrs. se apagará este último circuito para el ahorro de energía, se piensa que a esta hora ya no se requiere de iluminación en esta área del mercado ya que no habrá nada de gente.

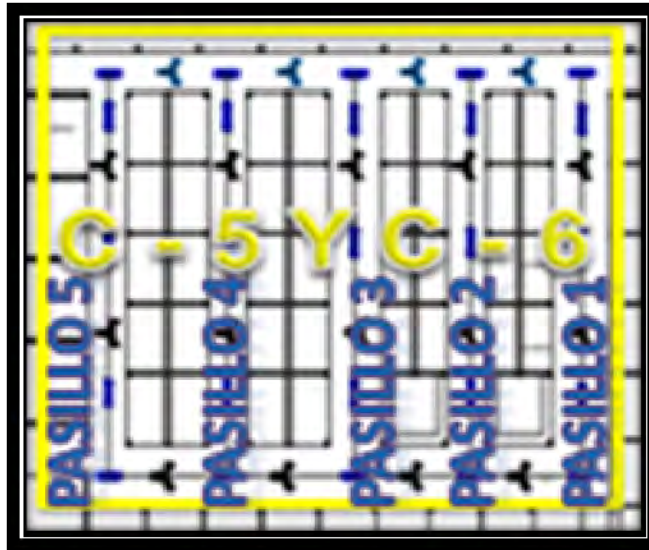


Fig. 53. Circuitos 5 y 6, pasillos interiores del mercado, área de lonchería y ropa.

- Los circuitos 7 y 8 que se destinaron para el área de marisquería se manejará únicamente por horario, esta parte del mercado es pequeña con pocas lámparas por lo que sería menos costoso manejarlo como se mencionó con anterioridad, además que los tragaluzes que se implementaron en esta área son extraños y no son recomendables, se encenderán ambos circuitos a las 06:00 hrs. para tener buena iluminación y a las 18:30 hrs. se apagará el circuito 8 para el ahorro de energía, a las 20:00hrs. se apagará el circuito 7 ya que no habrá gente.



Fig. 54. Circuitos 7 y 8, pasillos interiores del mercado, área de lonchería y marisquería.

- Los circuitos 9 y 10 designadas para el área de carnicerías se manejaran por horario y por fotoceldas, 4:00 hrs. se encenderán los 2 circuitos ya que esta parte del mercado inician sus labores en la madrugada por el tipo de comercio que se tiene y se apagarán las luminarias cuando ya se cuente con iluminación solar, en este punto entrará en funcionamiento la fotocelda, a las 18:30hrs. se encenderá el circuito 9 de igual forma por la señal de la fotocelda y este circuito en particular se apagará a las 20:00 hrs. para el ahorro de energía ya que no se tendrá gente.

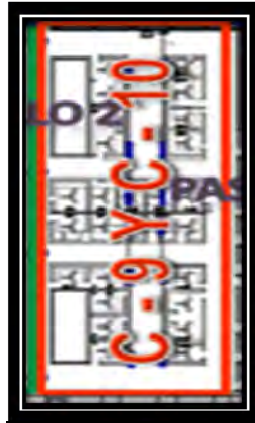


Fig. 55. Circuitos 9 y 10, pasillos interiores del mercado, área de carnicerías.

Se instalarán interruptores de emergencia que controlen los 10 circuitos por si el guardia o alguna persona requiere de iluminación en algún determinado tiempo fuera de horario del control destinado para cada área, pero este interruptor estará encendido solo por 3 horas a partir de activarse ya que es solo de emergencia y por algún motivo, el que la encendió se le olvidará apagarlo.

Los circuitos que en la automatización cuentan con fotoceldas se encenderán por algún cambio climatológico no esperado, o sea, por alguna precipitación o por mal tiempo, sin que se afecte la programación ya diseñada.

Todos los circuitos tendrán interruptores no contralados por el Relé programable, por si en dado caso este tiene algún fallo o se llegará a quemar y para que el mercado no se quede sin luz eléctrica, estos interruptores estarán a cargo de alguna persona responsable

que los líderes del mercado asignen, ya que se pretende que estén con algún tipo de seguro y que nadie tenga acceso a ellos.

### **3.3 IDENTIFICACIÓN DE SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA**

Para la programación de los Relés Programables o PLC se manejan varios tipos de sensores y así poder facilitar el manejo de alguna instalación que cuenten con estos modernos programadores lógicos, para ello cuenta con terminales de entrada y salida.

En esto proyecto se utilizaron fotoceldas eléctricas como dispositivos de entrada, para activar el encendido del alumbrado mediante la detección de los rayos solares, ya que están conectados con el ambiente exterior del Relé Programable y así evitar el uso de las luminarias por medio de interruptores o apagadores eléctricos, dando paso a usar la iluminación únicamente cuando realmente se necesite o que no se tenga iluminación solar, ayudando al ahorro de energía en el mercado viejo.

Las salidas del Relé Programable son los sistemas que se automatizaran, en este caso es el alumbrado de los pasillos del mercado, automatizando las bobinas de cada contactor, es decir, cuando el Relé envíe una señal de salida a las bobinas del contactor, estas se cerraran y permitirán el paso de energía eléctrica hacia el alumbrado del mercado.

#### **3.3.1 DISPOSITIVOS DE ENTRADA**

Para los dispositivos de entrada se utilizaran las fotoceldas eléctricas externa marca Tecno lite, modelo FE-720 con alimentación de 127 – 220 V; 50 – 60 Hz; 25 Amp. con base para montaje independiente, ideal para múltiples luminarias. [12]



Fig. 56. Fococelda eléctrica o celda fotoconductiva.

La principal función de las fotoceldas eléctricas o celdas fotoconductivas cambian de resistencia como respuesta a los cambios en la intensidad de la iluminación solar. A medida que aumenta la iluminación, la resistencia disminuye y dando como resultado que la virtud principal de las celdas fotoconductivas modernas es su sensibilidad. [13]

En este caso cuando la fotocelda no detecte la iluminación solar, mandara la señal al Relé programable para que se active y empiece el proceso de la programación efectuada, este (Relé) a su vez enviara otra señal a las terminales de salida para que enciendan en alumbrado ya programado.

### **3.3.2 DISPOSITIVOS DE SALIDA**

En las terminales de salida del Relé se instalaran contactores marca White Rodgers Emerson de dos polos a 120 V con diferente capacidad de corriente.



Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente, tanto en el circuito de potencia como en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina, por lo que se denominan contactos instantáneos [14].

Todo contacto está compuesto por tres elementos: dos partes fijas (contactos fijos) ubicados en la carcasa y una parte móvil (contacto móvil) colocado en la armadura, para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. Los contactos están hechos de bronce fosforado, material que es muy buen conductor, mecánicamente resistente y con mayor grado de elasticidad que el cobre o el bronce [11].

El contactor consta de varias partes pero las más importantes son: la carcasa, electroimán, núcleo, espira de sombra, la armadura y bobina. La bobina es la parte fundamental del contactor para este proyecto, ya que las salidas del Relé están conectadas en ellas y su función es dejar pasar la energía a todas las cargas conectadas en los contactores.

¿Qué es la bobina? La bobina es un enrollamiento de cable de cobre muy delgado con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Este a su vez produce un campo electromagnético superior al par resistente de los muelles, que a modo de resortes, se separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente. Cuando una bobina se alimenta con corriente alterna la intensidad absorbida por esta, denominada corriente de llamada, es relativamente elevada, debido a que el circuito solo se tiene la resistencia del conductor. [11]

Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer la armadura y a la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo. Una vez que el circuito magnético se cierra, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce, obteniendo así una corriente de mantenimiento o de trabajo más baja.

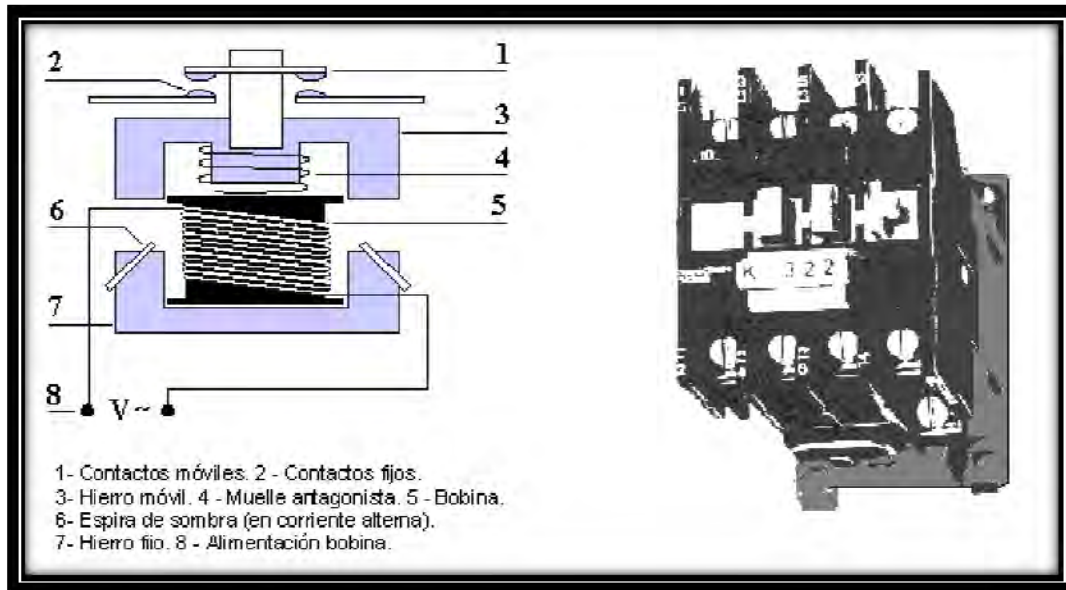


Fig. 57. Estructura del contactor.

### 3.4 CÓDIGO DESARROLLADO

Como se mencionó anteriormente el lenguaje del Relé Programable es de tipo LADDER (escalera) y de acuerdo a las necesidades se decidió implementar un código de desarrollo que cumpla con las siguientes características:

- Active el alumbrado de los pasillos del mercado cuando no se cuente con luz solar a cualquier hora del día.
- Active el alumbrado de los pasillos del mercado por medio de interruptores termomagnéticos solo por un tiempo definido (3 horas).
- Active el alumbrado de los pasillos del mercado por medio de horarios específicos.
- Active el alumbrado de los pasillos del mercado por circuitos dados.
- Desactive el alumbrado de los pasillos del mercado cuando detente la luz solar a cualquier hora del día.
- Desactive el alumbrado de los pasillos del mercado en horarios específicos.

Para comenzar con la programación, se abre el software ZEN-SOFT01-V4 desde la PC y se seguirán los siguientes pasos [10]:

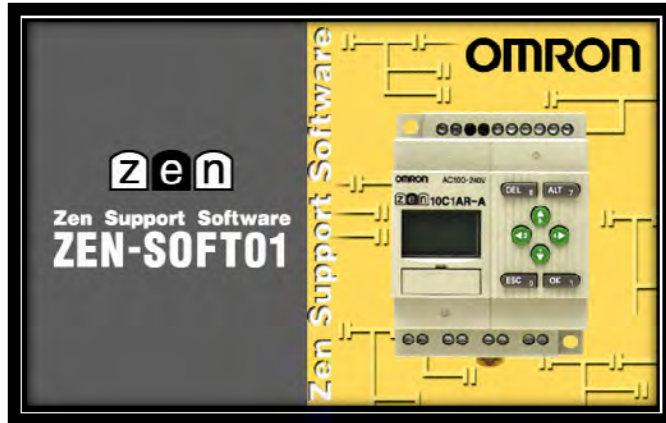


Fig. 58. Se inicia en software ZEN

2. Cuando finalice la visualización de la pantalla de apertura, se mostrará la siguiente pantalla. Seleccione Crear nuevo programa y haga clic en el botón Aceptar.

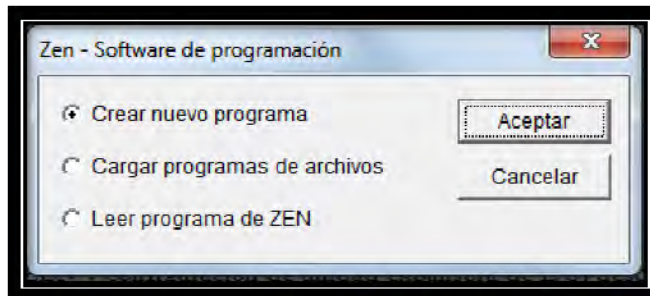


Fig. 59. Selección del trabajo.

**Nota.** a) Haga clic en Cargar programas de archivos y haga doble clic en el botón Aceptar para abrir programas de diagrama de relés al iniciar el software de programación ZEN.

b) Si se selecciona la carga de un programa desde el ZEN, se realizarán automáticamente las siguientes acciones.

- ❖ Mediante la función de conexión online del ZEN, se leerá el contenido de los ajustes de propiedades (modelo de ZEN y configuración de unidad expansora de E/S) desde el ZEN y se establecerán los ajustes.
- ❖ El programa se transferirá desde el ZEN al ordenador.
- ❖ Se mostrará el programa de diagrama de relés.

3. Se mostrará la pantalla Configuración de propiedades. Introduzca el modelo y la configuración del ZEN (Es decir, si hay conectadas unidades expansoras de E/S), el nombre de proyecto y un comentario y pulse el botón Aceptar.

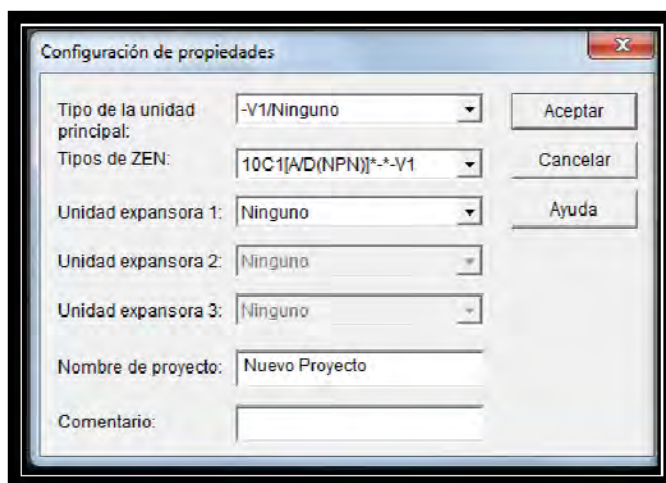


Fig. 60. Selección del modelo y tipo del ZEN.

4. Se iniciará el software de programación ZEN.

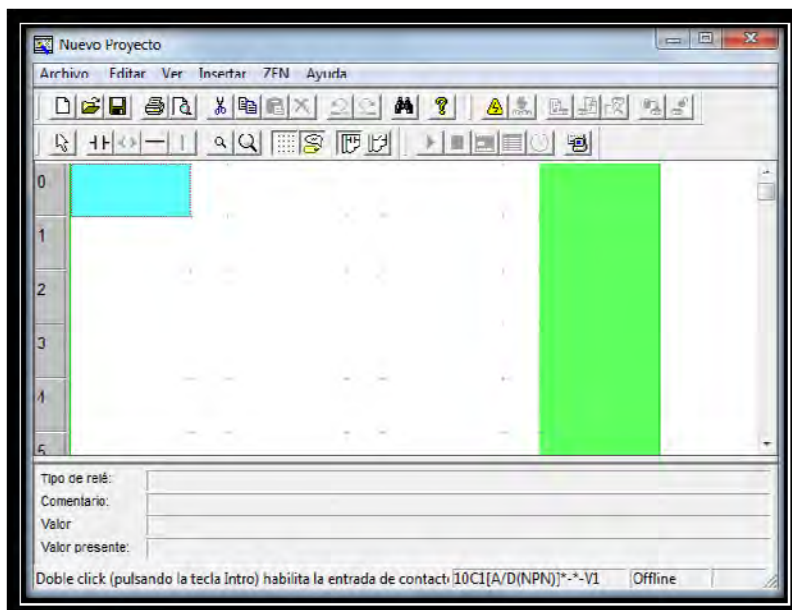


Fig. 61. Software de programación.