

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA
MECANICA Y ELECTRICA**

**“PROYECTO DE AHORRO DE ENERGIA PARA
EL EDIFICIO BANAMEX CITIGROUP,
DIRECCION NORESTE”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO
DE INGENIERO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A:

ARMANDO I BARRA CARLON

A S E S O R E S:

**M. C. RUBÉN ORTIZ YÁÑEZ
I N G. J O R G E A. R A M Í R E Z G O N Z Á L E Z**



MEXICO, D. F. NOVIEMBRE DE 2008



ÍNDICE

OBJETIVO	6
ALCANCE DEL PROYECTO	4
CAPITULO I. GENERALIDADES	5
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. IMPACTO DEL AHORRO DE ENERGÍA EN LA ILUMINACIÓN.....	5
3. IMPACTO AMBIENTAL.....	6
CAPITULO II. EVALUACIÓN TÉCNICA COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	8
1 NUEVO SISTEMA FLUORESCENTE DE ILUMINACIÓN.....	8
1.1 Tipos de lámparas ahorradoras de energía	8
1.2. Lámparas fluorescentes ahorradoras de energía	8
1.3 Campo de aplicación:	10
1.4 Los sistemas de iluminación	10
1.5. El Aparato de iluminación o luminario	11
1.6- Características del nuevo sistema fluorescente.....	12
2.- LÁMPARA FLUORESCENTE F32 T8.....	13
3.- LAMPARA FLOURESCENTE COMPACTA	13
3.1 Definición:	13
3.2 Funcionamiento:	14
3.3 Aplicaciones en edificios	16
4.- SPOT FLOURESENTE (Lámpara fluorescente compacta)	16
5 . BALASTRO ELECTRÓNICO DE ALTO FACTOR DE POTENCIA	18
6.- REFLECTOR ESPECULAR	18
7.- DIFUSOR PARABÓLICO	19
8 COMPARACIÓN DE AHORRO DE ENERGÍA (caso práctico).....	20
CAPITULO III. IMPLEMENTAICON DE MEDIDAS.....	21
1 ANTECEDENTES	21
1.1.Análisis histórico de facturación	22
2. DIAGNOSTICO.....	23
2.1 Mediciones eléctricas	23
2.2.Censo de equipos de iluminación	24
2.3. Medición de los niveles de iluminación	26
3. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	27
4. ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS DE ILUMINACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL.....	27
5 SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ILUMINACIÓN POR UN SISTEMA EFICIENTE.....	28
5.1 Sustitución de Lámparas Fluorescentes.....	28
5.2 Sustitución de Spots de 75 watts incandescentes	29
6. CALCULO DE LA ILUMINACIÓN PROYECTADA.....	30
6.1. Calculo de la iluminación en interiores	30



CAPITULO IV. ANÁLISIS DE COSTOS	39
1 PRELIMINARES	39
1.1 Recursos humanos	39
1.2 Recursos Materiales.....	39
1.3 Herramienta y equipos.....	40
2 LINEAMIENTOS PARA LOS PRECIOS UNITARIOS Y COSTOS	40
2.1 Costos que integran el precio unitario	40
2.2 Resumen de costos que integran el proyecto.....	41
2.3 Costos directos.....	42
2.3.1 Costo directo por mano de obra.....	42
2.4 Integración del factor del salario real.	42
2.5 El análisis del costo directo por mano de obra es el siguiente:	45
3 COSTO DIRECTO POR MATERIALES.....	48
4 COSTO DIRECTO POR MAQUINARIA.....	48
5 COSTO DIRECTO POR CONSUMOS.....	52
6 COSTO DIRECTO POR HERRAMIENTAS.....	55
7 INTEGRACIÓN DEL COSTO DIRECTO.....	58
8 COSTOS INDIRECTOS	58
8.1 Costo indirecto por sueldos personal administrativo.....	58
8.2. Costo indirecto por renta de oficina	60
8.3 Costo indirecto por servicios externos	61
8.4 Costo indirecto por gastos de equipo.....	61
8.5 Costo indirecto por gastos de oficina	62
8.6 Costo indirecto total del proyecto.....	62
9 COSTO POR UTILIDAD	63
10 COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	63
CAPITULO V. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y RETORNO DE LA INVERSIÓN ..	64
1 AHORRO PROYECTADO POR DISMINUCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA..	64
2 AHORRO PROYECTADO POR DISMINUCIÓN DE DEMANDA ELÉCTRICA...	65
3 AHORRO PROYECTADO POR ELIMINACIÓN DE PENALIZACIÓN DE BAJO FACTOR DE POTENCIA	66
3.1 Factor de potencia.....	66
3.2 Porcentaje de ahorro de energía por alto factor de potencia.....	68
3.3 Determinación del ahorro económico por alto factor de potencia.....	68
4.-AHORROS TOTALES PROYECTADOS.....	69
5 DETERMINACIÓN DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN PROYECTADA.	69
CONCLUSIONES.....	70
GLOSARIO	71
BIBLIOGRAFIA	73
ANEXOS.....	74



OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo de este trabajo consiste en la elaboración de un proyecto que permita tener un ahorro de energía eléctrica para el edificio de Banamex Citigroup Dirección Noroeste, en Tijuana Baja California, México, mediante la implementación de medidas de eficiencia energética.



ALCANCE DEL PROYECTO

Obtener el uso eficiente de la energía eléctrica para lograr un ahorro de energía sustancial en la operación de un edificio de oficinas a través de una evaluación técnica del sistema de iluminación convencional comparado contra un nuevo sistema mas eficiente para determinar la sustitución de este, con la aplicación la lámparas ahorradoras de energía y luminarios mas eficaces; así mismo determinando una menor demanda como consecuencia de la disminución del consumo de energía y eliminando penalizaciones por bajo factor de potencia.

Demostrando el ahorro de energía y el ahorro económico por un periodo de un año; con su respectivo retorno de la inversión para el caso del edificio “Banamex City Group, dirección Noroeste”, ubicado en la ciudad de Tijuana Baja California México.



CAPITULO I. GENERALIDADES

1. INTRODUCCIÓN

El ahorro de energía y el aprovechamiento de las energías renovables son acciones que permiten cuidar bienes públicos como los energéticos no renovables y el medio ambiente. Igualmente, permiten fortalecer la competitividad de la economía, cuidar la economía familiar y hacer un uso más eficiente de la infraestructura energética del país.

En México, la facturación energética anual supera los 400 mil millones de pesos anuales de acuerdo a la CONAE. Según la experiencia nacional e internacional, se pueden lograr ahorros de más del 20% de la energía que actualmente se consume con acciones cuyo costo es casi nulo o con inversiones con altas tasas de retorno. Esto significa que, en México, se pueden ahorrar, sin modificar los servicios que se tienen gracias a la energía, más de 80 mil millones de pesos anuales en la facturación energética.

En los comercios y empresas, el uso eficiente de la energía permite reducir costos de operación y producción, para así elevar significativamente los márgenes de utilidad y afrontar los retos de competitividad ante la globalización de las economías.

Los programas de ahorro y uso eficiente de energía, propician la sensibilización empresarial para buscar afanosamente la excelencia de sistemas de calidad con practicas integrales y complementarias inherentes al uso de la electricidad. En este sentido, la optimización en el uso de la energía conlleva la modernización tecnológica, así como el control de factores contaminantes.

2. IMPACTO DEL AHORRO DE ENERGÍA EN LA ILUMINACIÓN

Normalmente la iluminación representa solo una parte del total de la electricidad utilizada en una instalación típica; pero siempre es el primer objetivo que se busca cuando se requieren tomar medidas para ahorrar energía eléctrica., es entonces cuando surgen criterios equivocados como:



- ❖ **Reducir los niveles de iluminación de los mínimos requeridos a efecto de tener menos luminarias en operación.**
- ❖ Otro es optar por luminarios convencionales considerando únicamente la inversión inicial., en lugar de invertir en equipos de iluminación ahorradores de energía eléctrica.

Lo anterior resulta totalmente contraproducente., pues estos supuestos beneficios se contrarrestan por una baja productividad de los empleados y por un incremento en los costos de operación y mantenimiento.

Al diseñar un sistema de iluminación para un edificio bajo el concepto de ahorro de energía se debe de considerar:

COSTO INICIAL VS COSTO DE OPERACIÓN + COSTO DE MANTENIMIENTO.

Teniendo en cuenta que el costo inicial, incluye el costo del equipo, colocación e instalación contra el costo de operación producido por el consumo de energía eléctrica y el costo de mantenimiento donde incide principalmente la vida de la fuente luminosa.

Actualmente es posible ahorrar hasta un 75% en el consumo de energía con la aplicación de lámparas ahorradoras de energía eléctrica y la automatización de la iluminación; en comparación con equipos tradicionales, sin que ello signifique sacrificar los niveles de iluminación establecidos para desarrollar cada tarea deseada o especificada. A continuación este concepto se ilustra con la grafica productividad y niveles de iluminación.

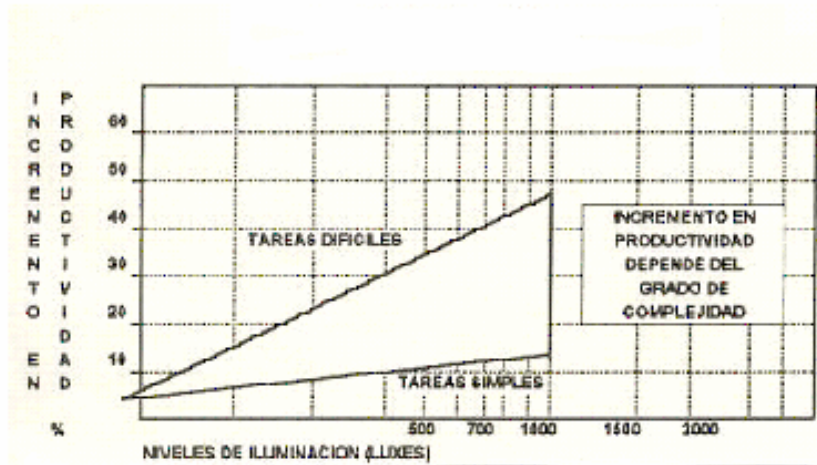


Figure 1.1 Productividad y niveles de iluminación



La anterior consideración (costo inicial vs costo de operación + mantenimiento); y el conocimiento de fuentes luminosas ahorradoras de energía con la aplicación adecuada de la automatización en la iluminación, siempre impactaran positivamente en la decisión del diseño de la iluminación en un edificio inteligente o bien en cualquier otro inmueble; sin menoscabo del nivel de iluminación.

3. IMPACTO AMBIENTAL

Además, con sistemas de iluminación eficientes se obtiene un beneficio en el medio ambiente; que se manifiesta al disminuir el consumo de energía; pues consecuentemente se disminuye la generación de energía eléctrica del país; de tal forma, si todas las empresas y negocios aplicaran productos más eficientes; se lograría ahorrar energía aproximadamente hasta un 50%, esto significa retardar la instalación de nuevas plantas generadoras del tipo: CARBO ELECTRICAS, TERMOELECTRICAS Y TURBO JET.

Las cuales para su operación utilizan combustibles pesados y contaminantes por el tipo de emisión que producen. Por lo anterior se podría obtener una reducción estimada en los niveles de "Bióxido de azufre (SO₂) de 7 a 5 % y en el bióxido de carbono (CO₂), que son la principal causa de la lluvia ácida; todo esto según "LA AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA)", por lo cual gradualmente se esta cambiando el clima global; esto es conocido como: EFECTO INVERNADERO.

Sin tratar de profundizar más con la explicación del párrafo anterior, inmediatamente se acota que el ahorro de energía eléctrica también genera un impacto positivo en el medio ambiente y en consecuencia no se puede soslayar.



CAPITULO II. EVALUACIÓN TÉCNICA COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

1 NUEVO SISTEMA FLUORESCENTE DE ILUMINACIÓN.

1.1 TIPOS DE LÁMPARAS AHORRADORAS DE ENERGÍA

Las constantes investigaciones sobre nuevas fuentes de luz artificial persiguen dos objetivos fundamentales: incrementar el rendimiento luminoso e igualar el color de la luz artificial a la luz natural. Las lámparas ahorradoras de energía son producto de este desarrollo tecnológico en el renglón de la iluminación. Dentro de la nueva gama de lámparas que se aplican para el ahorro de energía en un sistema de iluminación para un edificio de oficinas, están las siguientes:

LAMPARA
AHORRADORAS
DE ENERGIA
MÁS COMUNES

- ❖ Lámparas de bajo voltaje
- ❖ Lámparas fluorescentes compactas
- ❖ Lámparas fluorescentes con Balastro electrónico.
- ❖ Lámparas de energía de alta intensidad con halógenos metálicos.



1.2. LÁMPARAS FLUORESCENTES AHORRADORAS DE ENERGÍA



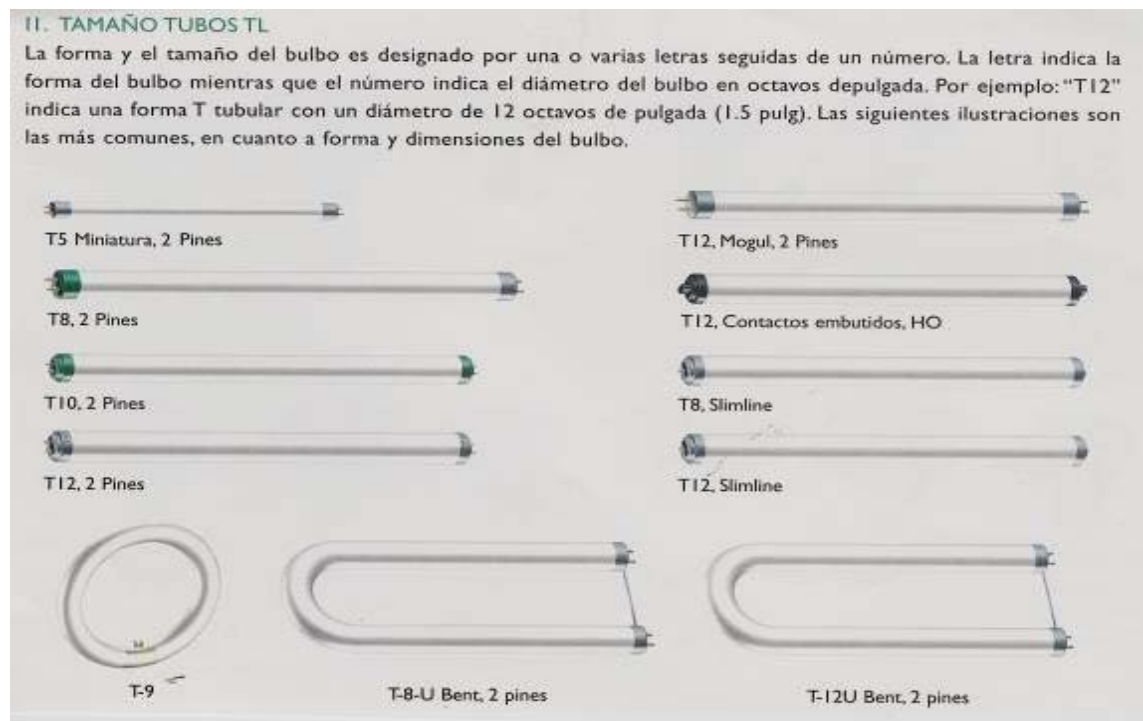
Las lámparas fluorescentes y balastros electrónicos representan un gran adelanto tecnológico en iluminación; ya que tienen una eficiencia mayor que las lámparas convencionales con balastros electromagnéticos.

Diseñadas específicamente para satisfacer la creciente necesidad de ahorro de energía, tienen las mismas dimensiones que las lámparas equivalentes normales, utilizan el mismo casquillo y se pueden colocar con los mismos balastros electromagnéticos (a excepción de los llamados de baja energía o económicos); lo que significa que son totalmente intercambiables.

CARACTERÍSTICA GENERAL

Debido a la inclusión de una nueva mezcla de gases en su interior y a los polvos fluorescentes que la recubren, se consigue la misma cantidad de luz que las lámparas convencionales, logrando con esto ahorrar hasta un 23% en el consumo de energía.

Estas lámparas conectándolas con balastros electrónicos se consigue un incremento en el ahorro de energía hasta de 37% durante su operación, sin sacrificio del nivel de iluminación.



Gama de tubos fluorescentes ahorradores de energía que ofrece el mercado (Cortesía de Philips)



1.3 CAMPO DE APLICACIÓN:

Las lámparas fluorescentes ahorradoras de energía eléctrica son ideales para aplicarse en:

- ❖ Escuelas
- ❖ Edificios de oficinas
- ❖ Industrias
- ❖ Hospitales
- ❖ Centros Comerciales
- ❖ Laboratorios
- ❖ Pasillos de circulación

Y en general donde se requiera de alumbrados generales y se busque el ahorro de energía durante su operación.

1.4 Los sistemas de iluminación

Estos se clasifican según la distribución del flujo luminoso, por encima o por debajo de la horizontal; es decir, teniendo en cuenta la cantidad del flujo luminoso proyectado directamente a la superficie iluminada y la que llega a la superficie después de reflejarse por techo y paredes. Esto implica que si la mayor cantidad del flujo luminoso se envía hacia abajo se produce una iluminación directa; por lo contrario, si la mayor parte del flujo luminoso se envía hacia el techo para que llegue a la superficie iluminada después de proyectarse en el mismo y en las paredes, se tiene una iluminación indirecta.

Los demás sistemas que se pueden tener son formas intermedias en las cuales la luz emitida (flujo luminoso) se radia tanto hacia arriba como hacia abajo. A continuación se presentan estos sistemas de iluminación indicándose en todos ellos su distribución de flujo luminoso.



Sistema de iluminación	Distribución del flujo luminoso en por ciento (%)	
	↑Hacia arriba	↓ Hacia abajo
Iluminación directa	0-10	100-90
Iluminación semidirecta	10-40	90-60
Iluminación difusa	40-60	60-40
Iluminación semindirecta	60-90	40-10
Iluminación indirecta	90-100	10-0

De estos sistemas, el que se aplica al proyecto en cuestión es el sistema de iluminación directa.

1.5. El Aparato de iluminación o luminario

Finalidad:

La finalidad de un luminario es modificar la distribución luminosa de las lámparas (fuente artificial del flujo luminoso) según las características deseadas de iluminación (sistema directo, sistema semidirecto, etc.); y además ocultar los manantiales luminosos de la visión directa del observador, con objeto de evitar el deslumbramiento.

Concepto de luminario:

En general el luminario es un aparato de alumbrado formado por un gabinete de lamina, un difusor, un reflector, una fuente luminosa (lámpara) y equipo eléctrico para operar la fuente luminosa artificial; con este aparato se controla la distribución luminosa emitida por la lámpara de acuerdo a la necesidad requerida en un determinado plano de trabajo de un local.

El luminario debe reunir las propiedades esenciales siguientes:

- **Propiedades ópticas:**
 - distribución luminosa adaptada a la función.
 - buen rendimiento luminoso.
 - luminancia de un valor dado en ciertas direcciones de observación.
- **Propiedades mecánicas y eléctricas:**
 - Ejecución robusta
 - Construido con material adaptado a su función



- Equipo eléctrico perfecto con facilidad para el montaje inspección periódica del mismo.
- Fácil de limpiar.
- Calentamiento admisible con su construcción y con su empleo.

1.6. Características del nuevo sistema fluorescente

De acuerdo a la consideración teórica anterior, las características del nuevo sistema fluorescente de iluminación general mostrada en la figura 2.1, lo constituyen:

- **Balastros electrónicos de alto factor de potencia.**
- **Reflector especular de aluminio.**
- **Tubos fluorescentes de menor consumo y mayor vida útil tipo F32T8.**
- **Difusor parabólico de aluminio.**

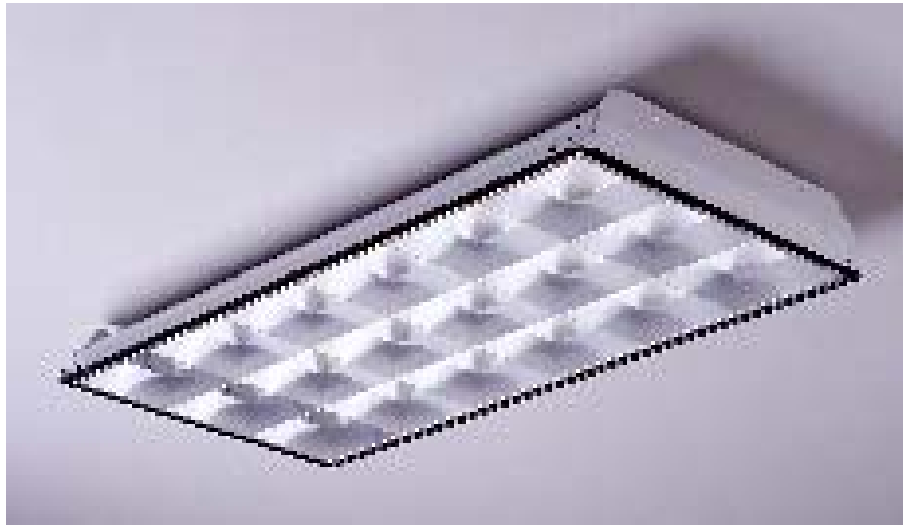


Fig. 2.1 Lámpara fluorescente de 2 tubos de 32 watts, con difusor parabólico y reflector especular.

La implementación de estos elementos combinados, dan como resultado un luminario fluorescente de alta eficiencia energética y con una mejor distribución fotométrica.



2.- LÁMPARA FLUORESCENTE F32 T8

Al utilizar los Tubos fluorescentes del genero T8, como la mostrada en la figura 2.2, se obtiene una disminución del consumo de energía ya que estas consumen 8 watts menos que las utilizadas en un sistema convencional, además de que la vida útil es de 24,000 hrs, cantidad superior comparada con contra las 20,000 hrs de la lámpara T12.



Fig. 2.2 Tubo fluorescente tipo F32T8 de 32 watts.

3.- LAMPARA FLOURESCENTE COMPACTA

3.1 DEFINICIÓN:

Es una lámpara fluorescentes compacta ahorradora de energía de alta eficiencia, formada por tubos compactos, recubiertos internamente por fósforos tricromáticos que proporcionan un mayor flujo luminoso con mejor rendimiento de color y una apariencia similar a las lámparas incandescentes.



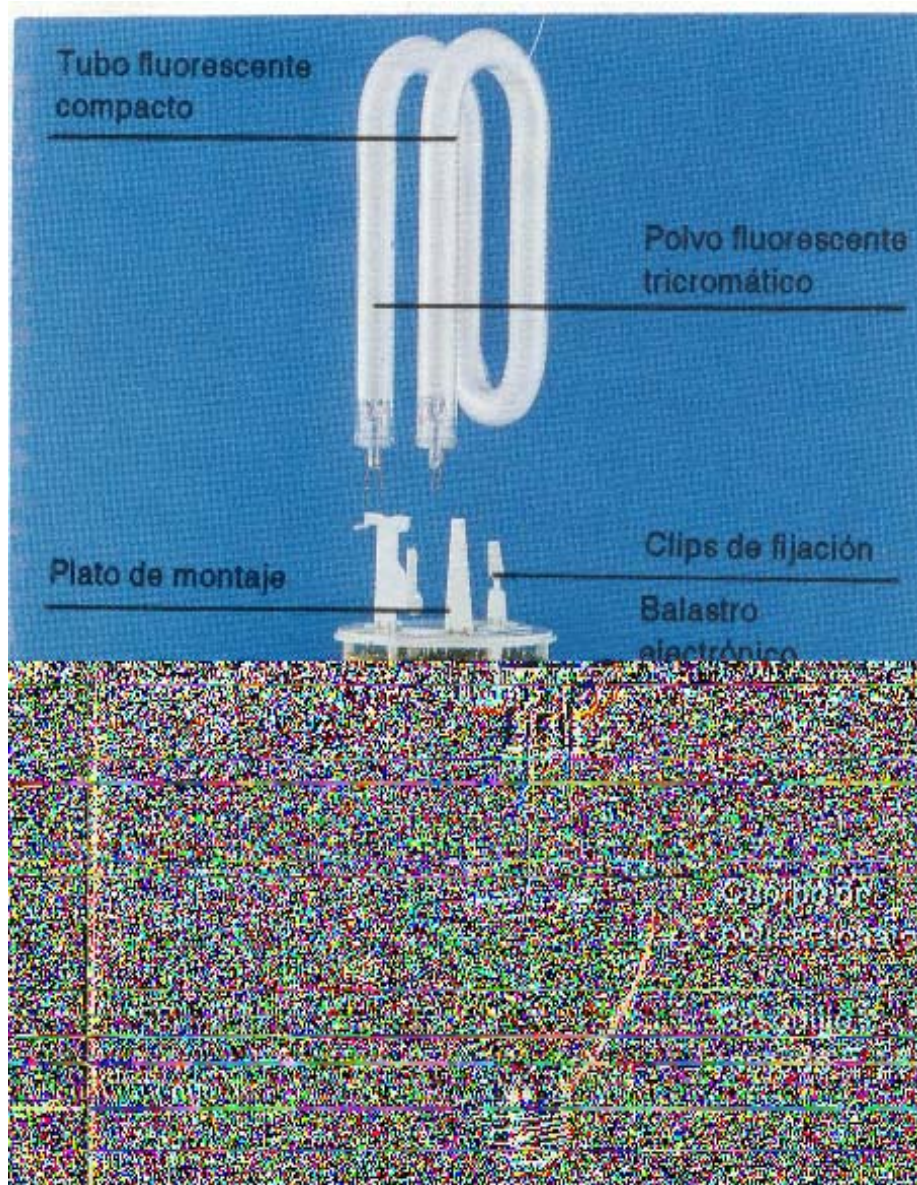
Diferentes tipos de lámparas fluorescentes compactas (cortesía de Osram)



3.2 FUNCIONAMIENTO:

Los dos tubos fluorescentes de 10mm de diámetro, unidos en su parte superior por un puente, por el que se establece la descarga entre ambos electrodos.

Entre dicho puente y el extremo de los tubos se deja un volumen libre con el que se logra mantener a menor temperatura el extremo de la lámpara, facilitando la descarga eléctrica y maximizando el flujo luminoso.



COMPONENTES DE LA LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA

(Cortesía PHILIPS)



CARACTERÍSTICAS GENERALES

La lámpara fluorescente compactas es de alta eficiencia, excelente rendimiento de color y larga vida, son ideales para reemplazar a las lámparas incandescentes normales; ya que proporcionan una luz cálida y confortable, logrando un nivel de iluminación similar; pero con un consumo de tan solo una cuarta parte de las incandescentes, lo que significa un ahorro de hasta 75% de energía, comparativamente con la incandescente, sin sacrificar la cantidad, ni la calidad de la luz; llegando a durar 10 veces más.



*Gama de lámparas fluorescentes que ofrece el mercado
(Cortesía PHILIPS)*



3.3 APLICACIONES EN EDIFICIOS

- ❖ BAÑOS
- ❖ PASILLO
- ❖ PRIVADOS
- ❖ OFICINAS

VENTAJAS (sobre la lámpara incandescente)

- ❖ 75% de ahorro de energía
- ❖ 10 veces más de vida promedio
- ❖ Luz más cálida y confortable
- ❖ Menor costo de mantenimiento

DESVENTAJAS

- ❖ Inversión inicial superior, pero amortizable en corto tiempo.
- ❖ Menor costo de mantenimiento

4.- SPOT FLUORESCENTE (Lámpara fluorescente compacta)

Las características del nuevo sistema de spot fluorescente compacto para iluminación en pasillos y de acento en muros y decoración se muestra en la figura 2.3 y 2.4; se constituye por:

- Balastros electrónicos de alto factor de potencia.
- Reflector especular parabólico
- Lámparas fluorescentes compactas de 13 watts de menor consumo y mayor vida útil



Fig. 2.3 Spot Fluorescente tipo compacto de 2 x 13 watts, sistema directo.



2.4 Lámpara fluorescente tipo compacto



5. BALASTRO ELECTRÓNICO DE ALTO FACTOR DE POTENCIA

Al utilizar balastos de alto factor de potencia, como el mostrado en la figura 2.4, evitamos cargos adicionales por penalizaciones que efectúa la CFE por tener un bajo factor de potencia la instalación eléctrica.



Fig.2.5 Balastro electrónico para 2 tubos de 32 watts, de alto factor de potencia.

6.- REFLECTOR ESPECULAR

Al utilizar reflectores especulares Fig 2.6, esto implica utilizar una superficie reflejante en el interior de las lámparas con lo cual se logra una reflexión eficiente que permite utilizar el 50% de las lámparas y balastos, lo que significa un ahorro de energía del 50% en consumos de energía y 50% de reposición de lámparas, comparado con un reflector convencional.

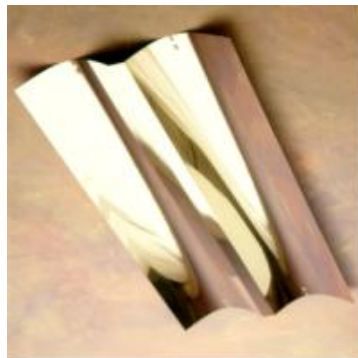


Fig 2.6 Reflector especular de aluminio



Cuadro comparativo de reflector convencional VS especular		
Reflector convencional	Reflector especular	% Ahorro energía
Consumo energía de 100 %	Consumo energía Solamente de 50 %	50%

7.- DIFUSOR PARABÓLICO

Al utilizar el difusor parabólico Fig. 2.7 se mejora la distribución fotométrica de la iluminación comparada contra el difusor acrílico, ya que el difusor acrílico al paso del tiempo pierde la transparencia y se torna amarillento afectando la eficiencia y el aspecto de la lámpara.



Fig. 2.7 Difusor parabólico de aluminio



8 COMPARACIÓN DE AHORRO DE ENERGÍA (caso práctico)

La siguiente tabla 2.1.7 muestra los ahorros de energía estimados comparado con el sistema actual de iluminación del edificio en cuestión vs un sistema nuevo.

Concepto	Cant	Consumo Sistema Actual	Vida Útil Actual	Consumo Sistema Proyecto	Vida Útil Proyecto	Ahorro	
						Unidades	%
Lámparas Fluorescentes	2202 Pzs	202 x 186 w = 37,572 watts	20,000 Hrs	202 x 64 w = 12,928 watts	24,000 Hrs	24,644watts	66 %
Spots	774 Pzs	74 x 75 w = 5,550 watts	1,000 Hrs	74x26w = 1,924 watts	10,000 Hrs	3,626 watts	65 %
Total Ahorro 28,270 Watts							

Tabla 2.5 Tabla de comparación de ahorro de energía.



CAPÍTULO III. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS.

De acuerdo a los estudios realizados por la CONAE (Consejo Nacional de Energía), se observa que en edificios comerciales y de oficinas, el consumo de energía eléctrica por concepto de alumbrado interior suele representar entre un 40% y 60% del total de energía consumida por el inmueble. Al ser un porcentaje muy alto en consumo de energía, la iluminación se considera una de las principales áreas de oportunidad para implantar medidas de ahorro de energía.

1 ANTECEDENTES

La Dirección Noroeste de Banamex Citigroup, preocupada por los incrementos de las tarifas eléctricas y por los altos costos de facturación por consumo de energía que históricamente se presentan en el edificio, tomo la decisión de realizar un estudio de eficiencia energética, a fin de detectar las oportunidades de ahorro de energía en este inmueble.

El edificio cuenta con las características mostradas en los planos arquitectónicos de los anexos 1 y 2, así como las características indicadas en la tabla 3.1

Uso del Inmueble:	Oficinas privadas de administración
Superficie construida:	1,850 m ²
Niveles	2
Numero de empleados:	86

Tabla 3.1 Características generales del inmueble



1.1. Análisis histórico de facturación

Se realizó un análisis de la facturación histórica de un año a fin de obtener las características del servicio de energía eléctrica y los promedios de facturación de este inmueble. El resultado se muestra en la tabla de la tabla 3.2.

Concepto	Valores Mensuales Promedio
Tarifa eléctrica	HM
Demanda Kw	121
Consumo Kwh	29,240
Factor de Potencia	76%
Facturación	\$86,148.52

Tabla 3.2 Características del servicio de energía eléctrica

La tarifa HM para facturación de este inmueble esta compuesta básicamente por tres conceptos indicados a continuación:

- Un cargo por consumo eléctrico de KwHr
- Un cargo por la demanda eléctrica expresada en Kw
- Un cargo como penalización por un bajo porcentaje del factor de potencia



Los precios unitarios del suministro eléctrico para la tarifa HM durante 2003, según la oficina de administración comercial de CFE son mostrados en el anexo No. 3.

2. DIAGNOSTICO

Para la aplicación de medidas de eficiencia energética, es necesario realizar primeramente un estudio y análisis de las condiciones actuales del sistema eléctrico del inmueble.

El diagnostico se divide en dos etapas:

- Mediciones y censo de equipos.
- Análisis de información.

2.1 MEDICIONES ELÉCTRICAS

En el proceso de diagnostico, una de las etapas de vital importancia para el buen desarrollo del proyecto es el levantamiento de datos, debido a que las subsecuentes etapas están fundamentadas en ella. Para ello es importante medir los consumos de energía eléctrica que tiene cada una de las diferentes cargas que se localizan en el edificio.

- Mediciones Eléctricas

La administración de las cargas eléctricas de este edificio esta distribuida y organizada en cinco centros de carga, en los cuales se controlan los circuitos de la siguiente manera:

Tablero para contactos Planta Baja

Tablero para alumbrado Planta Baja

Tablero para contactos Planta Alta



Tableros para alumbrado Planta Alta

Tablero para equipos de Aire Acondicionando

En estos centros de carga, se realizaron mediciones de consumo eléctrico mediante un analizador trifásico, durante un periodo de 31 días a fin de determinar la manera en que se consume la energía eléctrica y los equipo con mas demanda. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.3.

Carga	% Consumo
Iluminación	56 %
Aire Acondicionado	24 %
Contactos	20 %

Tabla. 3.3 Cuadro de consumos de energía eléctrica.

2.2.Censo de equipos de iluminación

Dado que los equipos de iluminación representan el mayor porcentaje en el consumo de energía, se procede a realizar un censo de las lámparas existentes y una medición de los niveles de iluminación en cada área del inmueble, a fin de determinar las condiciones actuales del sistema de iluminación.

El sistema general de iluminación que esta operando consiste en 202 lámparas de empotrar para plafón tipo fluorescentes con 4 tubos fluorescentes de 40 watts cada una, con balastro electromagnético de bajo factor de potencia y difusor de acrílico, según se observa en la figura 3.4.



Fig. 3.4 Lámpara Fluorescente 4 x 40 watts, balastro electromagnético, difusor acrílico.

Y con 74 spot incandescentes tipo PAR 30 de 75 watts en áreas de pasillos y para acentuar decoración en paredes, según se observa en las figuras 3.5 y 3.6.



Fig 3.5 Spot incandescente de 75 watts



Fig. 3.6 Lámpara incandescente Tipo PAR 30 de 75 watts

2.3. Medición de los niveles de iluminación

Las mediciones de los niveles de iluminación de cada área del inmueble, se realizan con un luxómetro y dan como resultado 1,350 luxes en promedio. El manual de alumbrado westinghouse recomienda para este tipo de oficinas, un nivel de iluminación de 700 luxes; lo cual indica que existe un desperdicio en iluminación y por consiguiente un mayor consumo de energía eléctrica.



3. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El análisis de la información tiene como objetivo llegar a conclusiones para la implementación de estrategias del proyecto.

- Análisis de los resultados de Mediciones Eléctricas.

El análisis de los resultado de las mediciones indica que la iluminación representa el mayor consumo de energía, así también se observa que los niveles de iluminación están muy por arriba de lo recomendado por el manual de alumbrado westinghouse, por lo que las estrategias son enfocadas a abatir el consumo en este rubro.

4. ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS DE ILUMINACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Las lámparas fluorescentes actuales muestran una deficiencia energética en varios aspectos:

- a) El número de tubos fluorescentes que contienen cada gabinete es de 4, esto provoca que los niveles de iluminación estén excedidos con respecto a lo recomendado por el manual de alumbrado westinghouse y a su vez se genera un mayor consumo de energía.
- b) El balastro electromagnético presenta un porcentaje bajo factor de potencia del 63%, lo cual se refleja en el factor de potencia general del inmueble, propiciando las penalizaciones que realiza CFE.
- c) La vida útil de las lámparas fluorescentes es de 20,000 hrs.



- d) Los acrílicos difusor de cada lámpara se observan degradados por el calor interno generado, esto provoca una apariencia amarillenta del acrílico afectando la distribución fotométrica y la estética de las instalaciones.

Por otra parte el spot incandescente PAR 30 de 75 watts es una lámpara de baja eficiencia ya que la mayor parte de la energía consumida es transformada en calor, además de que la vida útil de este tipo de lámparas es de 1,000 hrs.

5 SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ILUMINACIÓN POR UN SISTEMA EFICIENTE.

Dada las condiciones obsoletas del sistema de iluminación, el proyecto consiste en combinar estrategias para mejorar la eficiencia energética del sistema de iluminación.

Para ello se considera la sustitución del sistema actual de iluminación, por un nuevo sistema más eficiente, en el cual se combinen mayores índices de reflexión de las lámparas, mejor distribución fotométrica, menor consumo mediante el uso de balastos de alto rendimiento y utilización de lámparas fluorescentes de menor consumo.

5.1 Sustitución de Lámparas Fluorescentes

La estrategia enfocada a reducir el consumo de energía eléctrica en la iluminación general fluorescente, consiste básicamente en la sustitución de las lámparas.

La comparación técnica de la lámpara actual y la lámpara proyectada, se indican en la tabla 3.7. y es obtenida de los valores indicados en las balastos de cada tipo de lámpara.



Sistema de Iluminación Actual		Sistema de Iluminación Proyectado	
Descripción	Características	Descripción	Características
Lámpara de 4 x 40 watts fluorescente con balastro electromagnético.	Consumo 186 watts por cada lámpara.	Lámpara de 2 x 32 watts con balastro electrónico.	Consumo 64 watts por cada lámpara.
Factor de Potencia	Bajo Factor 64%	Factor de potencia	Alto Factor 98%
Tipo de difusor	Acrílico	Tipo de difusor	Parabólico especular
Reflector	Lamina pintura Blanca	Reflector	Reflector especular

Tabla. 3.7 Comparación de lámparas de lámparas fluorescente.

5.2 Sustitución de Spots de 75 watts incandescentes

La estrategia enfocada a reducir el consumo de energía eléctrica en la iluminación en pasillos y de acento hacia paredes, consiste básicamente en la sustitución de los botes de spots incandescentes actuales, por fluorescentes compactos con reflector especular.

La comparación técnica de la lámpara actual y la lámpara proyectada, se indican en la tabla 3.8.



Sistema de Iluminación Actual (spot incandescente)		Sistema de Iluminación Proyectado (spot fluorescente compacta)	
Descripción	Características	Descripción	Características
Bote para spot incandescente.	Consumo 75 watts por cada spot.	Spot de 2x13 watts con balastro electrónico.	Consumo 26 watts por cada spot.
Factor de Potencia	Alto Factor 100%	Factor de potencia	Alto Factor 98%
Reflector	Lamina pintura Negra.	Reflector	Reflector espejular

Tabla 3.8 Comparación de spot incandescente contra fluorescente compacta.

6. CALCULO DE LA ILUMINACIÓN PROYECTADA

6.1. Calculo de la iluminación en interiores

Considerando que una quinta parte de la vida del ser humano, transcurre bajo iluminación artificial, se entenderá el interés de establecer un procedimiento practico para efectuar los cálculos de iluminación interior de tal forma que se sume la economía, la comodidad visual y el sistema de alumbrado mas apropiado para una determinada función, en el caso del presente proyecto será para un edificio de oficinas.



La iluminación interior de calidad debe reunir esencialmente cuatro condiciones:

- **Primera: suministrar una cantidad de luz suficiente.**
- **Segunda: eliminar todas las causas de deslumbramiento.**
- **Tercera: prevenir aparatos de alumbrado para cada caso particular.**
- **Cuarta: utilizar fuentes luminosas que garanticen, para cada cosa, una satisfactoria distribución de los colores.**

Para iniciar el procedimiento del cálculo de la iluminación en interiores, se requieren los datos básicos de planos del edificio con la identificación de sus áreas o locales, incluyendo las acotaciones de las dimensiones y altura de cada local. A continuación se enuncian los pasos a seguir:

- 1.- Determinación del nivel de iluminación.
- 2.- Elección del tipo de lámpara.
- 3.- elección del sistema de iluminación y de los luminarios.
- 4.- elección de la altura y suspensión o colocación del luminario.
- 5.- determinación de las dimensiones del local.
- 6.- determinación del índice del local.
- 7.- obtención del coeficiente de utilización.
- 8.- determinación del factor de mantenimiento.
- 9.- calculo de luminarios requeridos.
- 10.- distribución adecuada de luminarios.

Determinación de parámetros, para el cálculo:

EJEMPLO DE CÁLCULO:

Aplicando el procedimiento anteriormente descrito y para efectos prácticos se procede a efectuar el cálculo de un local tipo; y el cálculo de todos los locales se agrupan en tabla No. 3.11



Determinación de parámetros, para el cálculo:

- Local: oficinas generales, nivel_primero.
- Elección del nivel de iluminación 700 luxes.
- Elección del tipo de lámpara: tubo fluorescente tipo F32T8de 32W, 127 V, 60 Hz y flujo luminoso de 2800. Lúmenes.
- Elección de luminario F32 T8, 2x32W,sistema directo
- Altura de montaje: 2.70MTS.
- Determinación de las dimensiones del local:
 - Función del local: oficinas generales
 - Ancho: 20 mts
 - Largo: 15 mts
 - Altura: 2.70 mts

Determinación del índice del local.

De acuerdo al método del lumen propuesto las dimensiones del local y altura de montaje del luminario y el sistema directo o semidirecto, se calcula el índice del local mediante la ecuación siguiente:

$$R_L = \frac{(A)(L)}{H(A+L)}$$

Donde:

R_L : relación de local

A: ancho del local

L: longitud del local

H: altura de montaje sobre un plano de trabajo

Sustituyendo los valores numéricos en la ecuación anterior:

$$R_L = (20 \times 15) / 2.70(20 + 15)$$

$$R_L = 3.17$$



El valor calculado se consulta en la tabla siguiente:

Índice del local		Relación del local (valor calculado)	Punto central
Letra	núm. de grupo		
A	1	Menor de 0.7	0.6
B	2	0.7 a 0.9	0.8
C	3	0.9 a 1.2	1.0
D	4	1.12 a 1.38	1.25
E	5	1.38 a 1.75	1.50
F	6	1.75 a 2.25	2.0
G	7	2.25 a 3.50	2.50
H	8	2.75 a 3.50	3.00
I	9	3.50 a 4.50	4.00
J	10	4.50 a 5.50	5.00

Tabla 3.9. Valor de las relaciones del local.

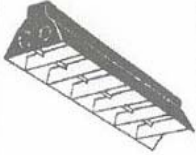
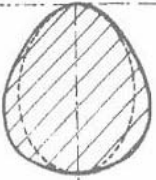
Con el cual se determina que el índice del local corresponde a la letra: (H).

Recordando que los locales se clasifican en diez grupos, donde cada una es identificando por una letra, la cual se identifica y representa in índice del local.

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU)

Una vez determinado el índice de local y con auxilio de la tabla de coeficientes de utilización del luminario elegido se obtiene este de acuerdo a la tabla siguiente:



Aparato de alumbrado		Indice del local K	Factores de utilización									Factores de depreciación		
Tipo	Rend. η_A		$\rho_T=0,7$			$\rho_T=0,5$			$\rho_T=0,3$			Limpieza cada		
			$\rho_p=0,5$	$\rho_p=0,3$	$\rho_p=0,1$	$\rho_p=0,5$	$\rho_p=0,3$	$\rho_p=0,1$	$\rho_p=0,5$	$\rho_p=0,3$	$\rho_p=0,1$	1 año	2 años	3 años
DIRECTO con celosías  	0 ↑ 60 ↓ 60	1	0,24	0,21	0,18	0,24	0,20	0,18	0,24	0,20	0,18			
		1,2	0,29	0,25	0,22	0,28	0,24	0,22	0,28	0,24	0,22			
		1,5	0,34	0,30	0,27	0,33	0,30	0,27	0,33	0,29	0,27			
		2	0,40	0,37	0,34	0,39	0,36	0,34	0,39	0,36	0,34			
		2,5	0,43	0,40	0,38	0,43	0,40	0,38	0,42	0,40	0,38	Ensuciamiento bajo 1,30 1,45 1,65		
		3	0,46	0,43	0,41	0,45	0,43	0,41	0,45	0,43	0,41			
		4	0,49	0,47	0,45	0,49	0,47	0,45	0,48	0,46	0,45	Ensuc. normal 1,55 1,90 2,15		
		5	0,51	0,49	0,48	0,51	0,49	0,47	0,50	0,49	0,47			
		6	0,53	0,51	0,49	0,52	0,51	0,49	0,52	0,50	0,49	Ensuciamiento alto × × ×		
		8	0,54	0,53	0,52	0,54	0,53	0,52	0,54	0,53	0,52			
10	0,56	0,54	0,53	0,55	0,54	0,53	0,55	0,54	0,53					
1 aparato de alumbrado en el centro del local														
		1	0,27	0,23	0,21	0,26	0,23	0,21	0,26	0,23	0,21			
		1,2	0,32	0,29	0,26	0,32	0,28	0,26	0,31	0,28	0,26			
		1,5	0,39	0,36	0,33	0,38	0,35	0,33	0,38	0,35	0,33			
		2	0,46	0,44	0,42	0,46	0,44	0,42	0,45	0,44	0,42			

Coefficientes de utilización de luminario empleado con tubos fluorescentes de 2x32W(equivalente)

Considerando el índice de cuarto determinado por H anteriormente el cual equivale al número 8 en la tabla de coeficientes de utilización y considerando la máxima reflexión en techos y paredes se obtiene:

$$CU = 0.54$$

Determinación del factor de mantenimiento (FM)

El valor numérico del FM se presenta en la tabla siguiente:

Factor de mantenimiento	Valor
Malo	0.6
Medio	0.7
Bueno	0.75



El nivel del factor de mantenimiento se elige considerando los factores siguientes:

- Se sustituyen las lámparas cuando se funden o fallan
- La limpieza del luminario es regular
- El tipo de local en cuestión (oficinas generales)

Para efecto del cálculo por el método del lumen se determina el siguiente

$$FM=0.7(\text{medio})$$

Calculo de los luminarios requeridos:

Anteriormente la ecuación del método del lumen se tiene la ecuación siguiente:

$$L = \frac{(A)(E)}{(CU)(FM)(F)}$$

L: numero de luminarios requeridos

A: área del local por iluminar

E: nivel de iluminación

CU: coeficiente de utilización

F: flujo luminoso total del luminario (flujo lámpara por número de lámparas en el luminario)

Sustituyendo en la ecuación por los valores determinados previamente:

$$L = \frac{(300 \times 700)}{(0.54)(0.7)(5600)} = 100 \text{ Luminarios}$$

En el caso de contar con los luminarios instalados como es en este proyecto, se efectúa el calculo siguiente:

Despejando “E” de la ecuación del método del lumen se tiene:

$$E = \frac{(CU)(FM)(F)(L)}{A}, \text{ LUXES}$$



Sustituyendo por sus valores numéricos, se tiene:

$$E = (0.54 \times 0.70 \times 5600 \times 100) / (300) = 705.6 \text{ lux}$$

$$\underline{\underline{E = 706 \text{ lux}}}$$

Comparando este nivel de iluminación con el elegido observamos que es similar al calculado por el método de LUMEN.

Las tablas de coeficientes de utilización aplicadas en el cálculo son las equivalentes a las de los luminarios utilizadas en el proyecto y se tomaron del MANUAL DE LUMINOTÉCNICA.



LOCAL	DIMENSION	NIVEL LUX REQUERIDO (**)	LUMINARIOS CALCULADOS TIPO.	NIVEL DE ILUMINACION FINAL
PLANTA BAJA	300 M2	700	101 LUMINARIOS	699.45
PLANTA ALTA	300 M2	700	101 LUMINARIOS	699.45
PASILLOS PERIMETRALES	165M2	200	62 SPOTS	198.85
BAÑOS	31M2	200	12 SPOTS	199.90

tabla no. 3.11 calculo de iluminación por el método del lumen para cada uno de los locales.

** niveles de iluminación tomados del manual de alumbrado Westinghouse

A continuación se incluye la tabla de coeficientes de utilización para el luminario equivalente spot con lámpara fluorescente compacta aplicado en los locales de baños.



Aparato de alumbrado		Indice del local K	Factores de utilización									Factores de depreciación		
Tipo	Rend. η_A		$\rho_T=0,7$			$\rho_T=0,5$			$\rho_T=0,3$			Limpieza cada		
		$\rho_R=0,5$	$\rho_R=0,3$	$\rho_R=0,1$	$\rho_R=0,5$	$\rho_R=0,3$	$\rho_R=0,1$	$\rho_R=0,5$	$\rho_R=0,3$	$\rho_R=0,1$	1 año	2 años	3 años	
	0 ↑ 80 ↓ 80 80	1	0,27	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17			
		1,2	0,32	0,26	0,21	0,31	0,25	0,21	0,30	0,25	0,21			
		1,5	0,38	0,32	0,27	0,37	0,32	0,27	0,36	0,31	0,27			
		2	0,46	0,40	0,36	0,45	0,40	0,36	0,44	0,39	0,36			
		2,5	0,51	0,46	0,42	0,50	0,46	0,42	0,49	0,45	0,42	Ensuciamiento bajo		
		3	0,55	0,50	0,46	0,54	0,50	0,46	0,53	0,49	0,46	×	×	×
		4	0,61	0,56	0,53	0,60	0,56	0,53	0,59	0,55	0,53	Ensuc. normal		
		5	0,64	0,60	0,57	0,63	0,60	0,57	0,62	0,60	0,57	1,35	1,55	×
		6	0,67	0,63	0,61	0,66	0,63	0,60	0,65	0,62	0,60			
		8	0,70	0,67	0,65	0,69	0,67	0,65	0,68	0,66	0,65	Ensuciamiento alto		
10	0,72	0,70	0,68	0,71	0,69	0,67	0,71	0,69	0,67	1,65	2,15	×		
1 aparato de alumbrado en el centro del local														
		1	0,29	0,23	0,19	0,28	0,23	0,19	0,28	0,23	0,19			
		1,2	0,35	0,29	0,25	0,34	0,29	0,25	0,33	0,28	0,25			
		1,5	0,42	0,37	0,33	0,41	0,36	0,33	0,41	0,36	0,33			
		2	0,52	0,47	0,44	0,51	0,47	0,44	0,50	0,47	0,44			

Coeficientes de utilización de luminario empleado con lámparas fluorescentes compactas (Equivalentes)



CAPITULO IV. ANÁLISIS DE COSTOS

1 PRELIMINARES

Una de las tareas importantes a definir del proyecto, es el costo que este tendrá, para ello es necesario primeramente determinar los recursos humanos, materiales, herramientas y equipos que son necesarios, así como los rendimientos de cada uno de ellos.

1.1 Recursos humanos

Para la ejecución de este proyecto se requiere de una estructura organizacional compuesta por:

- 1 Gerente General
- 1 Secretaria
- 1 Ingeniero electricista
- 3 Técnicos electricistas
- 3 Ayudantes electricistas

1.2 Recursos Materiales

Los materiales necesarios para el proyecto son básicamente

202 Lámparas fluorescentes de 2 focos de 32 watts tipo empotrar en plafón, con balastro electrónico, reflector especular y difusor parabólico.

74 Spots fluorescentes compactas de 2 tubos de 13 watts.



1.3 Herramienta y equipos

Las herramientas y equipos que se requieren son:

- 1 Camioneta tipo Pick Up
- 3 Escaleras de fibra de vidrio tipo tijera
- 6 Pinzas de electricistas
- 6 Juegos de desarmadores
- 1 Equipo analizador de circuitos trifásico
- 1 Multimetro
- 1 Luxometro
- 1 Computadora

2 LINEAMIENTOS PARA LOS PRECIOS UNITARIOS Y COSTOS

Los precios unitarios y costos que forman parte del proyecto, se integran de acuerdo a lo establecido por la ley y guardan concordancia con los procedimientos constructivos, con los programas de trabajo, con la utilización de maquinaria y equipo, con los costos de los materiales y demás recursos necesarios, todo ello de acuerdo con las normas y especificaciones de construcción.

Los precios son expresados en moneda nacional y las unidades de medida de los conceptos de trabajo corresponderán al sistema métrico decimal.

2.1 COSTOS QUE INTEGRAN EL PRECIO UNITARIO

El precio unitario se integra sumando los costos directos e indirectos correspondientes al concepto de trabajo, el costo por la utilidad y aquellos costos adicionales estipulados contractualmente.



2.2 Resumen de costos que integran el proyecto

Costos Directos	
Costo directo por mano de obra	\$ 40,999.22
Costo directo por materiales	\$ 299,780
Costo directo por maquinaria	\$ 3,478.86
Costo directo por herramientas	\$ 386.82
Subtotal	\$ 344,645.00
Costos Indirectos	
Costo indirecto por mano de obra	\$ 40,230.6
Costo indirecto por renta de oficina	\$ 2,000
Costo indirecto por contador externo	\$ 1,000
Costo indirecto por equipos	\$ 77.44
Costo indirecto por gastos de oficina	\$ 1,500
Subtotal	\$ 44,808.04
Costo del Proyecto	<u>\$ 389,453.04</u>
Costo por utilidad	
Utilidad 20%	\$ 77,890.61
Subtotal	\$389,453.04
Costo Total del Proyecto	
Total	\$467,343.65

Tabla 4.1 Resumen de costo total del proyecto



2.3 Costos directos

2.3.1 Costo directo por mano de obra

Es el costo que se deriva de las erogaciones por el pago de salarios al personal que interviene exclusiva y directamente en la ejecución del concepto de trabajo, incluyendo al cabo o primer mando.

El personal que participa en este proyecto y la integración del salario de cada uno de ellos se muestra en las tablas 4.2, 4.3 y 4.4, mostradas a continuación.

2.4 Integración del factor del salario real.

AYUDANTE ELECTRICISTA INTEGRACION DEL FACTOR DEL SALARIO REAL	
CONCEPTO	SALARIO DIARIO MAYOR AL MINIMO
SALARIO BASE	\$200.00
COSTO POR LFT	\$60.00
COSTO POR IMSS	\$42.44
COSTO POR INFONAVIT	\$14.00
COSTO POR GUARDERIAS	\$2.00
INCREMENTO POR ISR Y ISPT	\$2.00
COSTO SOBRE ISN	\$4.00
SUMA	\$324.44
FACTOR $SUMA / SALARIO\ BASE$	1.6222

Tabla 4.2 Integración del factor del salario real



TECNICO ELECTRICISTA INTEGRACION DEL FACTOR DEL SALARIO REAL	
CONCEPTO	SALARIO DIARIO MAYOR AL MINIMO
SALARIO BASE	\$300.00
COSTO POR LFT	\$90.00
COSTO POR IMSS	\$63.66
COSTO POR INFONAVIT	\$21.00
COSTO POR GUARDERIAS	\$3.00
COSTO POR ISR Y ISPT	\$3.00
COSTO SOBRE ISN	\$6.00
SUMA	\$486.66
FACTOR $SUMA / SALARIO BASE$	1.6222

Tabla 4.3 Integración salario base de técnico electricista



INGENIERO ELECTRICISTA INTEGRACION DEL FACTOR DEL SALARIO REAL	
CONCEPTO	SALARIO DIARIO MAYOR AL MINIMO
SALARIO BASE	\$700.00
COSTO POR LFT	\$210.00
COSTO POR IMSS	\$148.54
COSTO POR INFONAVIT	\$49.00
COSTO POR GUARDERIAS	\$7.00
COSTO POR ISR Y ISPT	\$7.00
COSTO SOBRE ISN	\$14.00
SUMA	\$1,135.54
FACTOR $SUMA / SALARIO\ BASE$	1.6222

Tabla 4.4 Integración salario base de Ingeniero electricista



2.5 El análisis del costo directo por mano de obra es el siguiente:

Para la Revisión histórica de facturación

Se considera la revisión por parte del Ingeniero Electricista durante dos jornadas de trabajo de 8 horas diarias, por lo tanto el costo queda como sigue:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ingeniero de Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 2 \times \$141.94 \times 8 \\ &= \mathbf{\$ 2,271.04} \end{aligned}$$

Para la mediciones eléctricas

Se considera la revisión de mediciones por parte del Ingeniero Electricista y un ayudante durante 31 jornadas de trabajo de dos horas cada una, por lo tanto el costo queda como sigue:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ingeniero de Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 31 \times \$141.94 \times 2 &= \mathbf{\$ 8,800.28} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ayudante Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 31 \times \$40.55 \times 2 \\ &= \mathbf{\$ 2,514.1} \end{aligned}$$

Análisis de Información

Para el análisis de la información se considera por parte del Ingeniero Electricista durante dos jornadas de trabajo de 8 horas diarias, el costo queda como sigue:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ingeniero de Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 2 \times \$141.94 \times 8 \\ &= \mathbf{\$ 2,271.04} \end{aligned}$$



Implementación de Medidas de Ahorro de energía

Lámparas fluorescentes

Se considera se realice esta actividad mediante tres cuadrillas de trabajo compuestas por 3 técnicos electricista y 3 ayudantes durante 9 jornadas de trabajo de 4 horas diarias.

$$\begin{aligned} 3 \text{ Técnicos de Electricista} &= 3 \times \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 3 \times 9 \times \$60.83 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 6,569.64} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \text{ Ayudantes Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 3 \times 9 \times \$40.55 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 4,379.4} \end{aligned}$$

Spots fluorescentes compactos

Se considera se realice esta actividad mediante tres cuadrillas de trabajo compuestas por 3 técnico electricista y 3 ayudante durante 5 jornadas de trabajo de 4 horas diarias.

$$\begin{aligned} 3 \text{ Técnicos de Electricista} &= 3 \times \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 3 \times 5 \times \$60.83 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 3,649.80} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \text{ Ayudantes Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 3 \times 5 \times \$40.55 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 2,433} \end{aligned}$$



Evaluación Técnica

Para realizar esta tarea se considera al Ingeniero electricista durante dos jornadas de 8 horas diarias.

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ingeniero de Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 2 \times \$141.94 \times 8 \\ &= \mathbf{\$ 2,271.04} \end{aligned}$$

Evaluación Económica

Para realizar esta tarea se considera al Ingeniero electricista durante dos jornadas de 8 horas diarias.

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ingeniero de Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 2 \times \$141.94 \times 8 \\ &= \mathbf{\$ 2,271.04} \end{aligned}$$

Pruebas Generales

Para realizar esta tarea se considera el trabajo del Ingeniero electricista, 3 técnicos y 3 ayudantes durante dos días de 4 horas diarias.

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ingeniero de Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 2 \times \$141.94 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 1,135.52} \\ 3 \text{ Técnicos de Electricista} &= 3 \times \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 3 \times 2 \times \$60.83 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 1,459.92} \\ 3 \text{ Ayudantes Electricista} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 3 \times 2 \times \$40.55 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 973.2} \end{aligned}$$

Total costo directo por mano de obra = \$ 40,999.22



3 Costo directo por materiales

Es el correspondiente a las erogaciones que se hacen para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del proyecto, que cumpla con las normas de construcción y especificaciones del cliente.

Los materiales necesarios para el proyecto son básicamente

202 Lámparas fluorescentes de 2 focos de 32 watts tipo empotrar en plafón, con balastro electrónico, reflector especular y difusor parabólico.

$$\begin{aligned} \text{Costo de lámparas fluorescentes} &= 202 \times \$ 1,365 \\ &= \mathbf{\$275,730.00} \end{aligned}$$

74 Spots fluorescentes compactas de 2 focos de 13watts tipo empotrar.

$$\begin{aligned} \text{Costo spot fluorescente compacto} &= 74 \times \$325 \\ &= \mathbf{\$ 24,050.00} \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{\text{Total costo directo por materiales} = \$299,780}}$$

4 COSTO DIRECTO POR MAQUINARIA

Es el que se deriva del uso de las máquinas necesarias para la ejecución del proyecto .



El costo directo unitario por maquinaria “CM” se obtendrá mediante la ecuación:

$$CM = \frac{HMD \times RM}{\dots}$$

Donde:

“**HMD**” Representa el costo horario directo de la maquinaria. Este costo se integra con costos fijos, los consumos y los salarios de operación, calculados por hora de trabajo.

“**RM**” Representa el rendimiento horario de la máquina nueva en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar, en las correspondientes unidades de medida.

Las maquinas y equipos empleados para realizar este proyecto son los siguientes:

- Camionetas tipo Pick Up
- 1 Equipo analizador de circuitos trifásico

Las siguientes tablas de las 4.4 y 4.5 muestran el costo directo por uso de estas maquinas y equipos.



Datos Generales			
Maquina:	Camioneta tipo pick Up Ford 3/4 Tonelada motor gasolina 350 hp	Vida económica (Ve) Hrs	26,280
Precio de adquisición =	\$38,500	Hora por año (Ha)	1440
Valor Inicial (Va) =	\$32,725	Motor	101110
Valor de rescate (Vr) = 10% Precio Adquisición	\$3,850	Factor de operación	0.7
Tasa de Interés (I) = 15% Precio Adquisición	\$5,775	Potencia de Operación	0.7
Prima de seguros 2.6% Precio adquisición	\$1,001	Factor de mantenimiento Q	1

Tabla 4.5 análisis de costo directo de la maquinaria

I.- Costos Fijos		
a)- Depreciación = D	$\frac{Va - Vr}{Ve} = \$/ Hr =$	\$1.10
b) Inversion = I	$\frac{Va + Vr}{2 Ha} \times I = \$/ Hr =$	\$1.90
c) Seguros = S	$\frac{Va + Vr}{2 Ha} \times S = \$/ Hr =$	\$0.33
d) Mantenimiento = M	Q x D	\$1.10
Suma = costos fijos por hora = D + I + S + M		\$4.43

Tabla 4.6 Análisis del costo directo de una camioneta



Datos Generales			
Maquina:	Analizador trifásico	Vida económica (Ve) Hrs	52,560
Precio de adquisición =	\$27,500	Hora por año (Ha)	2304
Valor Inicial (Va) =	\$23,775	Motor	
Valor de rescate (Vr) = 10% Precio Adquisición	\$2,750	Factor de operación	0.7
Tasa de Interés (I) = 15% Precio Adquisición	\$4,125	Potencia de Operación	0.7
Prima de seguros 2.6% Precio adquisición	\$715	Factor de mantenimiento Q	1

I.- Costos Fijos		
a)- Depreciación = D	$\frac{Va - Vr}{Ve} = \$/ Hr =$	\$0.40
b) Inversion = I	$\frac{Va + Vr \times I}{2 Ha} = \$/ Hr =$	\$0.86
c) Seguros = S	$\frac{Va + Vr \times S}{2 Ha} = \$/ Hr =$	\$0.15
d) Mantenimiento = M	Q x D	\$0.40
Suma = costos fijos por hora = D + I + S + M		\$1.81

Fig 4.7 Análisis del costo directo de un equipo analizador



5 COSTO DIRECTO POR CONSUMOS

Son los que se derivan por las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y en su caso lubricantes y llantas.

Combustibles

Es el derivado de todas las erogaciones por los consumos de gasolina para el funcionamiento de la camioneta tipo Pick Up. El costo por combustible “E” se obtendrá, mediante la ecuación:

$$E = (c) (Pc)$$

Donde:

“E” es el costo por combustible

“c” Representa la cantidad de combustible necesario, por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente está en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

“Pc” Representa el precio del combustible puesto en la máquina.

$$E = 2.75 \text{ Lts} \times \$7.75 = \$ \mathbf{21.31}$$

Lubricantes

Son los motivados por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores.

$$Al = \text{Costo de aceite} \times \text{Lts}$$

$$Al = \$ 280 \text{ por cada cambio de aceite por camioneta pick up}$$



Al = \$ 280 / Horas de uso al mes

Al = \$ 1.25

Por llantas

Es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas durante el proyecto.

El costo por hora de uso de llantas “N” se obtendrá de la ecuación:

$$N = \frac{V_n}{Hr} = \frac{\$2,600}{4,160} = \$ 0.625$$

En el cual:

“Vn” Representa el precio de adquisición de las llantas, considerando el precio en el mercado nacional de llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

“Hv” Representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo de las mismas. Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando entre otros, los factores siguientes: velocidad máxima de trabajo; condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvaturas, superficie de rodamiento, posición en la máquina; cargas que soporte, y clima en que se operen.

El costo directo por uso de camioneta tipo pick up comprende lo siguiente:

Depreciación de Camioneta por hora	\$ 4.43
Gasto por uso combustible por hora:	\$21.31
Gasto de lubricante por hora	\$ 1.25
Gasto por uso de llantas por hora	\$ 0.625
Total por hora	<u>\$ 27.61</u>



Los costos directos por uso de Maquinaria son los siguientes:

Para la mediciones eléctricas

Se considera el uso de una camioneta pick up para la revisión de mediciones durante 31 jornadas de trabajo de dos horas cada una, y el uso de un equipo de medición tipo analizador trifásico, el cual estará en uso durante 24 horas diarias por 31 días, por lo tanto el costo queda como sigue:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Camioneta pick up} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 31 \times \$27.61 \times 2 \\ &= \mathbf{\$ 1,711.82} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Analizador trifásico} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 31 \times \$1.81 \times 24 \\ &= \mathbf{\$ 1,346.64} \end{aligned}$$

Implementación de Medidas de Ahorro de energía

Lámparas fluorescentes

Se considera el uso de una camioneta tipo pick up para que se realice esta actividad durante 9 jornadas de trabajo de 4 horas diarias.

$$\begin{aligned} 1 \text{ Camioneta pick up} &= 1 \times \text{Jornadas} \times \text{costo uso} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 1 \times 9 \times \$27.61 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 993.96} \end{aligned}$$



Spots fluorescentes compactos

Se considera el uso de una camioneta tipo pick up para que se realice esta actividad durante 5 jornadas de trabajo de 4 horas diarias.

$$\begin{aligned} 1 \text{ Camioneta pick up} &= 1 \times \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 1 \times 5 \times \$27.61 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 552.20} \end{aligned}$$

Pruebas Generales

Se considera el uso de una camioneta tipo pick up para que se realice esta actividad durante dos días de 4 horas diarias.

$$\begin{aligned} 1 \text{ Camioneta tipo pick up} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 2 \times \$27.61 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 220.88} \end{aligned}$$

$$\underline{\text{Total costo directo por maquinaria} = \$ 3,478.86}$$

6 COSTO DIRECTO POR HERRAMIENTAS

Este costo corresponde al consumo por desgaste de herramientas utilizadas en la ejecución del proyecto.

Para este costo se considera una vida económica de 3,840 hrs

Las herramientas empleadas y su valor de adquisición se muestran en la tabla de la figura 4.7 siguiente.



Descripción	Cantidad	Valor de Adquisición	Costo por uso por hora
Escalera Fibra de Vidrio tipo tijera	3	\$1,200	\$0.94
Juego de desarmadores	6	\$ 250	\$ 0.40
Pinzas electricista	6	\$ 350	\$ 0.55
Multimetro	1	\$2,500	\$ 0.66
Luxometro	1	\$2,000	\$0.52

Total \$3.07

Fig 4.8 Tabla de costos por hora del uso de herramientas

El costo por herramientas que se aplica al proyecto es el siguiente:

Para la mediciones eléctricas

Se considera el uso de herramientas durante 31 jornadas de trabajo de dos horas cada una, por lo tanto el costo queda como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Uso de herramientas} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 31 \times \$ 3.07 \times 2 \\ &= \mathbf{\$ 190.34} \end{aligned}$$

Implementación de Medidas de Ahorro de energía

Lámparas fluorescentes



Se considera el uso de herramienta para que se realice esta actividad durante 9 jornadas de trabajo de 4 horas diarias.

$$\begin{aligned}\text{Uso de herramienta} &= \text{Jornadas} \times \text{costo uso} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 9 \times \$3.07 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 110.52}\end{aligned}$$

Spots fluorescentes compactos

Se considera el uso de herramientas para que se realice esta actividad durante 5 jornadas de trabajo de 4 horas diarias.

$$\begin{aligned}\text{Uso de herramienta} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 5 \times \$3.07 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 61.4}\end{aligned}$$

Pruebas Generales

Se considera el uso de herramientas para que se realice esta actividad durante dos días de 4 horas diarias.

$$\begin{aligned}\text{Uso de herramientas} &= \text{Jornadas} \times \text{costo de hora de jornada} \times \text{horas de trabajo} \\ &= 2 \times \$3.07 \times 4 \\ &= \mathbf{\$ 24.56}\end{aligned}$$

Total costo directo por herramientas = \$ 386.82



7 INTEGRACIÓN DEL COSTO DIRECTO

El costo directo total resulta de la suma de los elementos anteriormente calculados, siendo el resultado siguiente.

Costo directo por mano de obra	\$ 40,999.22
Costo directo por materiales	\$ 299,780
Costo directo por maquinaria	\$ 3,478.86
Costo directo por herramientas	\$ 386.82
<u>Costo Directo Total</u>	<u>\$ 344,645.04</u>

8 COSTOS INDIRECTOS

Corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que se realizan tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y que comprenden, entre otros, los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, financiamiento, imprevistos, y, en su caso, prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Los costos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables, y dividiendo esta suma entre el costo directo total de la obra de que se trate. Los gastos indirectos a considerar para el proyecto son los siguientes:

8.1 Costo indirecto por sueldos personal administrativo

- Personal directivo.
- Personal administrativo.
- Cuota patronal de Seguro Social e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas.



- Prestaciones que obliga la Ley Federal del Trabajo.

GERENTE GENERAL INTEGRACION DEL FACTOR DEL SALARIO REAL	
CONCEPTO	SALARIO DIARIO MAYOR AL MINIMO
SALARIO BASE	\$1,000.00
COSTO POR LFT	\$300.00
COSTO POR IMSS	\$212.20
COSTO INFONAVIT	\$70.00
COSTO POR GUARDERIAS	\$10.00
COSTO POR ISR Y ISPT	\$10.00
COSTO SOBRE ISN	\$20.00
SUMA	\$1,622.20
FACTOR $SUMA / SALARIO BASE$	1.6222

Fig. 4.9 Tabla integración salario base de Gerente GeneralL.



SECRETARIA INTEGRACION DEL FACTOR DEL SALARIO REAL	
CONCEPTO	SALARIO DIARIO MAYOR AL MINIMO
SALARIO BASE	\$240.00
COSTO POR LFT	\$72.00
COSTO POR IMSS	\$50.93
COSTO POR INFONAVIT	\$16.80
COSTO POR GUARDERIAS	\$2.40
COSTO POR ISR Y ISPT	\$2.40
COSTO SOBRE ISN	\$4.80
SUMA	\$389.33
FACTOR SUMA / SALARIO BASE	1.6222

Fig. 4.10 Tabla integración salario base de Secretaria

El total de costo indirecto por sueldo de personal administrativo, se considera por el periodo de un mes, quedando como sigue:

Sueldo mensual del gerente	\$32,444.00
Sueldo de secretaria	<u>\$ 7,786.60</u>
Gastos de personal por administración:	\$40,230.6

8.2. Costo indirecto por renta de oficina

Se considera la renta de un mes de una oficina administrativa pagando una renta mensual de \$2,000 pesos.



8.3 Costo indirecto por servicios externos

Se pagan los servicios de un Contador Publico externo mensualmente de \$1,000 pesos

8.4 Costo indirecto por gastos de equipo

Formato de análisis de gasto de equipo

Datos Generales			
Maquina:	Computadora tipo PC	Vida económica (Ve) Hrs	52,560
Precio de adquisición =	\$10,500	Hora por año (Ha)	960
Valor Inicial (Va) =	\$8,925	Motor	
Valor de rescate (Vr) = 10% Precio Adquisición	\$1,050	Factor de operación	0.7
Tasa de Interes (I) = 15% Precio Adquisición	\$1,575	Potencia de Operación	0.7
Prima de seguros 2.6% Precio adquisición	\$273	Factor de mantenimiento Q	1

I.- Costos Fijos		
a)- Depreciación = D	$\frac{Va - Vr}{Ve} = \$/ Hr =$	\$0.15
b) Inversion = I	$\frac{Va + Vr}{2 Ha} \times I = \$/ Hr =$	\$0.78
c) Seguros = S	$\frac{Va + Vr}{2 Ha} \times S = \$/ Hr =$	\$0.14
d) Mantenimiento = M	Q x D	\$0.15
Suma = costos fijos por hora = D + I + S + M		\$1.21

Fig 4.11 Tabla de costo indirecto por hora por uso de equipo



El uso de la computadora se considera durante las actividades siguientes:

- Análisis histórico de facturación
- Análisis de información de mediciones
- Evaluación Técnica
- Evaluación económica

El costo por uso de esta herramienta se establece como sigue:

Costo uso de equipo = No. horas de uso x costo hora

$$= 64 \times \$ 1.21$$

$$= \$ 77.44$$

Por lo tanto el costo indirecto por uso de computadora es de \$77.44

8.5 Costo indirecto por gastos de oficina

Los gastos de oficina mensuales que se consideraron son los siguientes:

- | | |
|-------------------------------------|-------|
| 1. Papelería y útiles de escritorio | \$400 |
| 2. Correos, teléfonos, radios. | \$600 |
| 3. Luz y agua. | \$500 |

Total \$1,500

8.6 Costo indirecto total del proyecto

Los gastos totales Indirectos equivalen a la suma de cada uno de los conceptos siguientes

Sueldo de personal administrativo	\$ 40,230.6
Renta de Oficina	\$ 2,000.00
Pago de contador externo	\$ 1,000.00



Gastos de equipo	\$ 77.44
Gastos de Oficina	\$ 1,500.00

Total \$ 44,808.04

9 COSTO POR UTILIDAD

La utilidad quedará representada por el 20% sobre la suma de los costos directos más indirectos del proyecto.

Costo Directo	\$ 344,645.00
Costo Indirecto	<u>\$ 44,808.04</u>
Suma	\$ 389,453.04

Costo por Utilidad (20%) \$ 77,890.61

10 COSTO TOTAL DEL PROYECTO.

El costo total del proyecto resulta de la suma de los costos directos mas los costos indirectos mas la utilidad.

Costo directo:	\$344645.04
Costo Indirecto:	\$44808.04
Utilidad:	<u>\$77890.61</u>
Costo Total:	\$467,343,65

Con este dato se determinara el retorno de la inversión en el capitulo V.



CAPITULO V. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y RETORNO DE LA INVERSION

Los ahorros económicos proyectados por la implementación de este proyecto se obtiene básicamente por los tres conceptos siguientes:

- **una disminución del consumo de energía.**
- **una menor demanda eléctrica del sistema general.**
- **eliminación de penalizaciones por bajo factor de potencia.**

1 -AHORRO PROYECTADO POR DISMINUCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA

Al tener un menor consumo de energía eléctrica, la facturación mensual se vera disminuida. La tabla 4.1 muestra el análisis de ahorro de energía proyectado a un año.

Concepto	Kw Ahorrados	Horas de operación diaria del edificio	Kwhr ahorrados por día	Kwhr Ahorrados por año
Consumo energía Kwhr	28.3	12 hrs	339.6	88,636

Tabla 4.1 Energía ahorrada por año.



La tabla 4.2 muestra el análisis de ahorros económicos proyectados a un año.

Concepto	Kwhr Ahorrados en un año	Precio promedio Kwhr según tarifa HM vigente	Ahorro económico en un año
Consumo energía	88,636	\$1.22	\$ 108,136

Tabla 4.2 Ahorro económico proyectado a un año

2. AHORRO PROYECTADO POR DISMINUCIÓN DE DEMANDA ELÉCTRICA

Al tener una menor demanda eléctrica, la facturación mensual se vera disminuida.

La tabla 4.4 muestra el análisis de disminución de demanda eléctrica.

Concepto	Disminución de Kw
Demanda eléctrica	28.3

Tabla 4.4 Disminución de demanda eléctrica.



La tabla 4.3 muestra el análisis de ahorros económicos proyectados a un año.

Concepto	Demanda eléctrica por mes	Demanda eléctrica por año	Precio promedio Kw de demanda tarifa HM vigente	Ahorro económico en un año
Demanda eléctrica	28.3	339.6	\$ 222.02	\$ 75,398

Tabla 4.3 Ahorro económico proyectado a un año

3. AHORRO PROYECTADO POR ELIMINACIÓN DE PENALIZACIÓN DE BAJO FACTOR DE POTENCIA

3.1 Factor de potencia

En cualquier sistema eléctrico ó instalación pueden existir tres tipos de carga:

- Inductiva
- Capacitiva
- Resistiva

Estas cargas producen un desfaseamiento entre la tensión y la intensidad de corriente. Este desfaseamiento produce un ángulo formado entre el vector de voltaje de corriente y el coseno de dicho ángulo es denominado factor de potencia.

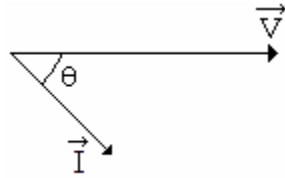
Definición de factor de potencia:

Se define como el ángulo formado entre el vector tensión con respecto al vector corriente, afectado por la función coseno y dicho factor de potencia esta en función de las características de la carga.



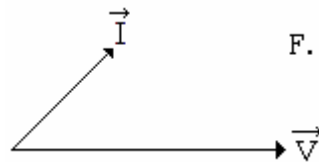
Representación vectorial del factor de potencia en función de la carga conectada a la instalación eléctrica:

INDUCTIVA (L) θ



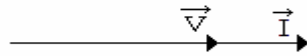
F. P. = $\cos \theta$ atrasado

CAPACITIVA (C)



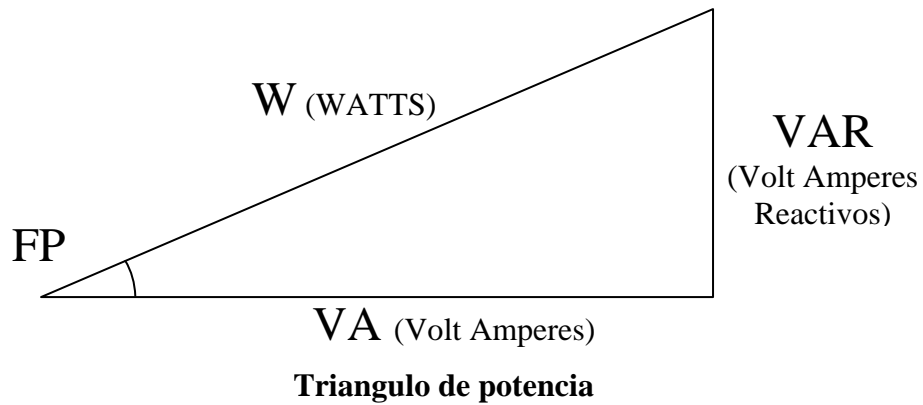
F. P. = $\cos \theta$ adelantado

RESISTIVA (R)



F. P. = 1 (unitario)

Por lo anterior el factor de potencia es el coseno del ángulo, entre la tensión y la corriente ó también el cociente de la potencia promedio (Watts) y la potencia aparente (Volt Amperes). Esto se puede visualizar de manera siguiente:





Donde:

Potencia Activa (W): Es la potencia que se consume en un circuito resistivo (WATTS).

Potencia Aparente (VA): Es la potencia real que se consume en un circuito por carga resistiva, inductiva y capacitiva (Volt Amperes).

Potencia Reactiva (VAR): Es el intercambio alterno de energía almacenada entre dos elementos reactivos, inductancia ó capacitación (VARs).

3.2 Porcentaje de ahorro de energía por alto factor de potencia.

De acuerdo a la consideración teórica anterior, se establece lo siguiente:

Al tener un equipamiento con alto factor de potencia, se elimina la penalización que mensualmente efectúa la CFE por bajo factor de potencia, según la siguiente formula.

$$\text{Porcentaje de Recargo} = 3 / 5 \times ((90 / \text{F.P.}) - 1) \times 100$$

F.P. factor de potencia menor de 90 %

Ahorro por eliminación de penalización de bajo factor de potencia.

$$= 3 / 5 \times ((90 / 76) - 1) \times 100 = 11.05 \% \text{ de recargo adicional por bajo factor de potencia}$$

3.3 Determinación del ahorro económico por alto factor de potencia

Considerando que la facturación mensual actual es de \$86,148, la penalización que realiza la CFE asciende a \$ 9,519.41, por lo tanto el ahorro proyectado por eliminación de penalización por bajo factor de potencia es el mostrado en la tabla.

Concepto	Eliminación de Penalización Mensual	Ahorro económico en un año
----------	-------------------------------------	----------------------------



Factor de Potencia	\$ 9,519.41	\$ 114,232.94
--------------------	-------------	----------------------

Tabla 4.5 Ahorro económico proyectado a un año por eliminación de penalización por bajo factor de potencia

4.-AHORROS TOTALES PROYECTADOS

Los ahorros proyectados por los tres rubros son los siguientes

Ahorro en consumo de energía	\$ 108,136
Ahorro por demanda eléctrica	\$ 75,398
Ahorro por factor de potencia	\$ 114,233
Ahorro totales	\$ 297,767

Tabla 4.6 Ahorros totales proyectados a una año

5 DETERMINACIÓN DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN PROYECTADA.

La inversión requerida para la realización de este proyecto asciende a \$ 467,343.65 debido a que es una inversión considerable, es importante saber en cuanto tiempo se recupera la inversión a fin de decidir su viabilidad.

$$\text{Retorno Inversión} = \text{Inversión Requerida} / \text{ahorro anual}$$

Lo cual implica:

$$\begin{aligned} & \$ 467,343.65 / \$ 297,767 \text{ anual} \\ & = 1.569 \text{ años} = 1.569 \end{aligned}$$

Significa un año y 6 meses y medio aproximadamente con lo cual se demuestra ser un proyecto muy rentable, porque la inversión inicial de \$467,345.65 se amortizara en un año, 6.5 meses.



CONCLUSIONES

Hoy en día la existencia en el mercado de equipos de nueva tecnología y mayor eficiencia energética, permiten a las empresas obtener grandes ahorros de energía, favoreciendo con ello la rentabilidad y productividad en un entorno cada vez mas competitivo, en donde el ahorro de energía se constituye como un factor importante para sobresalir en un entorno mundial de economías globalizadas.

En el caso particular del Grupo Financiero Banamex Citigroup, la decisión de implementar este tipo de proyectos le traerá beneficios económicos, que le permitirán mantener el liderazgo financiero nacional.

Las expectativas de ahorro establecidas en este proyecto, se pueden medir en términos de:

- Reducción de facturación por consumo de energía.
- Reducción de facturación por demanda eléctrica.
- Reducción de facturación al evitar penalizaciones por bajo factor de potencia.
- Recuperación de inversión en un periodo menor de 2 años.

Los beneficios adicionales al realizar este tipo de proyectos son:

- Apoyo en la reducción de emisión de contaminantes al ambiente.
- Optimización del sistema eléctrico nacional, al evitar desperdicios innecesarios de energía.
- Sensibilización para el uso eficiente y racional de la energía y los recursos.
- Adopción de proyectos de alta responsabilidad social.



GLOSARIO

Base Kw/hr.- El costo de energía medida por cada hora de consumo efectuado.

CFE .- Comisión Federal de Electricidad.

CONAE.- Comisión nacional para el ahorro de energía

Demanda Kw/hr.- El costo de energía eléctrica medida a intervalos de tiempo determinado.

Difusor parabólico.- Parte metálica cromada con curvatura geométrica parabólica para distribuir uniformemente la intensidad de luz .

Factor de potencia.- Se define como potencia del sistema eléctrico la cual esta su unidades kvar reactivos donde se recomienda mantener siempre arriba del 90% para evitar penalizaciones.

Intermedia Kw/hr.- Es la medición de consumo de energía eléctrica medida en horarios de consumo de poca demanda.

IES.- Sociedad de Ingenieros de Iluminación.

Lux.- Es la iluminación en un punto sobre una superficie que dista en dirección perpendicular, a un metro de una fuente puntual uniforme de una candela .

Luxometro.- Instrumento de medición de la intensidad luminosa.

Multímetro.- Instrumento de medición de los parámetro de la energía eléctrica.



Punta Kw/h.- Es la medición de consumo de energía en horarios donde se aumenta considerablemente la demanda de energía eléctrica que son las primeras horas de la mañana y tarde.

Reflector especular.- Accesorio para realizar la reflexión de luz sobre el gabinete.

T-8 .- Representa el diámetro de la lámpara fluorescente.

T-12 .- Representa el diámetro de la lámpara fluorescente.



BIBLIOGRAFIA

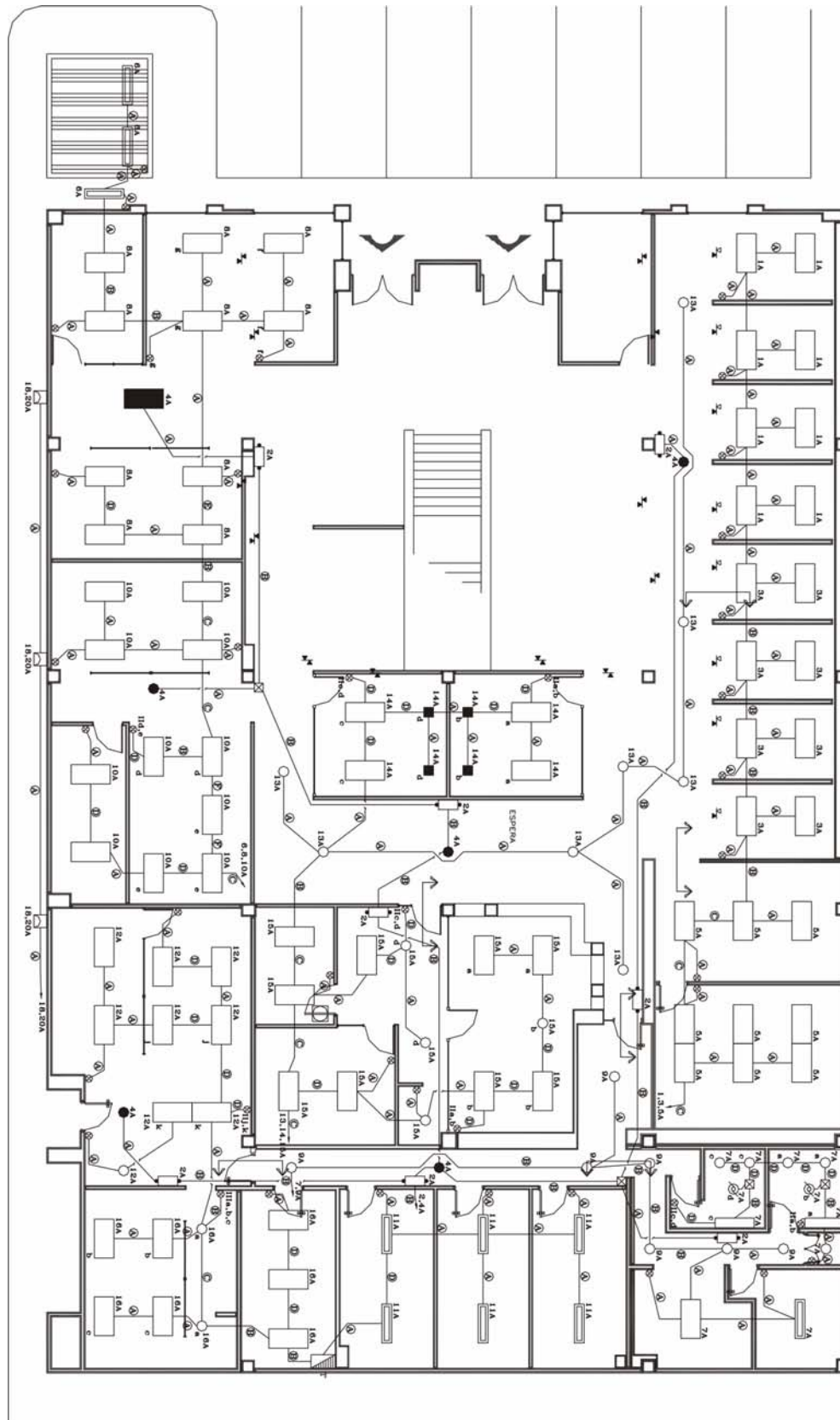
1. James L. Riggs; Sistemas de Producción, planeación, análisis y control; Editorial Noriega LIMUSA.
2. Westinghouse; Manual del alumbrado; Editorial dossat.
3. Apuntes de seminario “Costos y administración del mantenimiento” , IPN – ESIME – SEP / 2003
4. Información Técnica de tubos fluorescentes y focos incandescentes Philips Lighting.
5. Información técnica de lámparas fluorescentes tipo empotrar Lithonia Lighting.
6. Información técnica de reflectores y difusores Alanod.
7. Información técnica GE Lighting.
8. Información técnica IESNA.
9. Información técnica CFE.
10. Ortiz yañez Ruben, Control eléctrico en sistemas de edificios inteligentes, Editorial dirección de publicaciones-IPN, 2006 Mex. D.F.
11. Ortiz Yañez Ruben, Apuntes de conversión de la energía III, ESIME-IPN, 1974Mex. D.F.
12. D. José Ramírez Vázquez, Luminotecnia, Enciclopedia CEAC de Electricidad, Ed. CEAC, S. A. 1993 Barcelona España.



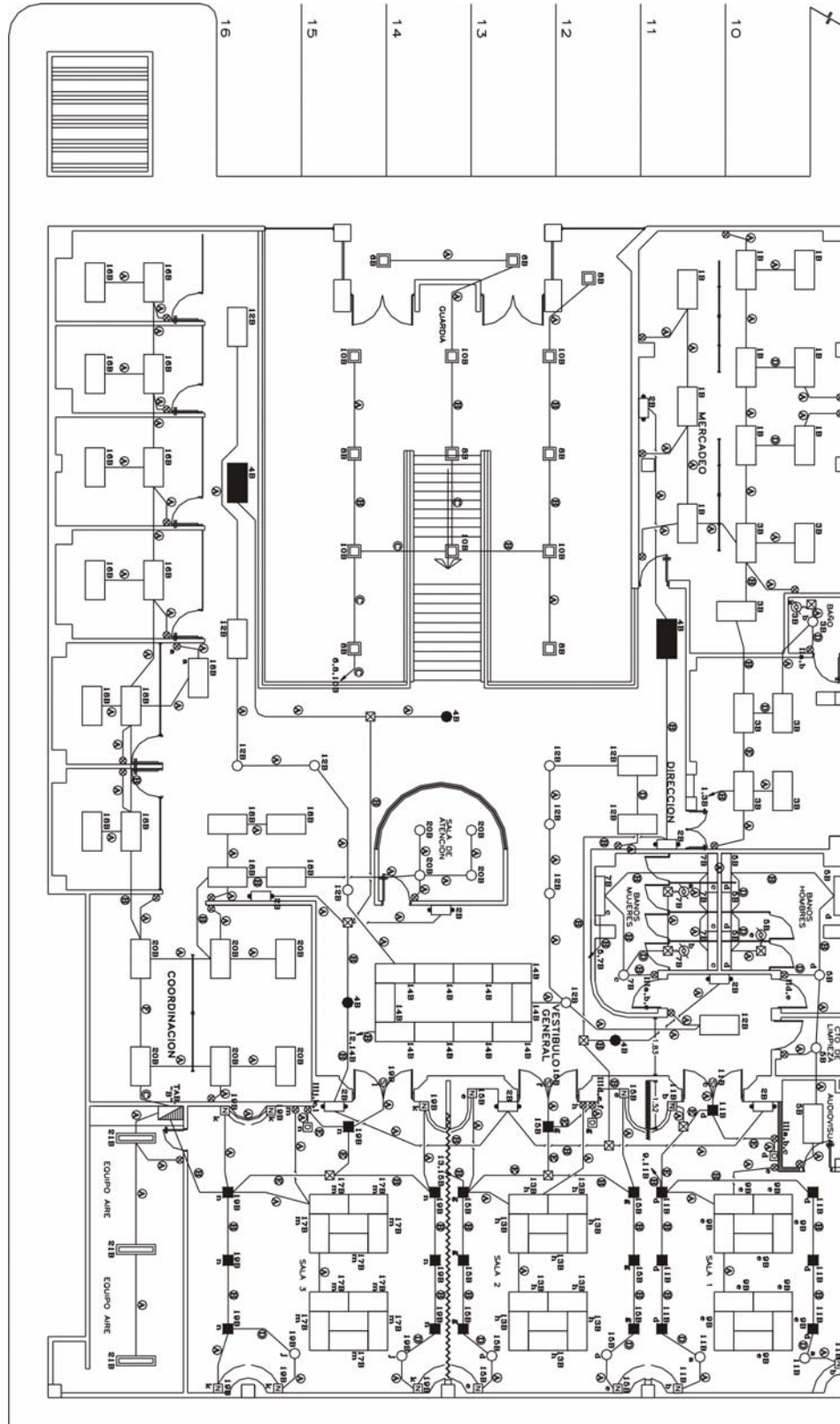
ANEXOS

1.-Planta Arquitectonica, nivel plante baja

2.-Planta arquitectónica nivel planta alta



Anexo No. 1 Planta Arquitectónica Baja



Anexo No. 2 Planta Arquitectónica Alta