ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

"SISTEMA EFICIENTE DE ILUMINACIÓN EN EL EX – EDIFICIO MATRIZ DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR"

Claudio Edison Gualotuña Gualotuña

Quito, Noviembre del 2004

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo ha sido realizado en su totalidad por el señor:

Claudio Edison Gualotuña Gualotuña

Ing. Luis Tapia
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mis padres:

Enrique Gualotuña y
María Luisa Gualotuña

AGRADECIMIENTO

A Dios en su infinito amor

A mis padres Luis Enrique y María Luisa por su apoyo permanente e incondicional

A mis hermanos Marithza, Carmen, Marcel, René, Blanca por su preocupación y confianza.

Al Ing. Luis Tapia por el tiempo dedicado para el correcto desenvolvimiento de esta tesis.

"SISTEMA EFICIENTE DE ILUMINACIÓN EN EL EX – EDIFICIO MATRIZ DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR"

RESUMEN

Los resultados de la auditoria energética realizada en el ex-edificio **CASA MATRIZ DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR** son los siguientes: capacidad total instalada 572.905 W de los cuales el 24.66 % corresponden a la capacidad instalada en iluminación.

Con los sensores de presencia, para el control del sistema de iluminación se disminuirá la factura mensual en 345,450 USD de los 7352,92 USD que se paga en promedio por el rubro servicio eléctrico; esto equivale a un ahorro del 4.69 %, con una inversión inicial de 7336,01 USD obteniéndose la recuperación de capital en un período de 1 años 6 meses, con un valor presente neto 5,13 USD y una tasa interna de retorno de 6.090%.

Con la aplicación de pintura nueva en las paredes con un color blanco esmalte cuyo coeficiente de reflexión es de 85% se disminuirá la factura mensual en 71,190 USD, con una inversión inicial de 2.220,0 USD.

Combinando las dos alternativas anteriores, se mejora notablemente los niveles de iluminación, contribuyendo a que el personal del banco desarrolle toda su capacidad en su puesto de trabajo.

INDICE

CAPÍTULO I 1

IMPORTANCIA DE LA ILUMINACIÓN 1

1.1. INTRODUCCIÓN 1
1.2. PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2
1.3. PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE 6
1.3.1. REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS 6
1.4. USO EFICIENTE Y CONSERVACIÓN DE ENERGÍA 7
1.5. IMPORTANTES RAZONES PARA IMPLANTAR UN USO RACIONAL DE LA ENERGIA 7
1.5.1. IMPACTO AMBIENTAL 7
1.5.2 CONTAMINACIÓN AL AIRE 8

CAPÍTULO II 9

BASES TEÓRICAS PARA EL ESTUDIO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN 9

2.1. INTRODUCCIÓN 9
2.2. CONCEPTOS TEÓRICOS GENERALES 9
2.2.1 RADIACIÓN. 9
2.2.2 OJO Y VISIÓN 11
2.2.3 MAGNITUDES Y UNIDADES FOTOMÉTRICAS. 13
2.2.4 PROPIEDADES LUMINOTÉCNICAS DE LA MATERIA. 16
2.3. ILUMINACIÓN NATURAL Y ARTIFICIAL DE EDIFICIOS. 17
2.3.1 DEFINICIONES 17
2.3.2 ILUMINACIÓN NATURAL - MÉTODOS DE DETERMINACIÓN 20
2.3.2.1 Descripción del diagrama de Waldram 21
2.3.2.2 Determinación del componente de reflexión externa mediante la aplicación del diagrama de Waldram. 22
2.3.2.3 Determinación del componente de reflexión interna mediante el uso de tablas. 23
2.4 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 27
2.4.1 PUNTOS CLAVES PARA UNA BUENA ILUMINACIÓN 27
2.4.1.1 Optimización de la iluminación 28
2.4.1.2 Tipos de lámparas eléctricas 28
2.4.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES 29
2.4.2.1 Principio de funcionamiento. 29
2.4.2.2 Clasificación de los fluorescentes 30
2.4.2.3 Condiciones de utilización de los fluorescentes: 30
2.4.2.4. Balance de energía 31
2.4.2.5 Tipo de Luminaria TL32W/84 31
2.4.3 LUMINARIAS 31
2.4.3.1 Características constructivas más importantes: 32
2.4.3.2 Características de uso de las luminarias: 32

2.4.4 BALASTOS 33
2.4.4.1 Tipo de balastos. 33
2.4.4.2 Consumo de lámparas con Balasto Estándar vs. Balasto Electrónico 34
2.4.5 CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA EL DISEÑO. 35
2.4.5.1 Niveles de iluminancia y uniformidad recomendables 36
2.4.5.2 Cálculo del número de lámparas a instalarse 38
2.5. SISTEMAS DE CONTROL DE ILUMINACIÓN 41
2.5.1 CATEGORÍAS DEL CONTROL DE ILUMINACIÓN 41
2.5.1.1 Control manual de iluminación 41
2.5.1.2 Control computarizado de iluminación 43
2.5.1.3 Control automático de iluminación 43
2.5.2 CONTROL DE ENCENDIDO DE LUMINARIAS 45
2.5.2.1 Control de encendido de una luminaria. 45
2.5.2.2 Control de encendido por grupo de luminarias. 45
2.5.3 CONTROL CON TEMPORIZADORES 45
2.5.4 CONTROL CON FOTOCÉLULAS 46
2.5.4.1 Integración de luz natural y luz artificial como medio de ahorro de energía. 46
2.5.4.2 Porcentaje de la luz natural 47
2.5.4.3 Reducción de los niveles de luz natural. 48
2.6 CONTROL ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN 49
2.6.1 CONTROL CON SENSORES DE PRESENCIA 49
2.6.1.1 Ventajas de utilizar sensores de presencia 50
2.6.1.2 Tipos de sensores de presencia. 51
2.6.1.3 Características principales 51
2.6.1.4 Características técnicas 52
2.6.1.5 Criterios para la selección, aplicación, e instalación de sensores de presencia. 53

CAPÍTULO III 55

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE ILUMINACIÓN EN EL EX - EDIFICIO CASA MATRIZ DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR 55

3.1 INTRODUCCIÓN 55
3.2 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA DE ILUMINACIÓN 55
3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS PRINCIPALES. 56
3.2.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA. 59
3.2.2.1. Primera fuente de energía 59
5.2.2.2. Segunda fuente de energía 60
3.2.3. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD TOTAL INSTALADA. 61
3.2.4. MEDICIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS HORAS USO. 64
3.2.4.1. Demanda de iluminación 64
3.2.4.2. Medición del nivel de iluminación 65
3.2.4.3. Determinación de las horas uso 69

3.2.5. INFORMACIÓN HISTÓRICA DE FACTURAS DEL SUMINISTRADOR DE ENERGÍA 72
3.2.6. RECOMENDACIÓN DE LAS MEDIDAS APROPIADAS PARA EL USO EFICIENTE DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 72
3.2.6.1. Eficiencia en el sistema de iluminación 72

CAPÍTULO IV 75

DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN 75

4.1 INTRODUCCIÓN 75
4.2 ESTRATEGIA DEL PROYECTO 75
4.3 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN 76
4.3.1. ILUMINACIÓN NATURAL 76
4.3.2. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL 76
4.3.2.1 Determinación de la iluminancia media y el coeficiente de uniformidad 77
4.3.2.2 Determinación del componente de reflexión interna mediante la aplicación de fórmulas. Oficina Abierta Computación 78
4.4 DISEÑO DE ALUMBRADO 81
4.4.1 CALCULO PARA OFICINAS TIPO 81
4.4.1.1 Oficina Abierta Computación 81
4.4.1.2 Planta abierta general 83
4.4.1.3 Oficinas ejecutivas. 85
4.4.1.4 Corredores y pasillos. 86
4.4.2. ANALISIS DEL DISEÑO 90
4.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN 91
4.5.1 METODO DEL CONTROL DE ENCENDIDO DE LUMINARIAS 91
4.5.1.1 Control del encendido por grupo de luminarias 91
4.5.2 UBICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN 92
4.5.2.1 Selección, e instalación de sensores de presencia. 92

CAPÍTULO V 98

OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN 98

5.1. INTRODUCCIÓN 98
5.2. OPERACIÓN DEL SISTEMA 98
5.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CONSUMO DE ENERGÍA EN EL EDIFICIO 98
5.2.2 CRITERIOS DE OPERACIÓN 99
5.2.3 AJUSTES DE TIEMPO EN EL SENSOR 99
5.3.3. APLICACIÓN, E INSTALACIÓN DE LOS SENSORES DE PRESENCIA. 100
5.3 APLICACIÓN DE LOS SENSORES DE PRESENCIA 101

CAPÍTULO VI 105

ANALISIS ENTRE EL SISTEMA EXISTENTE CON EL DISEÑO PROPUESTO 105

6.1. INTRODUCCIÓN 105
6.2. APROVECHAMIENTO DE LA LUZ DIURNA 105
6.2.1. RECOMENDACIONES PARA APROVECHAR EFICIENTEMENTE LA LUZ DIURNA 108
6.3 ANÁLISIS DEL SISTEMA EXISTENTE 109
6.4 ANÁLISIS CON CAMBIOS TECNOLÓGICOS 112
6.4.1 LÁMPARAS 40W VS LÁMPARAS 32W CON BALASTO ESTÁNDAR Y BALASTO ELECTRÓNICO 112
6.4.1.1 Demanda con Balastos estándar y con balastos electrónicos 112
6.4.1.2. Análisis del consumo de energía 116
6.4.2 ANÁLISIS CON SENSORES DE PRESENCIA 118
6.4.2.1 Implementación de sensores de presencia 118
6.4.2.2 Análisis en Kilowatiohora 120
6.4.2.3 Promedio de Ahorro (kWh/mes) con Sensores de presencia 121
6.5 ANALISIS DE CONCEPTOS ARQUITECTONICOS 124
6.5.1 DISEÑO DE EDIFICIOS 125
6.5.1.1 Masa térmica 125
6.5.1.2 Tamaño del espacio funcional 125
6.5.1.3 Disposición y despliegue funcional 126
6.5.1.4 Aspectos de diseño interior 126
6.5.1.5 Colores de techo y paredes 127
6.5.2 ANÁLISIS CON APLICACIÓN DE COLORES CLAROS 128
6.5.3 DETERMINACIÓN DEL AHORRO DE CONTAMINACIÓN ALAIRE 131

CAPÍTULO VII 134

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO 134

7.1 INTRODUCCIÓN 134
7.2 ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN MENSUAL 134
7.2.2 INSTALACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS 135
7.2.2.1 Análisis USD/mes Balasto Estándar VS Balasto Electrónico 135
7.2.2.2 Análisis con sensores de presencia 136
7.2.2.3 Dólares de reducción en facturación EEQ 140
7.2.3. CAMBIOS ARQUITECTÓNICOS 141
7.3 CONSIDERACIONES EN LA EVALUACIÓN ECONÓMICA 143
7.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RENTABILIDAD DE PROYECTOS 144
7.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CON MEJORAS TECNOLÓGICAS. 145
7.5.1 VALOR PRESENTE (Vp) 145
7.5.1.1. Recuperación de Capital 146
7.5.1.2. Tiempo de recuperación con implementación de sensores 146
a) Período de cálculo 146
b) Interés 146
c) Tiempo de recuperación de la Inversión Inicial 149
7.5.2. TASA INTERNA DE RETORNO - TIR 150

7.5.3. RELACIÓN COSTO BENEFICIO 151
7.5.3.1. Análisis de Resultados 151
7.5.3.2. Relación Costo Beneficio 152
7.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CON CAMBIOS EN EL COLOR DE LA PINTURA. 154

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES 159

BIBLIOGRAFÍA 165

ANEXOS

CAPÍTULO I

IMPORTANCIA DE LA ILUMINACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

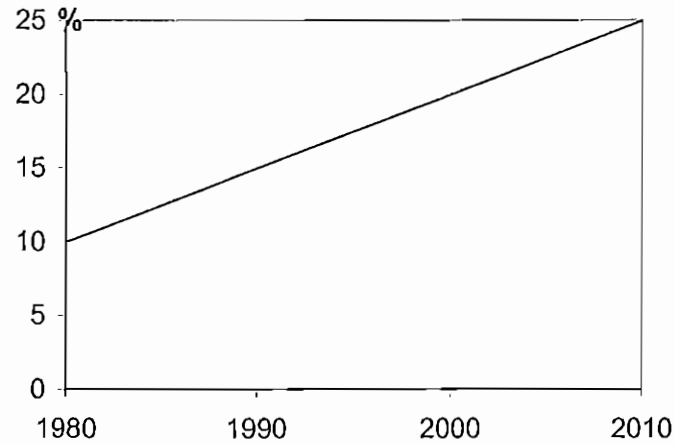
En todo el mundo y especialmente en los países industrializados el consumo de energía eléctrica aumenta cada vez más, lo que se constituye en un factor bastante preocupante hoy en día, ya que afecta la vida de toda la población. ANEXO 1: (Foto satelital del continente americano).

Siguiendo este ritmo de crecimiento en el consumo de energía, en poco tiempo afrontaremos grandes riesgos de racionamiento o aumentos importantes en nuestras cuentas de energía. Con programas de concientización acerca de la utilización de productos de bajo consumo de energía, los empresarios, comerciantes y la población en general estarían consumiendo menos, lo que resultaría en un equilibrio entre la oferta y la demanda de energía y un consecuente ahorro.

La iluminación es la responsable del consumo del orden del 20% del total de energía, abarcando en este número la industria, el comercio y las residencias. Muchas son las posibilidades de reducción del consumo de energía que se gasta en iluminación, desde el simple cambio de una lámpara hasta la implementación de nuevos sistemas con equipamientos electrónicos inteligentes.

Pensando en ello, se desarrolló la tecnología de bajo consumo de energía. Lámparas, balastos, controles electrónicos y sistemas de iluminación que ahorran energía, tienen una mayor duración y de esta forma ayudan a evitar riesgos de racionamiento. Todo eso con el objetivo de mejorar el estilo de vida y la rutina diaria en la ciudad. El consumo de energía ha crecido mucho a lo largo de los años, tal como refleja el GRÁFICO 1.1.

GRÁFICO 1.1. Consumo relativo de energía en Latinoamérica[1]

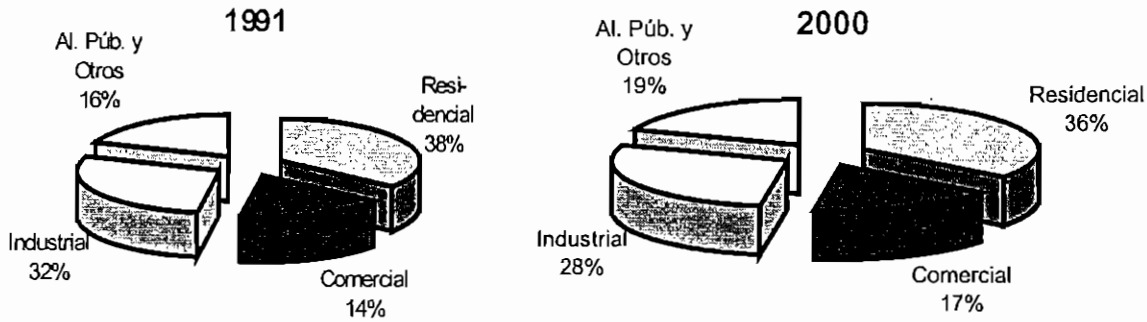


Media del crecimiento anual en el consumo de energia electrica = 3.3%

1.2. PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA [℘]

En la presente década, la evolución de la composición del consumo en los diferentes sectores o tipos de usuarios del servicio eléctrico en el SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (residencial, comercial, industrial, alumbrado público y otros) ha sido diferente. En el GRÁFICO 1.2. se aprecia esta circunstancia.

GRÁFICO 1.2. Evolución del consumo de energía eléctrica [℘]



[1] LAC : Lighting Aplication Center (Centro de Aplicación de Iluminación).
[℘] CONELEC / PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN 2002 – 2011

Se puede advertir que el crecimiento del consumo de energía ha sido mayor en los sectores: Alumbrado Público, Comercial y Otros, pero menor en el sector Industrial y Residencial. El crecimiento medio anual del consumo total ha estado en 5,1 %, en el período 1990-2000. La composición de incremento de los principales sectores de consumo, se indica en la TABLA 1.1.

TABLA 1.1. Consumo de energía eléctrica (GWh)[9]

Año	Residencial	Comercial	Industrial	Al. Pub. y otros	Total
1990	1 864	706	1 522	687	4 779
2000	2 774	1 344	2 192	1 527	7 837
Crecimiento(*)	4,1 %	6,6 %	3,7 %	8,3 %	5,1 %

(*) Medio anual del período

La proyección de las ventas de energía eléctrica en el ámbito del SNI, ha sido analizada sobre la base de los antecedentes de crecimiento de los diferentes sectores de consumo y de las proyecciones globales de las empresas eléctricas de distribución en el entorno económico actual y previsto.

El crecimiento anual del consumo facturado o ventas y los porcentajes medios anuales de crecimiento en el período 2002 – 2011, se indican en la TABLA 1.2.

[9] CONELEC / PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACION 2002-2011

TABLA 1.2. Proyección del consumo de energía eléctrica (GWh)[9]

Año	residencial	comercial	industrial	alum. Pub y otros	total consumo
2002	3 026	1 444	2 452	1 606	8 528
2003	3 293	1 568	2 712	1 674	9 247
2004	3 590	1 710	3 047	1 755	10 102
2005	3 816	1 821	3 338	1 815	10 790
2006	4 020	1 921	3 626	1 863	11 430
2007	4 210	2 019	3 930	1 910	12 069
2008	4 396	2 118	4 240	1 951	12 705
2009	4 582	2 215	4 556	1 990	13 343
2010	4 769	2 310	4 885	2 027	13 991
2011	4 961	2 407	5 227	2 062	14 657
TOTAL	33,8 %	16,4 %	35,7 %	14,1 %	100 %
Crecimiento 2002-2011	5,6 %	5,8 %	8,8 %	2,8 %	6,2 %

En la proyección de estos consumos se ha considerado fundamentalmente las tendencias estadísticas de la facturación y las políticas macro económicas del Gobierno que prevén un crecimiento del PIB en el orden del 5 % a partir del año 2001. Para que esto sea factible, el consumo industrial tendría que crecer con una media mayor al 8 % anual TABLA 1.3.

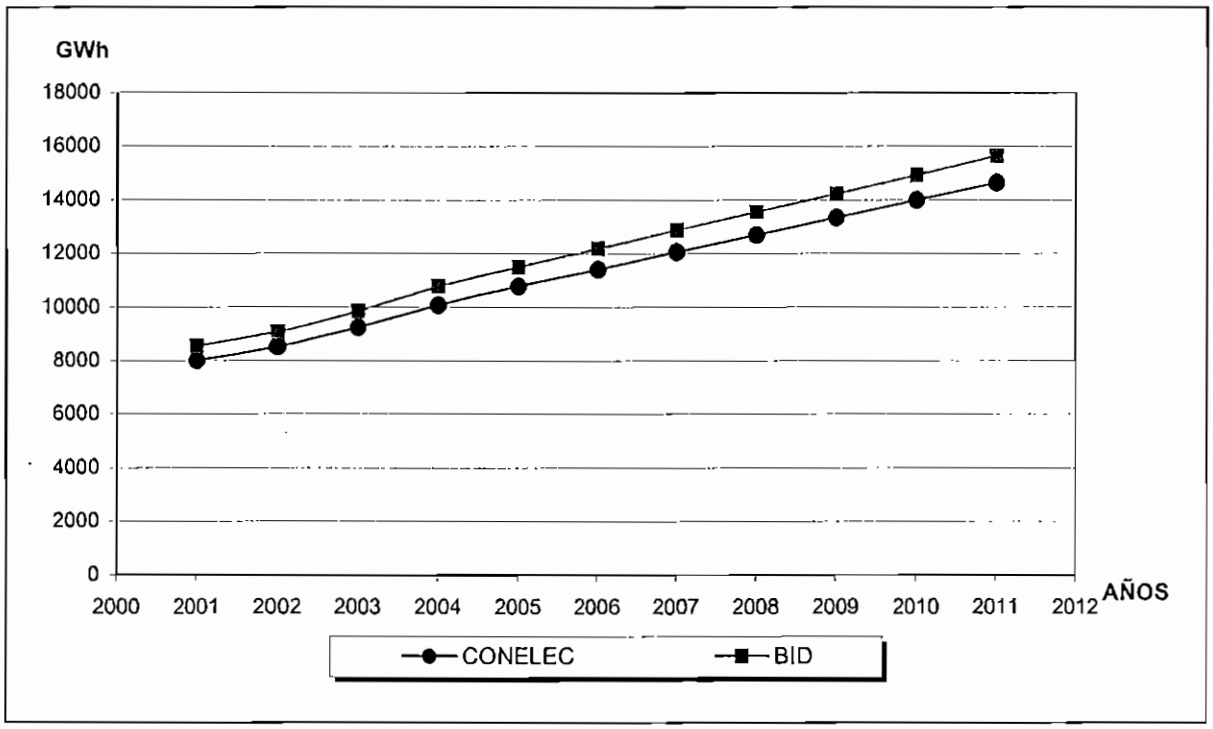
[9] CONELEC / PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACION 2002-2011

TABLA 1.3. Tasa de crecimiento de la demanda del sistema nacional interconectado[p]

	CONELEC	BID
AÑO	GWh	GWh
2001	8030	8568,53
2002	8528	9099,93
2003	9247	9867,15
2004	10102	10779,49
2005	10790	11513,63
2006	11430	12196,55
2007	12069	12878,41
2008	12705	13557,06
2009	13343	14237,85
2010	13991	14929,31
2011	14657	15639,97

La proyección de los consumos elaborada por el CONELEC y por el BID se aprecia que son similares.

GRÁFICO 1.3 Crecimiento de la demanda del Sistema Nacional Interconectado



[p] CONELEC / PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACION 2002-2011

1.3. PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE [6]

El Estado Ecuatoriano, reconoce a las personas el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación, ecológicamente equilibrado, garantizando así un desarrollo sustentable. En tal virtud, es de fundamental importancia en el desarrollo de todas las actividades relativas a la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, la conservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente, en estricto apego a la legislación ecuatoriana vigente.

Por lo tanto, es obligación de los organismos e instituciones interesadas en desarrollar actividades en el sector, realizar para cada proyecto, un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) conteniendo su respectivo Plan de Manejo Ambiental (PMA).

1.3.1. REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS [6]

Publicado en el Registro Oficial No. 396, de 23 de Agosto de 2001, en su artículo 7 se establecen las siguientes competencias para el **CONELEC**:

LITERALES

a.- Cumplir y hacer cumplir la legislación ambiental aplicable a las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica así como las disposiciones que se deriven de este Reglamento;

d.- Dictar instructivos de aplicación de la Ley y sus reglamentos, en materia de protección del ambiente, los cuales se emitirán mediante Regulaciones;

g.- Diseñar y aplicar , en coordinación con los organismos públicos competentes, incentivos para estimular la protección y manejo sustentable de

---

[6] CONELEC

los recursos naturales que son aprovechados por los proyectos eléctricos, así como fomentar el desarrollo y uso de tecnologías limpias y el uso de recursos energéticos no convencionales;

i.- Aplicar las sanciones por incumplimiento de las disposiciones ambientales previstas en este Reglamento, las cuales deberán incluirse en los respectivos contratos de concesión, permiso o licencia;

1.4. USO EFICIENTE Y CONSERVACIÓN DE ENERGÍA

Una buena alternativa para que las planillas por el servicio eléctrico sean convenientes para los consumidores finales, así como para diferir inversiones y evitar, en parte, posibles déficit de energía eléctrica, es la optimización en el uso de esta energía, sin afectar la producción y el nivel de satisfacción de las necesidades.

Como uno de los pasos, el CONELEC está apoyando a la Dirección de Energías Alternativas del Ministerio de Energía y Minas, en un programa asesorado por un organismo especializado del Perú. En este proyecto se incluyen acciones educativas y publicitarias para incentivar el uso eficiente de la electricidad y la utilización de focos fluorescentes compactos.

1.5. IMPORTANTES RAZONES PARA IMPLANTAR UN USO RACIONAL DE LA ENERGIA

1.5.1. IMPACTO AMBIENTAL

La necesidad construir mas centrales de generación conlleva a la desaparición de flora y fauna, que contribuye al acelerado deterioro del planeta. Debido al aumento de la demanda de potencia y energía eléctrica que obligan a incrementar la generación y la capacidad de los sistemas de transmisión y distribución.

1.5.2 CONTAMINACIÓN AL AIRE [2]

Estudios realizados por el **EPA** en las diferentes centrales de generación térmica, ha cuantificado que por cada kWh generado se emite al aire 72.6 gr. de CO_2; 5.3 gr. de SO_2 y 2.8 gr. de NO_2.

Esto quiere decir que por cada kWh ahorrado la emisión de contaminación al aire disminuye en:

- 72.6 gr. de CO_2 - Dióxido de Carbono un gas de inversión térmica
- 5.3 gr. de SO_2 - Dióxido de Sulfuro, lluvia ácida
- 2.8 gr. de NO_2 - Oxido Nitroso, smog y lluvia ácida

[2] ESTUDIOS REALIZADOS POR EL "**EPA**"

CAPÍTULO II

BASES TEÓRICAS PARA EL ESTUDIO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se establecen las definiciones de los términos más usados en iluminación, las principales magnitudes y sus símbolos.

Se detallan los métodos para determinar la iluminación natural en el interior de los locales de los edificios.

Se muestran las aplicaciones más adecuadas para el uso eficiente y control de iluminación.

Estas definiciones se aplican en el diseño y ejecución de toda clase de proyectos de viviendas y edificios donde se necesite una iluminación adecuada, aprovechando la luz directa o indirecta del sol o luz artificial.

2.2. CONCEPTOS TEÓRICOS GENERALES

2.2.1 RADIACIÓN.

Radiación.- Es el fenómeno correspondiente a la emisión y transporte de energía, sin medio material, bajo la forma de ondas electromagnéticas o fotones.

Zonas de espectro.- Son las regiones del espectro continuo comprendidas entre dos frecuencias. Por razones prácticas, todo el espectro continuo de radiación se divide, según las frecuencias comprendidas, en las siguientes zonas: TABLA 2.1.

TABLA 2.1.Espectro continuo de Radiación[9]

FRECUENCIAS C/S	LONGITUD DE ONDA (m)	DENOMINACIÓN DE LA ZONA
Mayor de 6×10^{23}	Menor de 5×10^{-16}	(Desconocida)
6×10^{23} a 3×10^{22}	5×10^{-16} a 10^{-4}	Radiación cósmica
3×10^{22} a 3×10^{20}	10^{-4} a 10^{-12}	Radiación gama
3×10^{20} a 3×10^{16}	10^{-12} a 10^{-8}	Radiación x
3×10^{16} a $7{,}9 \times 10^{14}$	10^{-8} a $3{,}8 \times 10^{-7}$	Radiación ultravioleta
$7{,}9 \times 10^{14}$ a $3{,}8 \times 10^{14}$	$3{,}8 \times 10^{-7}$ a $7{,}8 \times 10^{-7}$	Radiación visible
$3{,}8 \times 10^{14}$ a 3×10^{12}	$7{,}8 \times 10^{-7}$ a 10^{-4}	Radiación infrarroja
3×10^{12} a 3×10^{11}	10^{-4} a 10^{-3}	Radiación infrarroja o hertziana
3×10^{11} a 3×10^{2}	10^{-3} a 10^{6}	Radiación hertziana
Menor de 3×10^{2} Mayor	Mayor de 10^{6}	Transporte de energía eléctrica (zona de radiación nula o muy escasa)

Radiación luminosa.- Es la radiación que estimula el sistema de la visión.

Incandescencia.- Es la radiación térmica que produce radiación luminosa.

Fuente luminosa.- Es el radiador que genera radiación luminosa.

Cuerpo negro.- Es el cuerpo que absorbe completamente todas las radiaciones que inciden sobre él y, actuando como radiador térmico, es el que mayor energía emite a una determinada temperatura.

Color.- El termino "color" describe un desequilibrio de la energía radiante visible que llega al ojo, de las fuentes de luz o de los objetos, lo que da lugar a innumerables combinaciones.

---

[9] INEN 1 150 Iluminación natural de edificios

Temperatura de color.- Todos los objetos emiten luz si se calientan a una temperatura suficientemente elevada cambiando su color con el valor de esta. La temperatura de color, aplicada a las fuentes de luz, se refiere a la temperatura absoluta en grados kelvin, de un cuerpo negro o radiador completo, que iguale a la de la fuente en cuestión.

El término "temperatura de color aparente o correlacionada" se emplea para traducir la blancura de lámparas de vapor de mercurio, fluorescentes, etc.

Índice de rendimiento en color.- El índice de rendimiento en color es un concepto que establece la temperatura de color aparente o real de la fuente. Si su temperatura de color es como máximo 5000 ºK, se toma como fuente de referencia el radiador de Planck de temperatura de color más próxima; si es superior a 5000 ºK, se toma la fuente de luz del día reconstituida más próxima.

Hay que señalar la ventaja del índice de rendimiento en color, que da una información suficientemente significativa sobre la capacidad de rendimiento en color de las lámparas con vistas a su empleo, aunque con ciertas limitaciones.

2.2.2 OJO Y VISIÓN

Luz.- Es la radiación capaz de estimular el sistema de la visión.

Observador patrón.- Es la persona que tiene su sistema visual conforme a los coeficientes de visión espectral para las distintas frecuencias, TABLA 2.1.

Ojo.- Es la parte inicial del sistema visual en que, por acción de la luz, se forma una imagen en la retina (parte sensible a la luz, formada por conos y bastoncillos), que se transforman en excitación nerviosa, dando lugar a la percepción visual.

Visión.- Es la sensación producida cuando las ondas luminosas inciden sobre las células fotosensitivas del ojo.

Visión fotópica o diurna.- Es la visión experimentada cuando el ojo se adapta a luminancias relativamente altas. Trabajan esencialmente los conos de la retina y los colores se ven nítidamente.

Visión escotópica o nocturna.- Es la visión experimentada cuando el ojo se adapta a luminancias menores a algunos centésimos de nit[1]. No se distinguen colores y el coeficiente máximo de visión espectral se desplaza a una longitud de onda más corta que en la visión fotópica (TABLA 2.1).

Adaptación visual.- Es la facultad del ojo de acomodarse en el campo visual a diferentes niveles de luminancia[2]. Esta aptitud depende de la sensibilidad de los órganos de la retina. La facultad de adaptación hace posible la visión tanto con una iluminación muy fuerte como con una iluminación relativamente débil.

Contraste mínimo.- Es la menor diferencia relativa de luminancia perceptible, observada simultánea o consecutivamente.

Símbolo : Cmin

$$Cmin = \frac{\Delta L\ min}{L_1} = \frac{(L_1 - L_2)\ min}{L_1}$$

Donde:

C = Contraste

L_1 = Luminancia del Objeto

L_2 = Luminancia del fondo

Deslumbramiento.- Es la falta de adaptación del ojo provocada por luminancia o por contraste excesivo, en el espacio y/o en el tiempo, en el campo visual, que causa molestias y/o a una reducción de la aptitud para distinguir detalles de los objetos.

---

[1] **Nit.** Es la luminancia correspondiente a una superficie emitente de 1 m^2 de superficie aparente, cuya intensidad luminosa en la dirección considerada es 1 candela. 1 nit = 1 $cd.m^{-2}$

[2] Ver literal del Capítulo 2.2.3

Tiempo de percepción.- Es el tiempo mínimo, en segundos, necesario para percibir un objeto.

Velocidad de percepción.- Es la relación de la distancia entre dos puntos y el tiempo necesario para percibirlos.

2.2.3 MAGNITUDES Y UNIDADES FOTOMÉTRICAS.

Fotometría.- Es la medición de magnitudes relativas a la radiación, en la zona visible, por comparación.

Colorimetría.- Es la medición de los colores posibilitada por las propiedades de distinción del ojo y establecido sobre bases convencionales.

Fotometría visual o subjetiva.- Es el procedimiento de fotometría en el que se usa el ojo para nacer las comparaciones.

Flujo Luminoso.- Es la magnitud característica de un flujo energético que expresa su capacidad para producir una sensación luminosa, medida según los valores de la curva de eficiencia luminosa espectral del ojo humano patrón.

$$F = F_{el}.V_l$$

Donde:

F = Flujo luminoso de una fuente

F_{el} = Flujo luminoso de una fuente que radia una cantidad de energía

V_l = Valor de eficacia correspondiente a esa longitud de onda

Potencia de una fuente o de un haz de luz.- Hemos visto que la radiación es una forma de energía; un haz de luz representa, pues, un cierto número de vatios. La curva de visibilidad relativa nos ha demostrado que un vatio radiado en el azul o en el rojo, por ejemplo, es mucho menos "luminoso" que el radiado en la parte central del espectro, es decir, en el verde o el amarillo.

La unidad **vatio-luz**, corresponde a un vatio verdadero radiado en 5500 A°. El lumen **(lm)** está directamente relacionado con este vatio-luz unidad.

Para tener una idea de la escala de los flujos se anotan las cifras siguientes:

- ✓ Una vela esteárica da una decena de lúmenes.
- ✓ Las lámparas de incandescencia corrientes, cuya potencia va de 25 a 100 vatios, dan flujos comprendidos entre 200 y 1500 lúmenes.
- ✓ La lámpara fluorescente más utilizada (longitud 1,20 metros, potencia 40 vatios) da: de 2500 a 3000 lúmenes.
- ✓ Una lámpara de alumbrado público muy común, como la de vapor de mercurio de 250 vatios, da 12.000 lúmenes.

TABLA 2.2. Factor de visibilidad de las diferentes radiaciones[3]

Longitud De Onda A^0	Sensibilidad	Longitud De Onda A^0	Sensibilidad
4000	0,0004	5800	0,87000
4100	0,0012	5900	0,75700
4200	0,0040	6000	0,63100
4300	0,0116	6100	0,50300
4400	0,0230	6200	0,38100
4500	0,0380	6300	0,26500
4600	0,0600	6400	0,17500
4700	0,0910	6500	0,10700
4800	0,1390	6600	0,06100
4900	0,2080	6700	0,03200
5000	0,3230	6800	0,01700
5100	0,5030	6900	0,00820
5200	0,7100	7000	0,00410
5300	0,8620	7100	0,00210
5400	0,9540	7200	0,00105
5500	0,9550	7300	0,00052
5550	1,0000	7400	0,00025
5600	0,9950	7500	0,00012
5700	0,9520	7600	0,00006

[3] Valores oficiales, publicados por la Comisión Internacional del Alumbrado, y se refieren a una media de medidas efectuadas en un gran número de observaciones.

Rendimiento luminoso.- Para una fuente luminosa destinada a la iluminación, es decir a la percepción visual, su rendimiento luminoso K, será la relación entre el flujo luminoso y la potencia consumida para producir ese flujo, y se expresa en (lm / W).

$$K = F/P$$

Donde:

F = Flujo luminoso (lm)

P = Potencia de la fuente de luz (W)

Intensidad luminosa.- Se conoce como intensidad luminosa (I), a la cantidad de flujo luminoso F emitido por una fuente puntual o, por unidad de ángulo sólidoω, es decir:

$$1\ cd = \frac{1\ lm}{1\ sr}$$

La unidad de intensidad luminosa es la candela (**cd**).

La luminancia.- Se conoce como iluminancia E en un punto de una superficie, a la cantidad de flujo luminoso F que incide sobre una superficie S infinitamente pequeña que contiene a dicho punto, es decir:

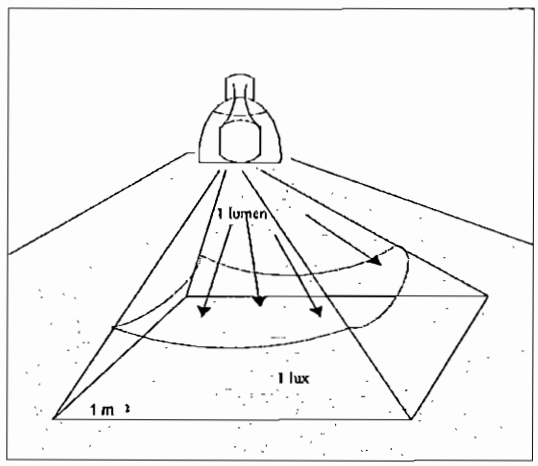
$$E = F/S$$

Lumen.- Es la unidad SI de flujo luminoso, y es el flujo luminoso emitido desde el vértice de un ángulo sólido de un estéreo radián, por una fuente puntual uniforme que tiene una intensidad luminosa de 1 candela.

Símbolo : lm

Lux (lx).- Es la unidad de iluminancia (GRÁFICO 2.1) que se define como la iluminancia de una superficie de un metro cuadrado, que recibe un flujo luminoso de un lumen uniformemente repartido. (**1 lx = 1 lm / 1 m2**)

GRÁFICO 2.1 Iluminancia [⊗]



Una superficie iluminada está sometida a un cierto flujo luminoso, el cual puede estar repartido de manera uniforme, pero puede también variar de un lugar a otro.

La iluminancia es una magnitud fundamental para los técnicos de alumbrado, que utilizando el material puesto a su disposición buscan obtener una iluminancia determinada sobre una superficie dada.

Candela.- Es la unidad SI de intensidad luminosa, y es la intensidad luminosa, en la dirección perpendicular, de una superficie de 1/600 000 m^2 de un cuerpo negro a la temperatura de solidificación del platino (2042°K) a la presión de 101 325 pascales.

Unidad : cd

2.2.4 PROPIEDADES LUMINOTÉCNICAS DE LA MATERIA.

Reflexión.- Es el reenvío de una radiación que incide sobre una superficie, sin que cambien las frecuencias de dicha radiación.

[⊗] PAE / Eficiencia en los Sistemas de Iluminación

Absorción.- Es el proceso por el cual la radiación que incide sobre una superficie o atraviesa un medio se disipa en ellos.

Difusión.- Es el cambio de la distribución espacial de un haz de radiación al ser desviado en muchas direcciones, cuando incide sobre una superficie o atraviesa un medio.

Refracción.- Es el cambio de dirección de propagación de una radiación al pasar por un medio a otro distinto o a través de un medio ópticamente no homogéneo.

Reflexión especular.- Es la reflexión resultante cuando la radiación incidente sobre una superficie es reenviada sin difusión.

Reflexión semidifusa.- Es la reflexión parcialmente especular y parcialmente difusa, simultáneamente.

Factor de absorción.- Es la relación entre el flujo absorbido por un cuerpo ($\phi\alpha$) y el flujo que incide sobre él (ϕi).[4]

Símbolo : α

$$\alpha = \frac{\phi\alpha}{\phi i}$$

2.3. ILUMINACIÓN NATURAL Y ARTIFICIAL DE EDIFICIOS.[℘]

2.3.1 DEFINICIONES

Iluminación natural.- Es la iluminación producida directa o indirectamente por el sol.

Iluminación artificial.- Es la iluminación producida directa o indirectamente por incandescencia o luminiscencia.

---

[4] La suma de los factores de reflexión, transmisión y absorción es igual a uno.

[℘] INEN 1 150 Iluminación natural de edificios

Iluminación general.- Es la iluminación de un local sin considerar las necesidades particulares de sus diferentes lugares.

Iluminación localizada.- Es la iluminación adicional a la iluminación general, destinada a aumentar el nivel de iluminación en aquellos lugares donde se precise un nivel más alto.

Cielo claro.- Es la bóveda celeste que está cubierta con nubes en menos de 1/3 y 2/3 de su superficie total.

Cielo parcialmente nublado.- Es la bóveda celeste cubierta con nubes entre 1/3 y 2/3 de su superficie total.

Cielo nublado.- Es la bóveda celeste cubierta con nubes en más de 2/3 de su superficie total.

Componente celeste C.C. .- Es la relación entre la iluminación diurna (natural) en un punto del local, debida únicamente a la luz que proviene directamente de la bóveda celeste, y la iluminación exterior simultánea sobre un plano horizontal iluminado por la bóveda del cielo cubierto normal.

Componente de reflexión externa C.R.E. .- Es la relación entre la Iluminación diurna en un punto interior del local, que recibe luz únicamente desde las superficies externas por reflexión directa, y la iluminación exterior simultánea sobre un plano horizontal iluminado por la bóveda del cielo cubierto normal.

Componente de reflexión interna C.R.I. .- Es la relación entre la iluminación diurna en un punto interior del local, que recibe luz únicamente por reflexión desde las superficies interiores, y la iluminación exterior simultánea sobre un plano horizontal iluminado por la bóveda del cielo cubierto normal.

Coeficiente de luz diurna C.L.D. .- Es la relación entre la iluminación diurna en un punto interior del local, excluida la luz solar directa, y la iluminación exterior

simultánea sobre un plano horizontal iluminado por el total de la bóveda de un cielo cubierto normal. Es igual a la suma de la componente de reflexión externa y de la componente de reflexión interna.

Penetración de luz diurna.- Es la distancia perpendicular a la ventana hasta donde penetra la luz de la bóveda celeste.

Sombra.- Es la consecuencia de la disminución de la iluminación por la interposición de un cuerpo.

Luminaria.- Es el artefacto de iluminación fija o móvil, que incluye una o más fuente de luz, y que sirve para orientar el flujo luminoso, reducir o eliminar el deslumbramiento y dar terminación estética al conjunto.

Plano de trabajo.- Es el plano sobre el cual interesa conocer la iluminación por las tareas que sobre él se realizan; generalmente, es el plano horizontal a 80 cm. sobre el nivel del piso. En casos especiales, puede ser otro plano cualquiera, horizontal, vertical o inclinado.

Sistema de iluminación.- Es el sistema que está definido por el porcentaje de flujo luminoso dirigido hacia el hemisferio inferior, con respecto al flujo total emitido. Si este porcentaje está entre:

- ✓ 90% y 100%, la iluminación es directa
- ✓ 60% y 90%, la iluminación es semidirecta
- ✓ 40% y 60%, la iluminación es directa-indirecta
- ✓ 10% y 40%, la iluminación es semi-indirecia
- ✓ 0% y 10%, la iluminación es indirecta.

Índice del local.- Es una codificación, en forma de número o letra, que sirve para determinar el factor de utilización de un local, tomando en consideración sus medidas y los factores de reflexión de sus paredes, cielorraso, piso, y equipamiento.

Factor de utilización de un local U .- Es la razón entre el flujo incidente sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por la luminaria.

Factor de mantenimiento m .- Es la razón entre la iluminación producida por una instalación de iluminación, después de un tiempo determinado de uso, y la iluminación producida por la misma instalación cuando es nueva[5].

Rendimiento de una luminaria.- Es la razón entre el flujo luminoso emitido por una luminaria y el flujo luminoso emitido por las lámparas que contiene.

Símbolo : **ηlum** $\eta lum = u = \frac{\phi \text{ Luminarias}}{\phi \text{ Lámparas}}$

Vida útil de una fuente luminosa.- Es el número de horas durante las cuales, funcionando a tensión nominal, la fuente de luz conserva un flujo luminoso igual o mayor a un porcentaje dado del flujo luminoso inicial. Este porcentaje y el flujo inicial están fijados en la norma correspondiente a la fuente.

2.3.2 ILUMINACIÓN NATURAL - MÉTODOS DE DETERMINACIÓN[6]

Se establece los métodos para determinar la iluminación natural requerida en el interior de los locales de los edificios.

El diagrama de Waldram se usa cuando las obstrucciones exteriores de la ventana en estudio son muy irregulares y los ángulos que forman diferentes puntos de la línea horizonte y de contorno de obstrucción con él, difieren entre si más de 20°.

---

[5] Se utiliza también el llamado factor de depreciación, Igual a (1 - m).

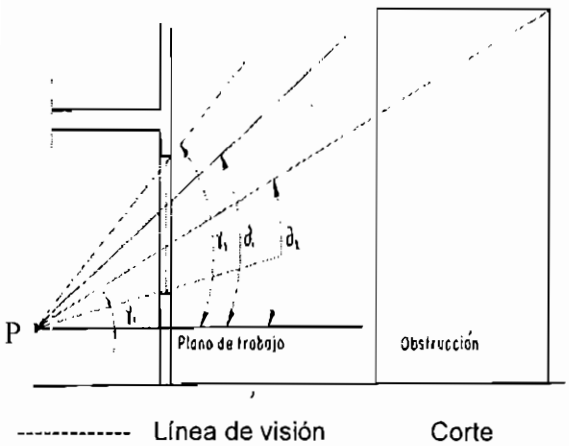
[6] INEN 1 151 Iluminación natural de edificios/ Métodos de determinación

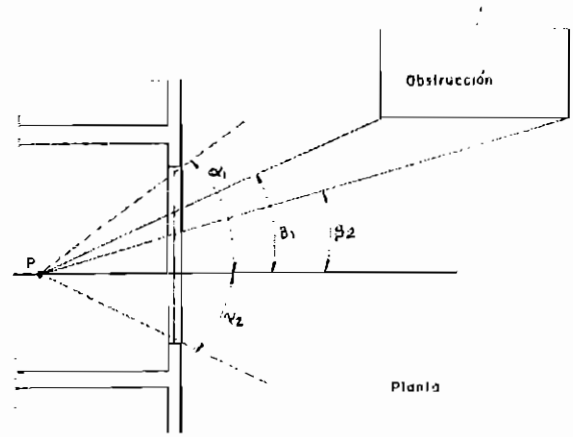
2.3.2.1 Descripción del diagrama de Waldram

Esencialmente, el diagrama comprende un reticulado cuyas abscisas representan los ángulos de azimut, las ordenadas a los ángulos de altura. Sobre el reticulado están superpuestas las curvas conocidas como líneas de inclinación, que corresponden al borde horizontal de las obstrucciones paralelas al plano de la ventana (líneas llenas) y de las que corresponden a los bordes horizontales próximos al ángulo recto con respecto al plano de la ventana (líneas punteadas) ANEXO 2. El reticulado está diseñado en tal forma que áreas iguales representen componentes celestes iguales[6].

Procedimiento.- En la planta, medir los ángulos que forman la normal al plano de la ventana por el punto P y las líneas que pasan por los bordes verticales de la ventana α_1 y α_2 respectivamente, (GRÁFICO 2.2); luego los ángulos formados por esta normal y las líneas trazadas desde el punto de referencia a los puntos extremos de la obstrucción β_1 y β_2.

GRÁFICO 2.2.- Aplicación del Diagrama de Waldram[ρ]





$\gamma_1 = 10°$; $\gamma_2 = 45°$; $\delta_1 = 40°$; $\delta_2 = 25°$

$\alpha_1 = 40°$; $\alpha_2 = 30°$; $\beta_1 = 25°$; $\beta_2 = 14°$

---

[6] El diagrama se puede diseñar de cualquier altura y ancho; en la práctica conviene hacerlo en múltiplos de 50 (US), de manera que cada unidad represente el 0,1% del componente,: 1 u.s = 1 cm^2 =0,1% CC

[ρ] INEN 1 151 Iluminación natural de edificios / Métodos de determinación

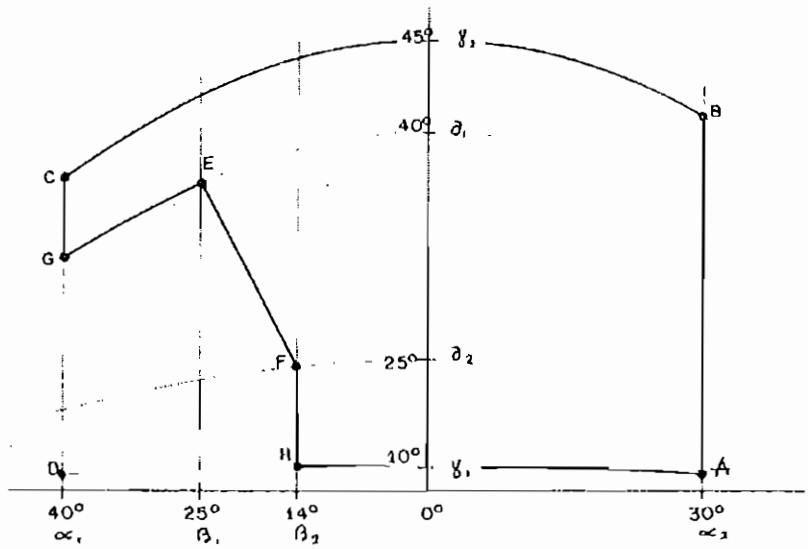
En el diagrama de Waldram, levantar perpendiculares sobre la abscisa en los puntos que corresponden a los ángulos medidos en la planta: α_1, α_2, β_1, β_2 corresponde **40°**, **30°** , **25°**, **14°** y en la ordenada correspondiente a **0°** marcar los puntos correspondientes a los ángulos medidos en el corte, que son: γ_1, γ_2, δ_1, δ_2 corresponden a **10°, 45°, 40°, 25°**. A través de estos puntos, trazar curvas de interpolación a las curvas de líneas llenas.

En el GRÁFICO 2.3 se define el perfil de la obstrucción, de la siguiente manera:

a) Se marcan los puntos en que las dos perpendiculares cortan las dos curvas correspondientes a los ángulos de la ventana (α_1, α_2 **con** γ_1, γ_2)- Estos son los puntos **A, B, C y D,** que representan el contorno de la ventana;

b) Se marcan los dos puntos **E** y **F** sobre el corte de las perpendiculares en β_1 **y** β_2 con las curvas en δ_1 **y** δ_2 que corresponden al borde superior de la obstrucción perpendicular a la ventana.

GRÁFICO 2.3. Diagrama del Contorno de la abertura con componente celeste visible[6]



c) La perpendicular **FH** corresponde a la vertical más alejada de la obstrucción.

d) La línea **EG** representa el borde superior de la obstrucción a la ventana; de esta manera, queda definido el contorno de la obstrucción, tal como se ve desde el punto de referencia P, a través de la ventana. El GRÁFICO resultante **ABCGEFHA** representa el contorno de la abertura.

2.3.2.2 Determinación del componente de reflexión externa mediante la aplicación del diagrama de Waldram.

Para determinar el componente de reflexión externa **C.R.E.**[7] por medio del diagrama de Waldram se necesitan los siguientes datos:

a. La superficie **So**, que está ocupada por la obstrucción, dentro del contorno de la ventana.

b. La luminancia de la obstrucción **Lo**, que se adopta en un 15% de la luminancia de la bóveda celeste obstruida.

c. El factor de conversión del diagrama de Waldram M = 0,01 por unidad de superficie.

$$M = \frac{0.01}{US}$$

d. Determinar el componente de reflexión externa **C.R.E.** por medio de la siguiente expresión:

$$C.R.E = So.M.0,15$$

[7] C.R.E .- COMPONENTE DE REFLEXIÓN EXTERNA

2.3.2.3 Determinación del componente de reflexión interna mediante el uso de tablas.

En la TABLA 2.3 se especifican los valores del componente de reflexión interna mínima para locales iluminados por ventanas en una de sus paredes. Si el local está iluminado por más de una ventana, se debe operar con la suma de las áreas de las ventanas existentes. El valor obtenido se aplica a las zonas más alejadas de la ventana [8] .

TABLA 2.3.- Valores de componente de reflexión interna mínima.[9]

ÁREA NETA DE VIDRIADO COMO PORCENTAJE DE ÁREA DE PISO	COEFICIENTE DE REFLEXIÓN DE PISO (%)											
	10				20				40			
	Coeficiente de reflexión de paredes (%)											
	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80
2			0,1	0,2		0,1	0,1	0,2		0,1	0,2	0,2
5	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,5	0,1	0,2	0,4	0,6
7	0,1	0,2	0,3	0,5	0,1	0,2	0,4	0,6	0,2	0,3	0,6	0.8
10	0,1	0,2	0,4	0,7	0.2	0.3	0,6	0,9	0,3	0,5	0,8	1,2
15	0,2	0,4	0,6	1,0	0,2	0,5	0,8	1,3	0,4	0,7	1,1	1,7
20	0.2	0,5	0,8	1,4	0,3	0,6	1,1	1,7	0,8	0,9	1.6	2,3
25	0,3	0,6	1.0	1.7	0,4	0,8	1,3	2,0	0,6	1,1	1,8	2,8
30	0,3	0,7	1,2	2,0		0.9	1,3	2,4	0.8	1,3	2,1	3,3
35	0.4	0,8	1,4	2,3	0,5	1,0	1.8	2,8	0,9	1,5	2,4	3,8
40	0,5	0,9	1,6	2,6	0,6	1,2	2,0	3.1	1,0	1,7	2,7	4,2
45	0.5	1,0	1,8	2,9	0,7	1,3	2,2	3,4	1,2	1,9	3,0	4,6
50	0,6	1.1	1,9	3,1	0,8	1,4	2,3	3,7	1,3	2,1	3,2	4,9
Coeficiente convers. p.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CRI promedio	1,8	1,4	1,3	1,2	1,8	1.4	1,3	1.2	1,8	1,4	1.3	1,2

Mediante la aplicación de las tablas de conversión, TABLA 2.4 y TABLA 2.5, se puede utilizar el método, cuando las características del local se aproximan a las mencionadas dentro de los siguientes límites:

[8] Para obtener el C.R.I. promedio, se multiplica el valor encontrado por el factor de conversión indicado.
[9] INEN 1 151 Iluminación natural de edificios / Métodos de determinación

a) Superficie del local comprendida entre 9 m^2 y 80 m^2.

b) Cielo raso horizontal con coeficiente de reflexión entre 4 % y 8 0%, R elación entre los lados que no exceda 2:1. Altura del local entre 2,40 m y 3,60 m.

Procedimiento

Los datos necesarios para el cálculo son los siguientes:

a) Área neta de vidriado como porcentaje del área de piso.

b) Coeficiente de reflexión promedio del piso, y

c) Coeficiente de reflexión promedio de las paredes (excluyendo ventanas).

Si la superficie del local difiere de la considerada en la TABLA 2.3, deben considerarse los valores obtenidos con los factores de corrección indicados en la TABLA 2.4.

TABLA 2.4. Factores de corrección para locales con área de piso comprendido entre 9 m^2 y 36 m^2 ó 36 m^2 y 80 m^2 [9]

ÁREA DE PISO	COEFICIENTE DE REFLEXIÓN DE PARED			
	20%	40%	60%	80%
9 m^2	0,6	0,7	0,8	0,9
36 m^2	1	1	1	1
80 m^2	1,4	1.2	1,0	0,9
Los valores Intermedios se obtienen por interpolación				

Cuando el coeficiente de reflexión del cielo raso es distinto al considerado en la TABLA 2.3, deben cambiarse los valores allí obtenidos con los factores de corrección indicados en la TABLA 2.5.

[9] INEN 1 151 Iluminación natural de edificios / Métodos de determinación

TABLA 2.5.- Factores de corrección para diferentes coeficientes de reflexión de cielo raso. [9]

Coeficiente de reflexión de cielo raso (%)	Factor de corrección
40	0,7
50	0,8
60	0,9
70	1.0
80	1,1

El coeficiente **C**, depende del grado de obstrucción exterior que tiene la ventana. En la TABLA 2.6 se indican los valores de **C** para varios grados de obstrucción.

TABLA 2.6 Variación del coeficiente C con el ángulo de obstrucción.

Ángulos de obstrucción, como se los ve desde el centro de la ventana (medidos por arriba de la horizontal).	**Coeficiente C**
Oo (sin obstrucción)	39
10°	35
20°	31
30°	25
40°	20
50°	14
60°	10
70°	7
80°	5

TABLA 2.7 Factores de reflexión y transmisión de algunos materiales [9]

Estuco blanco (nuevo, seco)	0.70 - 0.80
Estuco blanco (viejo)	0.30-0.60
Pintura de aluminio	0.60-0.75
Hormigón (nuevo)	0.40-0.50
Hormigón (viejo)	0.05-0.15
Ladrillo (nuevo)	0.10-0.30
Ladrillo (viejo)	0.05-0.15
Cortinas amarillas	0.30-0.45
Cortinas rojas	0.10-0.20
Cortinas azules	0.10-0.20
Cortinas de color gris plata	0.13-0.25
Cortinas de color marrón oscuro	0.10-0.20

[9] Ahorro de Energía en Sistemas Eléctricos - ICAITI

2.4 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

2.4.1 PUNTOS CLAVES PARA UNA BUENA ILUMINACIÓN

a. **LUZ SUFICIENTE.-** Tener niveles adecuados de luz, según la naturaleza de la tarea visual. Mayores necesidades por: la edad del trabajador, por motivos de seguridad, y la probabilidad de cometer errores es menor.

b. **ILUMINACION UNIFORME.-** Una iluminación general con un alto grado de uniformidad, garantiza total libertad a la hora de situar los equipos y los puestos de trabajo.

c. **BUENA ILUMINACIÓN VERTICAL.-** En ciertos trabajos la tarea visual está localizada en el plano vertical. Se puede recurrir a las empotradas en el techo que ofrecen una distribución asimétrica de la luz.

d. **BRILLO DE EQUILIBRIO UNIFORME.-** Una iluminación uniforme contribuye a crear una sensación de confort.

e. **COLOR DE LUZ AGRADABLE.-** Lo que se necesita es una fuente con una apariencia de color agradable y un buen rendimiento de color.

f. **BAJO COSTO DE MANTENIMIENTO.-** Es tan importante como los equipos de oficina modernos y un personal motivado. De instalar una iluminación buena y eficaz, es de sentido común que se obtendrá menores costos de energía y mantenimiento.

2.4.1.1 Optimización de la iluminación

TABLA 2.8 Optimización de la iluminación[6]

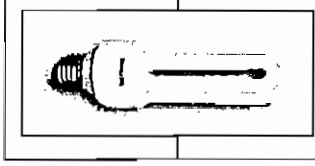
ITEM	ACCIÓN CORRECTIVA	TIEMPO DE RECUPERACION años
1	Uso de fluorescentes T8 (36 W) en reemplazo de los T12(40W)	Menor a 1
2	Sustitución de lámparas incandescentes por otras tecnologías más eficientes	1 a 1.5
3	Uso de balastos electromagnéticos de alta Eficiencia	2
4	Uso de reflectores de aluminio para retirar entre el 25 y 50% de lámparas	Menor a 1
5	Control horario mediante temporizadores instalados en los tableros generales	1.5 a 2
6	Control mediante sensores de presencia	3
7	Utilización de fotoceldas para controlar encendido de lámparas cercanas a las ventanas	3
8	Uso de techos translúcidos	1.5 a 2
9	Luminarias y diseños nuevos	Mayor a 4

2.4.1.2 Tipos de lámparas eléctricas

TABLA 2.9 Tipo de lámparas[6]

Tipo	Potencias	Flujo Luminoso /Eficacia Luminosa	Observación	Vida Media de un Lote
Lámparas incandescentes	25, 50, 100, 150, 200, 500 y 1,000 W	220, 600, 1,250, 2,000, 2,900, 8,300 y 18,000 Lúmenes	Se pueden conectar directamente a la red, sin necesidad de ningún accesorio eléctrico.	Aprox. 1000 h.
Lámparas Fluorescentes	20, 32, 40, 80 W	1000, 2000, 5600 lúmenes	Forma tubular y circular. Existen del color Blanco cálido, blanco frío, luz día. El número y tipo de encendidos influye decisivamente en la vida de los fluorescentes.	Entre 4,000 y, 20000 h.
Lámparas de Vapor de Mercurio	50, 80, 125, 250, 400, 700, 1,000 y 2,000 W	Eficacia luminosa: Entre 40 y 60 lm/W, según el orden creciente de las potencias.	Para que emita todo el flujo hace falta que transcurran unos 6 seg. a partir de la conexión	Entre las 9,000 y 14,000 h.
Lámparas de Halogenuros metálicos	175, 250, 360, 400 W	Rendimiento Luminoso: Entre 68 y más de 100 lm/W	Son lámparas de mercurio a las que se añaden ciertos halogenuros metálicos	Entre 15,000 y 20,000 h.

[6] PAE / Manual de Uso Racional de Energía

Lámparas de Sodio de Baja Presión	18, 35, 55, 90, 135, y 180 W.	Eficacia luminosa: 125 y 185 lm/W, según el orden creciente de las potencias; incluyendo equipos auxiliares: se considera entre 100 y 150 lm/W.	Permiten la regulación de la emisión luminosa conservando un alto rendimiento.	Aprox. 9,000 h.
Lámparas de sodio de Alta Presión	70, 150, 250, 400, 1000 W	Rendimiento Luminoso: Entre 90 y 130 lm/W	Son las que proporcionan mejores expectativas para el alumbrado industrial. Solamente cuando el color sea una exigencia básica, deberá recurrirse a las lámparas de halogenuros metálicos.	Duración de 10,000 h para bajas potencias y más de 20,000 h. para potencias elevadas.
Lámparas Compactas	7, 11, 20, 23 y 40 W .	800, 1000, 1250 lúmenes	Son lámparas sustitutivas de las incandescentes. Constan de un tubo fluorescente que se enrolla para reducir el tamaño incorporado y un casquillo normal (E27).	Aprox. 8,000 horas.
Mini Fluorescentes Compactos 	15, 20, 23 y 40 W .	900, 1200, 1500 lúmenes	Esta es una nueva serie de lámparas fluorescentes compactas, dotadas con un arrancador y reactancia incorporados. Tienen un casquillo E 27, las lámparas incandescentes usuales se pueden cambiar sin la menor dificultad.	Tienen una vida útil aproximada de 8,000 horas dependiendo de la marca.

2.4.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES

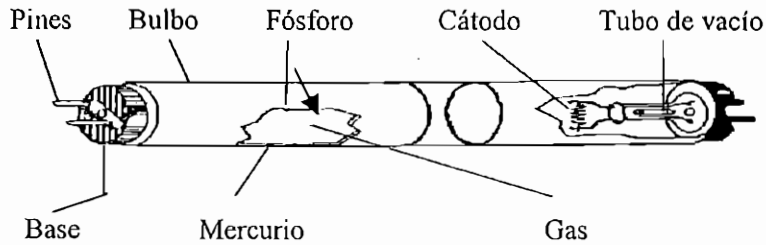
Se usa comúnmente en todo tipo de interiores, locales comerciales, sociales y públicos. Una ventaja con las demás, es que las fluorescentes disponen de una amplia gama de colores de luz, permitiendo mayor variedad de aplicaciones.

2.4.2.1 Principio de funcionamiento.

Una lámpara fluorescente tubular se basa en la descarga en vapor de mercurio a baja presión. El tubo de descarga está relleno de un gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio en ambas formas, líquida y vapor, en cada extremo del tubo va alojado un electrodo sellado herméticamente. Por su alto rendimiento y su vida útil elevada, generalmente se emplean para iluminar interiores.

Los fluorescentes tubulares modernos de 26 mm de diámetro tienen un rendimiento 12% mayor que los fluorescentes de 38 mm de diámetro, empleado anteriormente.

GRÁFICO 2.4 Lámpara Fluorescente



2.4.2.2 Clasificación de los fluorescentes

Por el tipo de encendido	– Precalentamiento (mediante cebador) – Encendido rápido – Encendido instantáneo
Por su color	– Blanco cálido – Blanco frío – Luz día.
Eficacia luminosa	– Varían entre 50 y 85 lm/W.
Vida Media	– Varían entre 4,000 y 20,000 h. Depende del tipo y la forma de utilización

2.4.2.3 Condiciones de utilización de los fluorescentes:

- El número y tipo de encendidos influye decisivamente en la vida de los fluorescentes.

- El consumo en los aparatos auxiliares pueden estimarse en un campo de variación de alrededor al 10 % del consumo en el fluorescente.

- Las variaciones en la tensión del suministro afectan reduciendo el flujo luminoso emitido.

2.4.2.4. Balance de energía [9]

Lámpara Incandescente		
Potencia de Entrada 100%	Perdidas no radioactivas 18%	Perdidas de Potencia 18%
	Radiacion 82%	Radiacion Visible 10%
		Radiacion Infrarroja 72%

Lámpara Fluorescente		
Potencia de Entrada 100%	Perdidas no radiactivas 38%	Perdida de Potencia 42%
	Descarga de Radiación 60%	Radiación Infrarroja 36%
		Radiación Visible 22%

2.4.2.5 Tipo de Luminaria TL32W/84

Lámpara de encendido rápido de alta emisión. Estas pueden ser operadas con corrientes tan bajas como 140 ma en balastos electrónicos de encendido rápido.

Vatios nominales	32W
Bulbo	T-8
Longitud	120cm
Descripción	5000oK, 75 IRC
Vida promedio	20000 horas
Flujo luminoso	3000 lúmenes

2.4.3 LUMINARIAS [9]

Es el aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de las lámparas, e incluye todas las piezas necesarias para fijarlas, protegerlas y para conectarlas al circuito de alimentación.

Las componentes ópticas de las luminarias tratan de disminuir la luminosidad (luminancia) de las lámparas y de redistribuir la luz de forma conveniente para la iluminación deseada, conservando un elevado rendimiento luminoso.

---

[9] PAE / Manual de Uso Racional de Energía

Las luminarias se clasifican según la distribución del flujo luminoso, así se tiene luminarias de tipo directo, semi-directo, general difusa, directa-indirecta, semi-indirecta e indirecta.

2.4.3.1 Características constructivas más importantes:

- **Distribución luminosa y reparto de flujo.-** Este dato fotométrico proporciona la intensidad luminosa (cd) emitida por la lámpara.

- **Luminancias límites.-** Permite apreciar la luminosidad de una luminaria, en tubos fluorescentes es necesario conocer la luminancia (cd/m^2), con que se ve en ángulos elevados (>45° y generalmente 55°, 65°, 75° y 85°) respecto al valor (vertical descendente).

- **Apantallamiento.-** Es el ángulo crítico por encima del cual puede provocarse deslumbramiento directo de 45° con la vertical descendente.

2.4.3.2 Características de uso de las luminarias:

- **Utilización.-** Es la relación (en %) entre el flujo luminoso que llega a un plano de trabajo considerado y el flujo que sale de la luminaria.

- **Factor de utilización.-** Es la relación (en %) entre el flujo luminoso que llega a un plano de trabajo determinado y el flujo luminoso que emiten la o las lámparas funcionando desnudas. Equivale al producto de la utilización y el rendimiento de la luminaria.

Tiene además otras características eléctricas como el grado de protección, resistencia física, resistencia al calor.

Al tomar la decisión acerca del tipo de lámpara más eficiente, debe considerarse las exigencias en el tipo de uso, la reproducción del color, el precio de adquisición y los aspectos arriba mencionados acerca de los diferentes tipos de lámparas y su efecto en los gastos de energía eléctrica.

2.4.4 BALASTOS

Las variaciones en la tensión del suministro afectan a los fluorescentes reduciendo el flujo luminoso emitido. Se evita este defecto eligiendo balastos adecuados que atenúan la disminución, mejoran la vida útil y las condiciones de encendido.

2.4.4.1 Tipo de balastos.

Balastos resistivos.- Para lograr una buena estabilidad con un balasto resistivo, es necesario que la tensión de la red sea al menos el doble de la tensión de la lámpara en condiciones normales de trabajo. Esto significa que el cincuenta por ciento de la potencia se disipa en el balasto.

Balastos capacitivos.- Presenta muy pocas pérdidas, pero no puede usarse por sí solo, porque da lugar a la aparición de picos agudos en la forma de onda de la corriente de la lámpara, para cada semiciclo. Solamente en muy altas frecuencias servirá satisfactoriamente un condensador como balasto.

Balastos inductivos.- Una inductancia presenta pérdidas algo más altas que las de un condensador, pero produce mucha menor distorsión en la corriente de la lámpara para 60Hz. Esto hace que el balasto sea ideal para aplicaciones normales en corriente alterna.

Balastos electrónicos.- A medida que sube la frecuencia con que opera la lámpara, crece su flujo luminoso[1]. Como resultado de lo anterior, se ha aumentado la frecuencia de trabajo de la lámpara por medio del balasto electrónico y se ha reducido la potencia entregada a la lámpara[2].

Ventajas del Balasto Electrónico sobre el balasto inductivo convencional.

- Mejora la eficacia de la lámpara y del sistema
- No producen parpadeo o efecto estroboscopio

---

[1] Puede llegar a un 10%

[2] Menor potencia significa menor voltaje de trabajo que el de diseño, con lo cual aumentamos la vida útil

- Arrancan instantáneamente sin necesidad de cebador auxiliar
- Aumenta la vida útil de la lámpara
- Tienen excelentes posibilidades de regulación de luz
- No necesitan corrección del factor de potencia
- No producen zumbido ni otro tipo de ruidos
- Tienen menor peso, especialmente para grandes tamaños de lámparas
- Se pueden utilizar también con corriente continua
- La regulación de la luz se consigue sencillamente, aumentando la frecuencia.

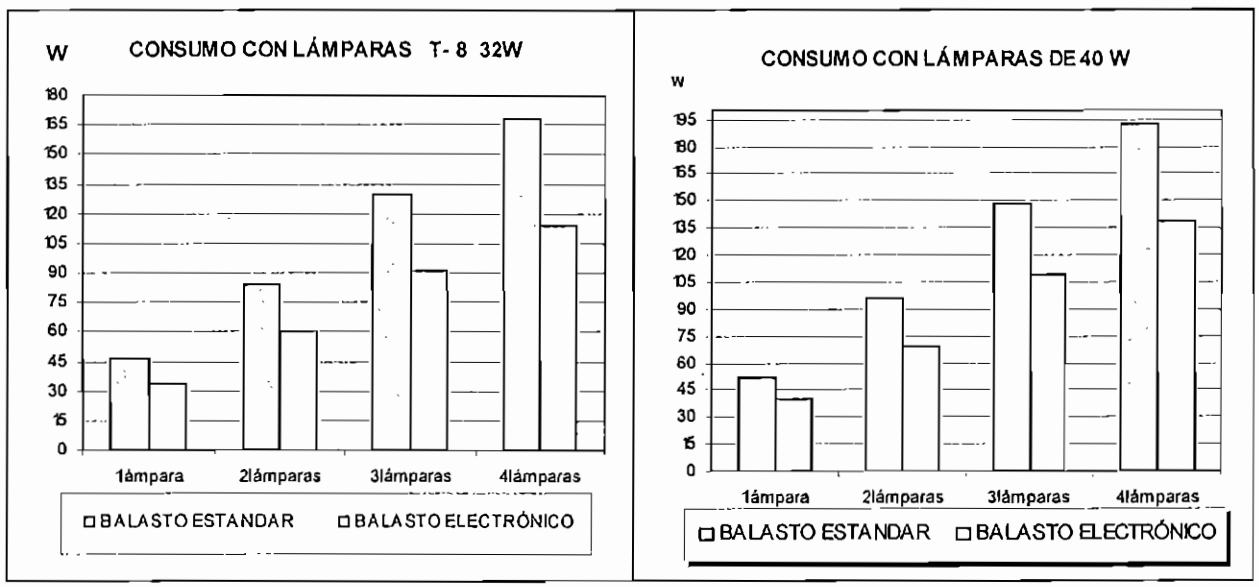
2.4.4.2 Consumo de lámparas con Balasto Estándar vs. Balasto Electrónico

TABLA 2.10 [6] Luminarias de 4 pies (1.20 m)

Tipo de luminaria	Balasto Estándar		Balasto Electrónico	
	T-12 40W	T-8 32W	T-12 40W	T-8 32W
1 lámpara	52w	46w	40w	34w
2 lámparas	96w	84w	69w	60w
3 lámparas	148w	130w	109w	91w
4 lámparas	192w	168w	138w	114w

El consumo de lámparas fluorescentes con balasto estándar y balasto electrónico se detalla en el ANEXO 3.

GRÁFICO 2.4 Consumo de lámparas



[6] El EPRI (Instituto de Investigación de Energía Eléctrica)

2.4.5 CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA EL DISEÑO.

Para efectuar el diseño de un sistema de iluminación se sugiere la metodología que se explica a continuación:

1. Debe realizarse un estudio de los diferentes factores que influyen en el diseño, como son:
    - El tipo de trabajo que se realiza
    - El horario de trabajo
    - Posición del puesto de trabajo en el edificio
    - Contribución de la iluminación externa
    - Presupuesto de iluminación.

Un sistema de iluminación se considerara bueno si crea un ambiente luminoso que alcance el equilibrio correcto entre las necesidades de comportamiento visual por un lado y la satisfacción visual por otro. Cuando buscamos una solución práctica a un problema de iluminación debemos comenzar por considerar las necesidades básicas del personal que trabaja o descansa, en un determinado espacio físico.

Luego de analizar estos factores se procede al diseño mismo. La primera decisión es la mas importante entre muchas que se toma en cuenta para el diseño.

2. Debe tomarse en cuenta los factores más importantes considerados por los usuarios y que influirán en el diseño de iluminación:

    - Función del espacio
    - Dimensiones y detalles del espacio
    - Mobiliario y disposición
    - Estilo (estética)
    - Decoración
    - Color

2.4.5.1 Niveles de iluminancia y uniformidad recomendables

Existen métodos que permiten fijar valores de iluminancia de mayor validez. Uno de los más recientes consiste en estudiar las tareas que se van a efectuar en los distintos puestos de trabajo y medir en ellos el contraste equivalente de la tarea.

Para fijar la banda de iluminaciones se utilizará el siguiente cuadro de iluminancias recomendadas para Interiores.

TABLA 2.11 Iluminancias recomendadas para interiores (I.E.C., 1975)[9]

Intervalo	Iluminancia recomendada (lx)	Clase de actividad
A.- Iluminación general en zonas pocos frecuentadas o que tienen necesidades visuales sencillas	20 30 50 75 100 150 200	Zonas públicas con alrededores oscuros. Únicamente como simple orientación en vistas de corta duración. Lugares no destinados para trabajo continuo.
B.- Iluminación general para trabajo en interiores	300 500 750 1000 1500 2000 3000	Tareas con necesidad visual limitadas (maquinarias pesadas, salas de conferencias). Tareas con necesidad visual normal (maquinarias media, oficinas). Tareas con necesidad visual especial (grabado, inspección textil). Tareas prolongadas que requieren precisión (electrónica, relojería).
C.- Iluminación adicional en tareas visuales exactas	5000 7500 10000 15000 20000	Tareas visuales excepcionalmente exactas (montaje microelectrónico). Tareas visuales muy especiales (operaciones quirúrgicas).

[9] PAE / Manual de Uso Racional de Energía

Iluminancias recomendadas para interiores (NOM-025-STPS-1999)[6]

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	Niveles mínimos de iluminación (lux)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750

[6] PAE / Manual de Uso Racional de Energía

TABLA 2.12 Niveles de Iluminación recomendados para el Proyecto

	ASIGNACION	AREA GENERAL Lux		AREA TRABAJO Lux	RELACION DE UNIFORMIDAD Emin/Eprom
OFICINAS PRIVADAS	Gerencia	200	400	350	>0,6
OFICINAS EJECUTIVAS	Altos ejecutivos	200	300	250	>0,8
OFICINAS ABIERTAS	Computación	200	300	250	>0,8
OFICINAS ABIERTAS	General	200	300	300	>0,6
CORREDORES Y PASILLOS	Áreas para transitar	100	200	150	>0,6
RECEPCION	Secretaria	200	500	300	>0,6
SALA DE CONFERENCIAS	Sala	200	500	300	>0,8

2.4.5.2 Cálculo del número de lámparas a instalarse

Se requieren los siguientes datos:

- ✓ El área a iluminar (largo, ancho y altura).
- ✓ La actividad que se va a desarrollar.
- ✓ El nivel de Iluminación requerido (TABLA 2.11)
- ✓ El tipo de luminaria que se va a emplear (Características técnicas).

Índice del local (K)

El índice del local (k) que es una función de sus dimensiones se calcula con la siguiente ecuación:

$$k = \frac{l \times a}{h\,(l+a)}$$

Donde:

l = largo

a = ancho

h = altura de montaje

Determinación de la reflectancia

La reflectancia de las paredes y del techo de acuerdo a sus colores se determina con las siguientes tablas. (TABLA 2.13; TABLA 2.14)

TABLA 2.13 Factores de reflexión y transmisión[p]

Color	Claro	Medio	Oscuro
Amarillo	0,70	0,50	0,30
Beige	0,65	0,45	0,25
Marrón	0,50	0,25	0,08
Rojo	0,35	0,20	0,10
Verde	0,60	0,30	0,12
Azul	0,50	0,20	0,05
Gris	0,60	0,35	0,20
Blanco	0,80	0,70	
Blanco esmalte	0.85	0.75	
Negro		0,04	

Esta tabla se utilizara mas adelante para calcular el numero de lámparas que proporcionarán el nivel de iluminación adecuado para cada área.

TABLA 2.14 Factores de transmisión[p]

Cristal claro	0.90-0.93
Cristal mate	0.55-0.65
Cristal de prisma	0.65-0.75
Cristal opalino	0.59-0.84
Vidrio lechoso	0.10-0.38
Cristal con capa opalina	0.35-0.65
Seda blanca	0.60-0.70
Seda de color	0.15-0.55
Pantalla de seda con forro blanca	0.05-0.35
Papel apergaminado	0.40-0.45

Coeficiente de utilización (CU):

Para determinar este factor se utiliza la hoja del reflector que proporciona el fabricante.

[p] Ahorro de Energía en Sistemas Eléctricos - ICAITI

Factor de mantenimiento (FM)

Este factor se refiere al mantenimiento que se le dará a la luminaria con respecto a su duración. En el se pondera el funcionamiento del balasto, el voltaje aplicado, el cambio de reflectancia, la depreciación lumínica de la lámpara, la suciedad del ambiente, etc.

Número de lámparas que hay que instalar

Se obtiene al aplicar la siguiente ecuación:

$$\textbf{N° de lámparas} = \frac{E.A.}{CU.F_M.\Phi_{lamp}}$$

Donde:

E	= Iluminación o nivel de iluminación
A	= Área del local
CU	= Coeficiente de utilización
F_M	= Factor de mantenimiento
Φ_{lamp}	= Flujo luminoso de la lámpara

Disposición de las lámparas en el área dada

Se consideran las siguientes condiciones:

a) Las lámparas laterales no deben distar del límite del ambiente no más de 2/3 de la distancia entre lámparas en un mismo sentido, y

b) La distancia entre dos lámparas vecinas no sea mayor que 1/3 de altura de montaje.

Con estas condiciones se puede colocar las luminarias.

2.5. SISTEMAS DE CONTROL DE ILUMINACIÓN

En esta sección se establece la base teórica necesaria para obtener un uso adecuado de la iluminación acorde a las necesidades. De esta manera se consigue que ciertas áreas no se iluminen innecesariamente, en exceso, o se apaguen cuando nadie este presente.

2.5.1 CATEGORÍAS DEL CONTROL DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de control de iluminación se dividen en tres categorías amplias:

- Control manual de iluminación
- Control computarizado de iluminación (inteligente).
- Control automático de iluminación (no inteligente),

2.5.1.1 Control manual de iluminación

Se puede diseñar de manera tal que permita a los usuarios escoger el nivel de iluminación local de acuerdo con sus necesidades individuales. En un área pequeña iluminada (ejemplo u na oficina privada) s e p ueden utilizar controles de iluminación ubicados en la pared, mientras que en un interior grande con lugares de trabajo individuales (ejemplo un área de oficina de planta libre) serán más convenientes las unidades personales de control remoto manual.

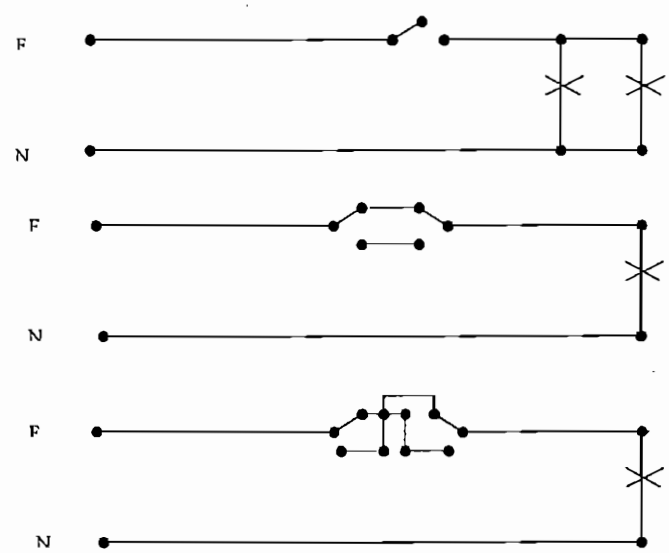
Una de las mayores desventajas de los métodos manuales es que sí bien los usuarios pueden darse cuenta de que la luz natural es insuficiente y prender las luces, no hay nada que les indique que deben apagarlas si la luz natural es adecuada.

Interruptores y conmutadores.

Los esquemas de conexiones más usuales en el interior de los edificios para el mando de lámparas de alumbrado se indican en la GRÁFICO 2.5

- ✓ El uso de conmutadores (interruptor de los circuitos) permite el encendido y apagado desde dos puntos distintos.
- ✓ El conmutador de cruzamiento (conmutador de cuatro bornes de conexión dos a dos), conectado entre los otros dos conmutadores, permite el encendido y apagado desde tres o más puntos distintos.

GRÁFICO 2.5 Esquemas de conexiones más usuales



Potenciómetro

Que regula el flujo luminoso de la lámpara variando la intensidad, mediante la inserción de una resistencia en el circuito.

Telemando

Mando a distancia, generalmente por rayos infrarrojos. Necesitan emisores de infrarrojos, detectores y dispositivos de control.

2.5.1.2 Control computarizado de iluminación

El control computarizado de iluminación puede coordinar un grupo de subsistemas y así aumentar la eficiencia y la flexibilidad total del sistema.

Este sistema a la vez puede formar parte de un sistema mucho más grande que controla otros servicios del edificio tales como: ascensores o aire acondicionado en el sistema de funcionamiento integrado, computarizado.

Una computadora central o mini central de control (MCU) está programada para encender la luz del edificio de acuerdo con un horario preestablecido.

El sistema con control computarizado, reacciona a comandos de encendido que provienen de sensores (luz natural u otros) y a unidades de control remoto infrarrojas colocadas en distintas partes del edificio. Dicho sistema no sólo que es muy eficaz en la administración de energía de la iluminación si no también extremadamente flexible. Por ejemplo, si se cambia la distribución de las estaciones de trabajo (posiblemente al agregar paredes divisorias), el sistema de control de iluminación se puede reprogramar con rapidez y facilidad.

2.5.1.3 Control automático de iluminación

Los sistemas de control automático de iluminación con control de **relojes de tiempo** o **fotocélulas**, o con ambos, se pueden emplear para encender o regular grupos determinados de lámparas.

Otra alternativa posible es captar la presencia de las personas a través de **detectores de presencia** que reaccionen al movimiento.

En la TABLA 2.15 se presentan las posibilidades de una iluminación racional por medio de control y regulación. En la parte derecha de la tabla se presenta las posibilidades técnicas de eficiencia en iluminación, registrándose los efectos en el consumo de energía.

TABLA 2.15. Posibilidades de control y regulación[p]

Tipo de Control o Regulación	Reducción del Consumo de Energía Eléctrica a Través de...	Consumo de Energía Eléctrica [kWh/m³a]	Ahorro [%]
Iluminación permanente (caso de referencia)	-------	25	0 %
Relojes interruptores de tiempo	Encendido y apagado de las lámparas en horarios definidos		
Encendido manual por zonas (Conexión de un número de lámparas en grupos individuales de lámparas)	Reducción del número de lámparas en servicio	19	25 %
Regulación manual del dimmer*	Adaptación (reducción) de la intensidad luminosa de las lámparas según demanda		
Regulación manual del dimmer por zonas	Adaptación por zonas de la intensidad luminosa de las lámparas según demanda		
Sensor de luz ambiental y dimmer*	Reducción automática de la intensidad luminosa de todas las lámparas. La intensidad total de la iluminación se mantiene constante.	14	45 %
Sensor de detección de movimientos y de apagado**	Apagado del sistema de iluminación en ausencia de personas		
Sensor de luz ambiental y dimmer* con sensor de movimientos y con apagado automático**	Control constante y automático de la intensidad de la iluminación con apagado del sistema de iluminación en ausencia de personas	11	55 %
Sensor de luz ambiental y dimmer con sensor detector de movimientos y de desconexión con conexión manual del dimmer por zonas	Control constante y automático de la intensidad total de la iluminación con apagado del sistema de iluminación en ausencia de personas y con adaptación individual a la demanda luminaria	8	60 %

* Los conceptos de dimmer solo funcionan en lámparas de neón cuando se emplean balastos electrónicos.

** Con retraso en el tiempo para evitar constantes conexiones y desconexiones.

[p] PAE / Manual de Uso Racional de Energía

2.5.2 CONTROL DE ENCENDIDO DE LUMINARIAS

Existen dos formas de controlar los niveles de iluminación por encendido de la luminaria:

2.5.2.1 Control de encendido de una luminaria.

Es el control del encendido de las diferentes lámparas que conforman una luminaria, éste método no puede ser aplicado en nuestro caso, porque una lámpara apagada daría la apariencia de un agujero negro, que estaría en contra de la estética y además atraería la atención de las personas que normalmente allí trabajan.

2.5.2.2 Control de encendido por grupo de luminarias.

Con este tipo de control de iluminación, se puede reducir la emisión de luz de toda una instalación, apagando una parte por completo (ejemplo luminarias adyacentes a ventanas), o dejar determinadas luminarias encendidas para proporcionar una iluminación localizada. Este control necesita lógicamente una extensión del cableado de la alimentación.

2.5.3 CONTROL CON TEMPORIZADORES

Este circuito utiliza un relé temporizado; cuando se acciona un pulsador el contacto del relé cierra y se encienden las lámparas. Al cabo de un tiempo programado el contacto del relé se abre apagando las lámparas. La temporización puede ser para un valor fijo o según la hora mediante un relé programable.

Una variante de este circuito es utilizando en lugar del relé temporizado un **Teleruptor** (relé biestable), que cierra o abre su contacto por el accionamiento de los pulsadores. Si está abierto al pulsar se cierra, y si está cerrado al pulsar se abre.

El reloj de tiempo

Se puede emplear para eliminar las pérdidas que resulta de las luces que quedan encendidas cuando nadie esta en el interior.

2.5.4 CONTROL CON FOTOCÉLULAS

En edificios con áreas de trabajo cercanas a las ventanas se puede integrar la luz ambiental en el concepto de iluminación. La regulación debe adaptarse, ya que el factor lux de la luz ambiental varía constantemente. En estos casos, son apropiados: el control con fotocélulas, los sensores de luz ambiental o los dimmers manuales.

Las ***fotocélulas*** pueden monitorear los niveles de luz natural y apagar (o graduar) aquellas luminarias adyacentes a las ventanas cuando los niveles de luz natural son altos.

Los sistemas de control automáticos están generalmente equipados con un sistema manual de funcionamiento extra para circunstancias inusuales (trabajo fuera de horario) o para actividades planificadas (limpieza de rutina).

2.5.4.1 Integración de luz natural y luz artificial como medio de ahorro de energía.

Las razones que justifican el uso de la luz natural como fuente de luz en un edificio son:

- Calidad de la luz
- Vista hacia el exterior como necesidad psicológica,
- Importancia de la luz natural como elemento de diseño por su influencia en el ambiente y entorno,
- Ahorro de energía, siempre que haya una cantidad suficiente, permite reducir el nivel de la luz eléctrica lo que produce un ahorro de energía.

La calidad de la luz natural, según lo indica su temperatura de color correlativa y su índice de reproducción de calor, depende de la posición del sol y de las condiciones atmosféricas la primera puede variar entre 4000°K (sol directo) – 100000°K (ciclo azul) despejando.

2.5.4.2 Porcentaje de la luz natural

La cantidad de la luz natural que entra a un edificio está determinada en parte por la potencia de la luz natural en un determinado momento en el tiempo, pero también por el tamaño y la posición de las ventanas y por la presencia de obstrucciones (dentro o fuera) en el flujo de la luz natural.

Encendido y graduación.

La clave para el diseño de un sistema de luz integrado consiste en la estrategia de control de la iluminación, a pesar de que puede haber momentos en que los niveles de luz natural también necesitan ser reducidos. Se puede tener un ahorro de energía sustancial, encendiendo o graduando automáticamente la instalación de luz de acuerdo con la cantidad de luz natural disponible.

El encendido se puede realizar a través de simples controles de **fotocélulas**, mientras que para la regulación se necesitan unidades electrónicas mas refinadas. Pero cualquiera que sea el sistema que se adopte, el nivel de iluminación no se debe reducir a menos que la iluminancia total en cualquier estación de trabajo exceda la iluminación de diseño en un factor determinado.

Además, siempre se deben proporcionar a los ocupantes los medios para modificar el funcionamiento del control automático según las necesidades del momento.

El encendido automático es la solución técnica más simple y a la vez la más costosa, esta se debe realizar por etapas para evitar cambios excesivamente grandes en la iluminancia, que inevitablemente resultarán molestos.

Integrar la iluminación artificial con la luz natural, con la mínima molestia y máximo beneficio consiste en utilizar sofisticados sistemas computarizados de administración de iluminación, estos se instalan por lo general en grandes edificios complejos, donde se logra la máxima eficiencia del sistema.

2.5.4.3 Reducción de los niveles de luz natural.

En algunas circunstancias es necesaria la reducción del nivel de luz. por ejemplo cuando deben tomarse medidas que hacen la conservación o la restricción de deslumbramiento. Las persianas o celosías de luz natural empleadas con este propósito en general se operan manualmente, (actualmente operan automáticamente).

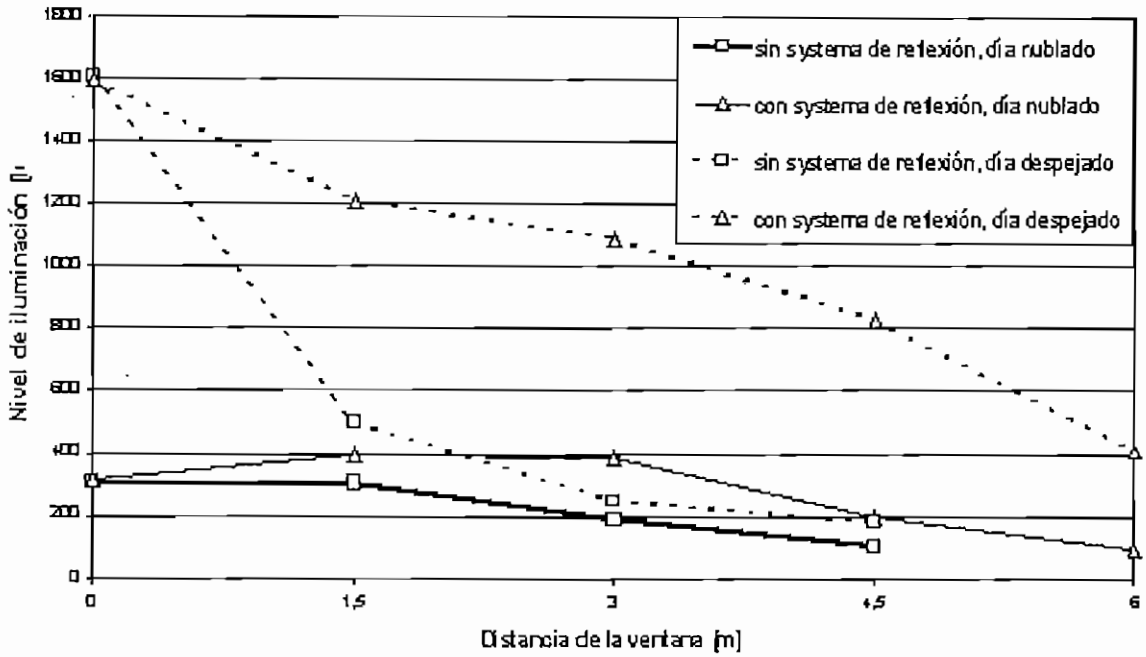
El uso de cortinas o persianas durante la noche, puede contribuir a lograr una mejor distribución de iluminancia eliminando el efecto de espejo negro que puede hacer que aparezcan imágenes de luminarias con brillo en el campo de visión.

Además de adaptar la regulación, es necesario lograr una distribución equitativa de la luz ambiental en el espacio respectivo. El GRÁFICO 2.6 muestra la distribución de la intensidad de la iluminación en un ambiente con día despejado y nublado, con y sin sistemas de reflexión.

Claramente se observa que los sistemas de reflexión de la luz ambiental son muy efectivos especialmente en días despejados con fuerte radiación solar, ya que pueden dirigir la luz a gran distancia dentro del edificio.

En el ejemplo se observa que a una distancia de 6 m desde la ventana todavía se presenta una intensidad de iluminación de 400 Lux. En los días nublados y con luz difusa e indirecta, el efecto es menor debiendo emplearse iluminación artificial.

GRÁFICO 2.6: Efectos de Sistemas de Reflexión en el Uso de la Luz ambiental [9]



2.6 CONTROL ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

2.6.1 CONTROL CON SENSORES DE PRESENCIA

Una manera simple de reducir el consumo de energía es apagar las luces en los espacios desocupados. La manera más eficaz de supervisar la iluminación en estos espacios es instalar sensores de presencia que apaguen automáticamente las luces encendidas.

Sensores de presencia

Son dispositivos electrónicos que monitorean la presencia de las personas en un entorno. Están compuestos de un sensor detector de movimiento y un elemento de potencia, formando un conjunto compacto, para ser empleados sin problemas. Estos sensores cambian el estado de sus contactos cuando son sometidos a movimiento o vibración. Reaccionan entregando una señal de on/off a off/on o viceversa.

[9] PAE / Manual de Uso Racional de Energía / Capitulo 2

2.6.1.1 Ventajas de utilizar sensores de presencia

Los sensores de movimiento supervisan presencia humana, volviéndose luces en el momento que alguien entra en un área y se apagan automáticamente después de que ellos salen.

Las ventajas más importantes para el uso de los sensores de presencia son:

Simplicidad.- Operan con tecnología sofisticada, pero son muy fáciles de instalar y usar. Hay modelos disponibles en el mercado que se adaptan fácilmente a las paredes o a las superficies del techo.

Versatilidad.-Seleccionando el dispositivo apropiado entre el infrarrojo y el ultrasónico se determina el esquema eficaz en cada área

En espacios comunes se puede usar de varias formas; encendido individual, o con un circuito. Este arreglo flexible permite al personal del Banco caminar libremente por los tramos del pasillo, sin que se encienda toda la iluminación.

Ahorro.- Se pueden considerar que ahorran el consumo de energía eléctrica hasta un 30% del costo de iluminación. Y es considerada de 40-50% de la energía media facturada.

TABLA 2.16 Ahorro económico con sensores de presencia [p]

Tipo de espacio	Ahorro Económico Con sensores de presencia
Oficinas privadas	25-30 %
Salas de conferencia	35%
Baños	40%
Almacenes	60%
Pasillos	70%
Cuartos del almacenamiento pequeños	70%

[p] El EPRI (Instituto de Investigación de Energía Eléctrica), ha determinado el ahorro económico aproximado para los diferentes espacios del edificio

2.6.1.2 Tipos de sensores de presencia.

- Pasivos Infrarrojos (PIR)
- Ultrasónicos
- Microonda
- Sonido

Sensores de presencia infrarrojo.

Los Sensores de Presencia Infrarrojos son Pasivos y están diseñados para detectar el movimiento de un cuerpo que emite calor. Todas las personas emiten radiación infra-roja en forma de calor de sus manos, brazos y cabeza. El Sensor se coloca de tal manera que pueda monitorear el movimiento dentro de un espacio en forma de cono o de cuna, con una altura y ancho específicos, a lo que se le conoce como CAMPO DE VISIÓN.

Sensores de presencia ultrasónicos.

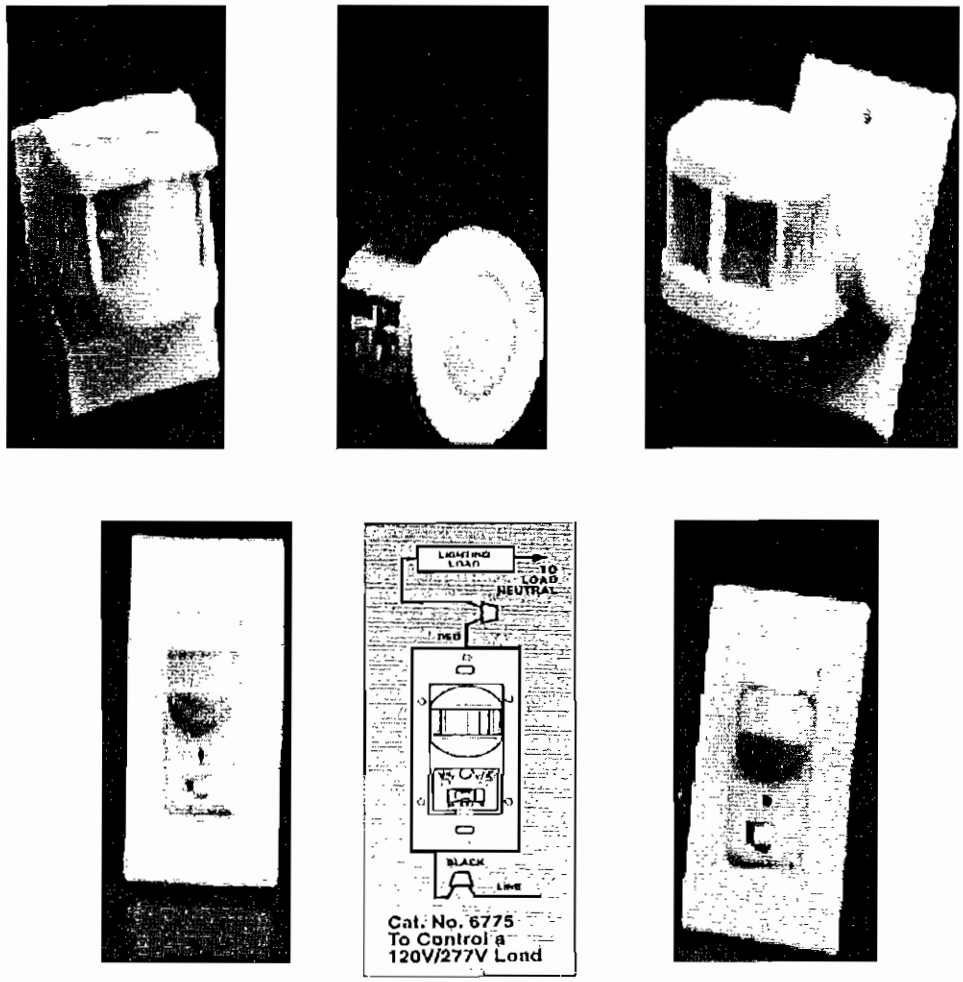
Los Sensores de Presencia Ultrasónicos generan ondas sonoras de alta frecuencia en un rango de 25 Khz. a 40 Khz. son activos, y continuamente emiten estas ondas sonoras, bombardeando todo lo que se encuentre dentro de su rango. Los sensores monitorean los cambios en el tiempo de retorno de las ondas sonoras reflejadas.

2.6.1.3 Características principales

Estos dispositivos electrónicos que en el momento en que alguien entra en el entorno **ENCIENDEN** las luces o las **APAGAN** automáticamente poco después de que la persona haya salido de dicha entorno, muestran que es una vía simple para reducir los costos de Iluminación. (GRÁFICO 2.7).

- Reducen la contaminación de las Empresas Eléctricas Distribuidoras.
- Reduce la energía de iluminación empleada.
- Se reduce en conjunto el consumo y los cargos por picos de demanda.
- Aumentan la seguridad en el lugar de trabajo.
- Brindan comodidad al usuario.
- Reduce el costo de mantenimiento en las luminarias.

GRÁFICO 2.7 Sensores de presencia



2.6.1.4 Características técnicas

Los principales datos técnicos de un sensor son:

- Rangos eléctricos: Voltaje, Corriente, Potencia
- Tipos de cargas con las que van a operan: incandescente, fluorescente, bajo voltaje, motor, etc.
- Campo de Visión: 270°, 200°, 180°, 150°, 110°
- Tipo de Montaje (para sustituir un interruptor de pared, para un pasillo, para el techo, etc).
- Tipo de aplicación: interior o exterior.

ANEXO 4 (Características técnicas de los sensores)

2.6.1.5 Criterios para la selección, aplicación, e instalación de sensores de presencia.

Los sensores de presencia son dispositivos muy sensibles, que requieren de una aplicación apropiada para ser totalmente eficaces.

A continuación se presentan los requerimientos para: seleccionar, aplicar, e instalar correctamente.

1. Realizar un estudio previo para determinar las posibilidades de ahorro por consumo de energía.
2. Determinar los sensores más convenientes para la aplicación en: paredes (tipo interruptor), montadas en el techo, o al aire libre.
3. Seleccionar el sensor de mejor tecnología y verificar si requiere de una unidad de control.
4. Verificar si los accesorios están disponibles para utilizar apropiadamente en una instalación y cumplir con las normas aplicadas en el edificio.
5. Determinar el campo de vista ajustable, para que la visión del sensor pueda restringirse si es necesario (por ejemplo, para impedir que el sensor "vea " fuera del área supervisada).
6. Notar que el sensor de pared tipo interruptor es bastante fácil para montar en una caja normal en la pared.
7. Cuando el sensor esta montado en la pared, en el que la vista es verticalmente ajustable, verificar si se puede colocar cerca del techo.
8. Verificar si el mecanismo de ENCENDIDO - APAGADO del sensor es manual.
9. De los accesorios disponibles, verificar si el costo vigente del sensor es rentable para circuitos múltiples o circuitos de voltaje variable.
10. El fabricante debe ayudar con la: colocación, ajuste, y herramientas de aplicación que garantice la fiabilidad del sensor
11. Determinar el tiempo más adecuado para que actúe en algún lugar especial.

ANÁLISIS

En este capítulo se describen: los conceptos teóricos fundamentales, los métodos para determinar la iluminación natural y los elementos requeridos para un sistema de control de iluminación.

Esta base teórica es un soporte fundamental que se aplica en el diseño de toda clase de proyectos de uso eficiente de energía en edificios públicos, los mismos que requieren un sistema de control de iluminación con niveles adecuados, aprovechando la luz directa o indirecta del sol o luz artificial.

CAPÍTULO III

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE ILUMINACIÓN EN EL EX - EDIFICIO CASA MATRIZ DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se consignan los datos relativos al suministro y consumo eléctrico de las diferentes áreas del edificio, con el propósito de evaluar la posibilidad de ahorro energético y la cuantificación de la misma, así como para determinar la conveniencia económica de implantar acciones tendientes a un uso racional de la energía.

3.2 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA DE ILUMINACIÓN [1]

Se procede a realizar una auditoria energética de iluminación tomando en consideración los siguientes aspectos:

1. Identificación de las áreas principales.
2. Identificación de las fuentes de energía.
3. Determinación de la capacidad total instalada.
4. Determinación de la capacidad instalada en iluminación.
5. Medición del nivel de iluminación y determinación de las horas uso.
6. Información histórica de las facturas de los suministradores de energía.
7. Identificación de las medidas apropiadas para el ahorro de energía en iluminación.
8. Evaluación de los ahorros de energía en términos de costos

[1] PAE (Proyecto de Ahorro de Energía)

3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS PRINCIPALES.

Ubicación del edificio

El Ex - Edificio "Casa Matriz del Banco Central del Ecuador" esta ubicado en el Cantón QUITO, Parroquia SAN ROQUE entre las calles Av. 10 de Agosto y Briceño.

El edificio dispone de Nueve Pisos y esta construido en un área de 65 metros de largo por 25 metros de ancho, además tiene un parqueadero de tres plantas ubicado en la parte posterior.

Considerando que cada edificio público es diferente en términos de tamaño, servicios que provee y las funciones especializadas que ofrece, encontramos departamentos destinados a una labor especifica en cada piso, cuya actividad principal es de tipo bancario. Estos factores, junto con los diseños arquitectónicos y estructurales, inciden en el diseño del sistema eficiente de Iluminación.

TABLA 3.1 Identificación de las áreas principales por pisos.

IDENTIFICACIÓN DE LAS AREAS PRINCIPALES		
Piso	**Departamentos**	**Área en los Departamento**
9	Dirección Administrativa	Sala, Conserje, Archivo, Cafetería, Sala Reunión, Secretaría
	Remuneraciones	Sala, 3 Oficinas
	Prestamos Hipotecarios	Sala, 4 Oficinas
	Consultoría R.H.	5 Áreas, 1 Cafetería
	Sistemas de Información	6 Áreas, 1 Archivo
	Subprocesos de Proyectos	3 Áreas
	Proyectos	1 Oficina, 1 Cafetería
	Servicio Social	1 Oficina
	Fondo de pensiones	1 Oficina
	Direcc. de Recursos Humanos	3 Oficinas, 1 Copiadora, 1 Sala de Reunión
8	Acceso Común	Área ascensor frontal y posterior, Corredor largo
	Direc. Servicios Financieros	Área Restringida, Archivo, Sala reunión, Cafetería
	Direc. Riesgos Financieros	4 Oficinas, 1 Archivo, 1 Sala de reunión
	Direc. Servicios Financieros	4 Oficinas, 1 Secretaría, 1 Copiadora
	Direc. General Bancaria	3 Oficinas, Secretaria, Cafeteria, Sala de reunión
	Direc. Desarrollo Organizacional	3 Oficinas, Jardín, Secretaria, Sala de Reunión
	sub.-Gerente General	1 Oficina, Secretaria, Cafetería

IDENTIFICACION DE LAS AREAS PRINCIPALES		
Piso	**Departamentos**	**Área en los Departamento**
7	Acceso Común	Área ascensor frontal y posterior, Corredor largo
	Direc.Recu.Finan.y Adm. Activos	5 Oficinas, 2 Archivos, Copiadora
	Recup. Financ. Y Juz. Coactivas	2 Oficinas, Secretaria, Sala
	Asesoría legal	17 Oficinas, Sala de Reunión, Sala, Archivo, cafetería, Pasillo
	Dirección de Inversiones	8 Oficinas, Archivo, secretaria
	Telefonía	1 oficina, Operadores, Central telefónica, bodega
6	Acceso Común	Área ascensor frontal y posterior, Corredor largo
	Centro de Documentación DGE	Secretaría, Copiadora, Conserje
	Direc. General de Estudios	2 Oficinas, Cafetería, Secretaria, Copiadora, Sala de Reunión
	Pasaje 1, 2,3,4	24 Oficinas
	Of - Posterior-Pasaje4	3 oficinas, Sala, Secretaria, Archivo
	Direc.InvestigacionesEconómicas	12 Oficinas, Sala, Secretaría
5	Acceso Común	Área ascensor frontal y posterior, Corredor largo
	Of-Entrada Ascensor Frontal	4 Oficinas
	Indicadores Monetarios	9 Oficinas, 2 Archivos, sala reunión, Secretaria
	Estadísticas Económicas	Recepción, Sala de Reunión, Cafetería
	Pasaje 1, 2,3	36 Oficinas
	Of-Continua-Pasaje3	7 Oficinas
	Direcc. Imagen Corporativa	5 Oficinas, 2 Archivos, Producción Audiovisual, Secretaria
4	Acceso Común	Área ascensor frontal y posterior, Corredor largo
	Acceso Común	Área ascensor posterior
	Recepción	Secretaría, sala, conserje
	Dirección Informática	2 Oficinas, Secretaría, Cafetería, Bodega
	Redes y Comunicaciones	6 Oficinas, Sala
	Servicios Informáticos	4 Oficinas
	Seguridades	10 Oficinas, Sala
	Ingeniería Software	6 Oficinas, Sala de Reunión, Cafetería
	Director	Oficina principal, Sala Reunión
	Centro Seguridad	Oficina principal, Baño
3	Acceso Común	Área ascensor frontal y posterior, Corredor largo
	Serv. Financieros "Custodia"	3 Oficinas
	Direc.Genl.Servicios Corporativos	Of-Director, secretaria, Baño
	Fondo Monetario Internacional	2 Oficina, Secretaria, Sala Reunión, Copiadora, Cafetería, Baño
	Dirección Auditoria General	14 Oficinas, 2 Archivos, Sala Reunión, Secretaría
	Dirección Financiera	19 Oficinas, Secretaria, Baño, Bodega, Archivo

IDENTIFICACION DE LAS AREAS PRINCIPALES		
Piso	**Departamentos**	**Área en los Departamento**
MZ	Adm. Cuentas Sist. Financiero	8 Oficinas, Holl-Entrada, secretaria, Bodega, 2 archivos
	Acceso Común	Ascensor posterior, Gradas, Pasillo dirección de deuda
	Direc.Serv.Bancarios Nacionales	2 Oficinas, Secretaría, Cafetería
	Direc. Operacns Internacionales	Oficina Subdirector, Secretaría, Baño
	Comercio Exterior -Cartas de crédito	7 Oficinas, 3 Archivos, Copiadora
	Direc.Deuda	3 oficinas, Secretaría, Cafetería, 2 Archivos
	Zona Común	Sala Espera
	Sector Público	3 Oficinas, secretaria, 2 Archivos
PB	Área Exterior	Contorno del edificio
	Acceso Común	Recepción Información, Entrada biblioteca, Hall
	Archivo y correspondencia	Oficina, Archivo, Baño
	Guardia	Baño
	Zona Común	Sala Espera
	Adm. Documentaria	Oficina principal
	Biblioteca	Sala Consulta, Información, Sala, Paneles libros
		Sala Lectura, Información electrónica
	Coord.Informaciones Económicas	3 Oficinas, secretaria, Sala Reunión
	Bodega	Pasillo, baño, 2 archivos
	Distribución de Publicaciones	Oficina Principal, Secretaría, bodega, baño
	Bóveda	Ventanilla Cambio de monedas, Ventanilla Cambio billetes
		bodega, cafetería
PR	Nivel 1	
	Nivel 2	
	Nivel 3	
CM	Cuarto de Máquinas	
	Bodega	
	Cuarto Tanques de Agua	
	Cuarto Bombas	
	Cuarto Tanque Diesel	
	Acceso a Generadores	
	Cuarto de Generadores	

PR Parqueadero
MZ Mezanine
PB Planta Baja
CM Cuarto de Máquinas

3.2.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA.

3.2.2.1. Primera fuente de energía

Es la que suministra la Empresa Eléctrica Quito (EEQ.SA.). Cuyo servicio eléctrico debe cumplir con los estándares mínimos de calidad que garanticen a los usuarios un suministro eléctrico continuo, adecuado, confiable y oportuno.

Tipo de instalación EEQ.SA. [2]

El edificio se encuentra ubicado en el área central - comercial de Quito y es una área localizada que presenta condiciones especiales por densidad de carga y aspectos urbanísticos, razón por la cual la acometida es subterránea trifásica a 6.3 kV entre fases con una cámara de transformación.

Datos técnicos del transformador

El transformador tiene una capacidad de 750 kVA
Relación: 6300V / 208 – 120 V delta-estrella, neutro secundario independiente.

1.- Interruptor

Power-Zone

LOAD INTERRUPTER SWITCH

MODEL NUMBER		040-54-MS
VOLTAJE :	NOMINAL	7.2 kV
	MAX.DES.	8.25 kV
	B.I.L.	75 Kv
	FRECUENCY	60 CY

SHORT CIRCUIT RATING

M.V.A.	(SYM)	545
AMPS	(A SYM)	80 000
	AT	6.3 kV

CURRENT RATING

SWITCH :	CONTINUOUS	600 A
	LOAD INTER	600 A
FUSE SUPLIED		EJO-1-100E

B – 397017 DT – 5827

[2] EEQ/ Normas de Diseño / Parte A

SQUARE D COMPANY

2.- Transformador

Power- Zone
TRANSFORMER

KVA 750 CONT
PRI. VOLTS 6300 Δ
SEC.VOLTS 208Y/120
INSTR.300K SH 4310
IMPULSE LEVEL FULL WANE
TEST PRI. VOLTS 35 kV BIL
APPROXIMATE WEIGHTS IN LBS
CORE AND COIL 3670
ENCLOSURE
TOTAL WEIGHT

CAUTION: DE ENERGIZE
TRANSFORMER BIFORE CHANGINE
TAPS

CLASS AA 150° C RISE
TFIREE PHASE 60 CYCLES
SERIAL N° 32971
IMPEDANCE AT 170°C
5° % AA RATING
% AFA RATING

TAP	CONNECTS			VOLTS	AMPS
A	4	TO	5	6615	65.46
B	3	TO	5	6458	67.05
C	3	TO	6	6330	68.73
D	2	TO	6	6143	70.49
E	2	TO	7	5985	72.35

La Cámara de Transformación esta instalada en el subsuelo con libre acceso para el personal de mantenimiento del Banco. El problema de ventilación es solucionado mediante una rejilla colocada en la parte frontal y lateral izquierda, que satisface por demás con los requerimientos para esta instalación.

De los terminales de bajo voltaje del transformador y pasando a través de cartuchos fusibles, se alimenta a un tablero general de medidores.

5.2.2.2. Segunda fuente de energía

Consta de tres generadores eléctricos, que en condiciones normales abastecen de energía a la totalidad del edificio y en el peor de los casos; es decir, si uno de ellos llegase a fallar los otros dos deben estar en capacidad de abastecer al menos a las cargas de equipos de computación y comunicación por ser consideradas cargas críticas.

Características técnicas de los Generadores (CATERPILLAR)

Capacidad 325 kVA Nivel de Voltaje 208/120, Trifásico
Potencia Activa 260kW fp 0.8

3.2.3. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD TOTAL INSTALADA.

Se determinó la capacidad total instalada por grupos, tanto a nivel global como por sectores, de tal manera que se pueda tener una referencia de la potencia que se está manejando.

Para realizar el inventario de todos los equipos eléctricos instalados en el edificio, se tomó los datos de placa de cada uno de ellos.

El resumen de la potencia por áreas se indica en la TABLA 3.2 y el detalle se puede apreciar en el ANEXO 5.

TABLA 3.2. Resumen de la Capacidad Total Instalada

Resumen total por grupos		
Tipo	**Total (W)**	**Porcentaje**
Computación	251.685	43,93%
Electrodomésticos	49.652	8,67%
Equipos grandes	10.410	1,82%
Equipos especiales	2.385	0,42%
Equipos de oficina	53.218	9,29%
Equipos tv - radio	6.911	1,21%
Iluminación	141.254	24,66%
Secamanos	50.190	8,76%
Limpieza	7.200	1,26%
Total	**572.905**	**100,00%**

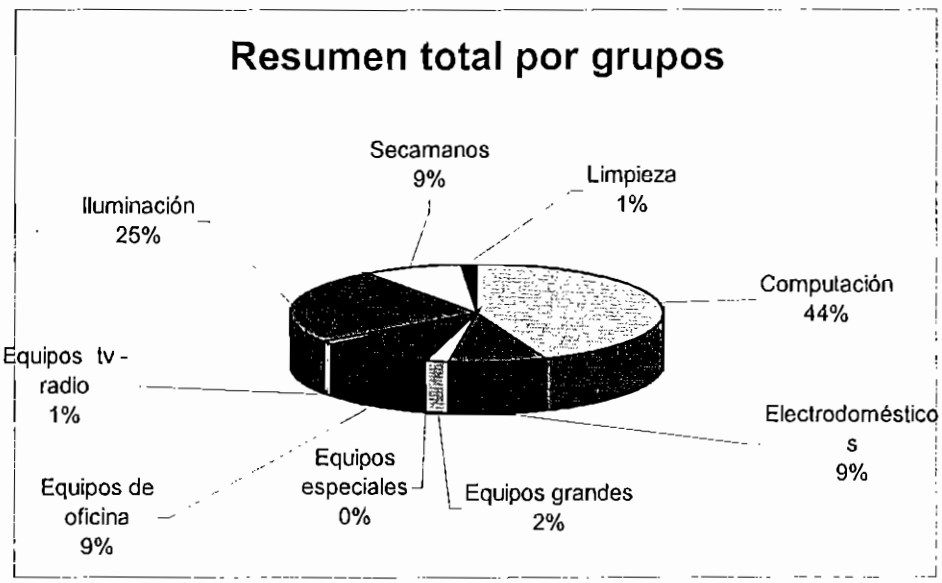
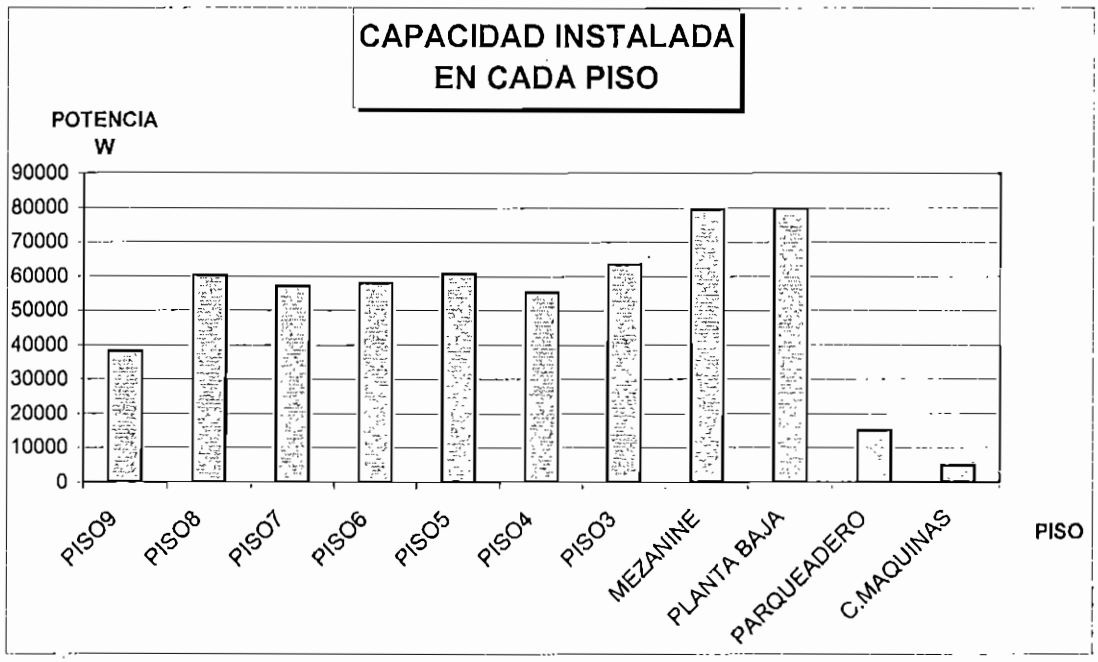


TABLA 3.3. Capacidad total instalada por pisos

PISO	TOTAL(W)
PISO9	38.298
PISO8	60.369
PISO7	57.056
PISO6	58.143
PISO5	60.662
PISO4	55.225
PISO3	63.553
MEZANINE	79.608
PLANTA BAJA	79.847
PARQUEADERO	15.200
C. MÁQUINAS	4.944
TOTAL	**572.905**

GRÁFICO 3.1 Capacidad instalada en cada piso

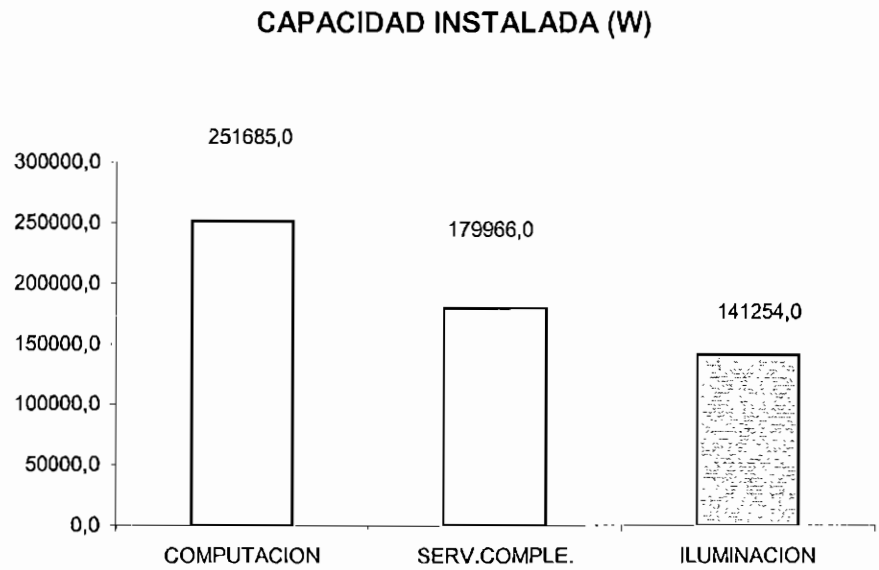


En este gráfico se detalla la potencia total instalada en cada piso tomando en cuenta todos los equipos que consumen energía.

TABLA 3.4 Capacidad total instalada, resumen por grupos

Capacidad Total Instalada		
Grupo	**Total (W)**	**%**
Computación	251.685,00	43,93%
Servicios complementarios.	179.966,00	31,41%
Iluminación	**141.254,00**	**24,66%**
Total	572.905,00	100,00%

GRÁFICO 3.2 Capacidad Instalada en W



En la TABLA 3,4 se puede observar que la capacidad instalada en iluminación es el 24.66 % del total.

Nótese que este porcentaje importante ratifica el hecho de que se lleve adelante el proyecto Sistema eficiente de iluminación en el ex - edificio casa matriz del Banco Central del Ecuador, con el que se logrará:

- Mejorar técnicamente el sistema
- Cumplir mejor los estándares
- Lograr bajar el costo de planillas

TABLA 3.5. Resumen por equipos de alumbrado

EQUIPO	POTENCIA UNITARIA	EQUIPOS	POTENCIA	
	(W)	#	(W)	%
Ahorrador 13W	13	67	871	0,62%
Ahorrador 26W	26	54	1404	0,99%
Dicroicos 60W	60	114	6840	4,84%
Incandescentes 100W	100	9	900	0,64%
Incandescentes 25W	25	1	25	0,02%
Lámparas de sodio 250 W	250	49	12250	8,67%
Reflectores 100 W	100	10	1000	0,71%
Reflectores 150 W	150	2	300	0,21%
Fluorescentes TB 2X32W	32	2682	85824	60,76%
Fluorescentes TM 2X40W	40	712	28480	20,16%
Fluorescentes 2X20W	20	168	3360	2,38%
TOTAL		**3.868**	**141254**	**100,00%**

3.2.4. MEDICIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS HORAS USO.

3.2.4.1. Demanda de iluminación

Las mediciones de Iluminancia permiten comprobar si la demanda de iluminación existente en el edificio corresponde a sus necesidades. Se debe considerar también el uso posible de la luz ambiental y que coincida el tiempo de medición con el tiempo de uso.

Para definir correctamente la intensidad de la iluminación del lugar de trabajo, es de importancia subordinada la exactitud del luxómetro, más importante es la exactitud de la ubicación del aparato.

Si se obtienen valores muy superiores a aquellos indicados en la TABLA 2.12, se debe analizar la posibilidad de satisfacer la demanda con menos iluminación, por ejemplo, con menos lámparas.

3.2.4.2. Medición del nivel de iluminación

Se procede a medir las iluminancias colocando la célula del luxómetro sobre la tarea; normalmente para la mayoría de las tareas el luxómetro se situará horizontal y a una altura sobre el suelo de unos 80 cm.

Se realizó dos mediciones del nivel de iluminación en cada una de las áreas: la primera en el puesto de trabajo y la segunda en los alrededores del puesto de trabajo.

Los resultados de las mediciones del nivel de iluminación se indican en la TABLA 3.6 y el detalle se puede apreciar en el ANEXO 6.

TABLA 3.6 Resultados de las mediciones del nivel de iluminación

AREA ARCHIVOS				
PISO	**DEPARTAMENTO**	**Luminarias**	**Iluminancia (lux)**	
9	Sistemas de Información	9-2x32	250	280
8	Direc. Riesgos Financieros	2-2x32	100	175
7	Dirección de Inversiones	2-2x32	400	350
7	Direc.Recu.Finan.y Adm. Activos	3-2x40	460	120
5	Indicadores Monetarios	2-2x32	320	300
5	Indicadores Monetarios	2-2x32	600	600
3	Dirección Financiera	4-2x32	320	300
MZ	Comercio Exterior -Cartas de crédito	4-2x32	60	100
MZ	Sector Público	2-2x32	280	340
MZ	Adm. Cuentas Sist. Financiero	2-2x32	500	300
MZ	Comercio Exterior -Cartas de crédito	2-2x32	340	320
MZ	Sector Público	4-2x32	240	260
PB	Bodega	36-2x40	240	220
PB	Bodega	16-2x32	240	230

AREA ASCENSOR FRONTAL				
PISO	**DEPARTAMENTO**	**Luminarias**	**Iluminancia (lux)**	
8	Acceso Común	3x13	40	20
7	Acceso Común	5x26	120	20
6	Acceso Común	3x13	50	50
5	Acceso Común	5x13	400	380
4	Acceso Común	2-2x32	280	280
3	Acceso Común	5x13	140	100
PB	Acceso Común	4-2x20	100	120

AREA ASCENSOR POSTERIOR				
PISO	DEPARTAMENTO	Luminarias	Iluminancia (lux)	
8	Acceso Común	3x13	40	15
7	Acceso Común	4-2x40	120	20
6	Acceso Común	4x13	40	15
5	Acceso Común	4x26	50	30
4	Acceso Común	1-2x20	220	180
3	Acceso Común	3-2x20	380	380
MZ	Acceso Común	2-2x32	380	300

AREA BAÑOS GENERALES HOMBRES Y MUJERES				
PISO	DEPARTAMENTO	Luminarias	Iluminancia (lux)	
8	Baños	2-2x20	1000	210
7	Baños	2-2x20	120	20
6	Baños	2-2x20	1000	400
5	Baños	2-2x20	40	30
4	Baños	2-2x20	220	120
3	Baños	2-2x20	100	90

AREA BODEGAS				
PISO	DEPARTAMENTO	Luminarias	Iluminancia (lux)	
7	Telefonía	3-2x32	320	140
4	Direc. Informática	1-2x32	180	240
3	Dirección Financiera	1-2x32	400	420
MZ	Adm. Cuentas Sist. Financiero	1-2x32	340	280
PB	Bóveda	2-2x32	220	200

AREA CAFETERIAS				
PISO	DEPARTAMENTO	Luminarias	Iluminancia (lux)	
9	Dirección Administrativa	1-2x32	100	90
9	Consultoría R.H.	1-2x32	180	200
9	Proyectos	2-2x32	220	260
8	Direc.Gen. Bancaria	1-2x32	180	120
7	Asesoría legal	2-2x32	280	256
6	Direc. General de Estudios	1-2x32	400	300
6	Of-Posterior-Pasaje4	2-2x32	340	350
5	Estadísticas Económicas	2-2x32	200	220
4	Direc. Informática	2-2x32	260	240
4	Ingeniería Software	1-2x32	320	300
3	Fondo Monet. Internacional	1-2x32	480	320
MZ	Direc. Deuda	1-2x32	300	480
PB	Bóveda	1-2x32	120	120

AREA COPIADORAS				
PISO	DEPARTAMENTO	Luminarias	Iluminancia (lux)	
9	Direcc. de Recursos Humanos	1-2x32	200	220
8	Direc.Serv. Financieros	2-2x32	300	260
7	Direc.Recu. Finan. y Adm. Activos	2-2x40	200	130
6	Centro de Documentación DGE	2-2x32	280	250
3	Dirección Financiera	2-2x32	120	120
MZ	Comercio Exterior -Cartas de crédito	1-2x32	300	300

AREA PASILLOS EXTERNOS				
PISO	DEPARTAMENTO	Luminarias	Iluminancia (lux)	
9	Acceso Común	9-2x32	120	180
8	Acceso Común	6x13	40	20
7	Acceso Común	6x26	120	20
6	Acceso Común	8x13	50	50
5	Acceso Común	11x26	40	40
4	Acceso Común	9-2x20	250	180
3	Acceso Común	14x13	520	500

AREA PASILLOS INTERNOS				
PISO	DEPARTAMENTO	Luminarias	Iluminancia (lux)	
9	Dirección Administrativa	4-2x32	180	240
8	Direc.Desa. Organizacional	3x100	80	100
7	Direc.Recu. Finan.y Adm. Activos	4-2x40	420	800
6	Direc. Inves. Económicas	4-2x32	380	400
5	Direcc. Imagen Corporativa	3x26	500	520
4	Recepción	3x60	120	220
3	Dirección Financiera	12-2x32	180	180
MZ	Direc. Deuda	2-2x32	140	200
PB	Bóveda	4-2x32	140	280

AREA SALAS DE ESPERA				
PISO	DEPARTAMENTO	Luminarias	Iluminancia (lux)	
MZ	Zona Común	6-2x32	300	280
MZ	Zona Común	2x60	180	280
PB	Zona Común	4-2x20	240	280

3.2.4.3. Determinación de las horas uso

Para determinar la incidencia del consumo de energía de cada equipo o grupo de equipos en el consumo total de energía y por lo tanto en el costo total, fue necesaria una encuesta personalizada que indicó el tiempo de uso de energía.

El piso 7 se tomó como referencia de los demás, pues en estos departamentos y oficinas se encuentra la mayor cantidad de equipos que facilitan el análisis de todo el edificio.

TABLA 3.7 Datos Reales y Aproximados del consumo de energía 7mo piso

CONSUMO DE ENERGIA 7mo PISO											
REALES		APROX.	REALES		APROX.	REALES		APROX.	REALES		APROX.
Horas	Total	Iluminación	Horas	Total	Iluminación	Horas	Total	Iluminación	Horas	Total	Iluminación
	kW	kW		kW	kW		kW	kW		kW	kW
0:20	15,29	0,000	6:20	15,78	0,000	12:20	75,73	12,092	18:50	55,46	0,686
0:35	16,47	0,000	6:35	15,52	0,000	12:35	74,75	12,012	19:05	51,90	0,606
0:50	16,78	0,000	6:50	15,95	0,606	12:50	74,40	12,332	19:20	45,51	0,000
1:05	15,81	0,000	7:05	21,52	0,606	13:05	72,18	12,012	19:35	40,94	0,000
1:20	16,86	0,000	7:20	30,09	0,606	13:20	73,23	12,092	19:50	41,75	0,000
1:35	15,72	0,000	7:35	37,28	0,606	13:35	72,11	12,092	20:05	33,79	0,000
1:50	16,65	0,000	7:50	42,30	0,606	13:50	73,61	12,012	20:20	31,31	0,000
2:05	15,27	0,000	8:05	45,12	0,606	14:05	78,87	12,412	20:35	31,14	0,000
2:20	16,84	0,000	8:20	57,68	5,500	14:50	76,19	12,012	20:50	27,09	0,000
2:35	14,99	0,000	8:35	69,65	5,500	15:05	73,23	12,092	21:05	26,32	0,000
2:50	16,93	0,000	8:50	72,05	8,796	15:20	72,11	12,012	21:20	24,55	0,000
3:05	15,89	0,000	9:05	77,50	10,844	15:35	73,61	12,332	21:35	21,27	0,000
3:20	16,71	0,000	9:20	76,67	11,676	15:50	78,87	12,092	21:50	21,20	0,000
3:35	16,06	0,000	9:35	77,10	11,964	16:05	77,27	12,092	22:05	20,60	0,000
3:50	16,20	0,000	9:50	75,71	12,012	16:20	73,79	11,404	22:20	23,11	0,000
4:05	16,26	0,000	10:05	77,53	12,412	16:35	76,19	5,294	22:35	22,40	0,000
4:20	15,72	0,000	10:20	76,84	12,012	16:50	74,48	3,462	22:50	21,86	0,000
4:35	17,39	0,000	10:35	77,53	12,092	17:05	78,71	1,006	23:05	20,46	0,000
4:50	15,99	0,000	10:50	74,84	12,332	17:20	74,09	1,006	23:20	20,88	0,000
5:05	17,06	0,000	11:05	77,39	12,012	17:35	69,38	0,926	23:35	19,56	0,000
5:20	15,84	0,000	11:20	74,21	12,172	17:50	67,27	0,926	23:50	19,36	0,000
5:35	16,89	0,000	11:35	75,20	12,332	18:05	66,25	0,686	0:05	18,70	0,000
5:50	15,27	0,000	11:50	74,19	12,012	18:20	61,85	0,686	0:20	18,06	0,000

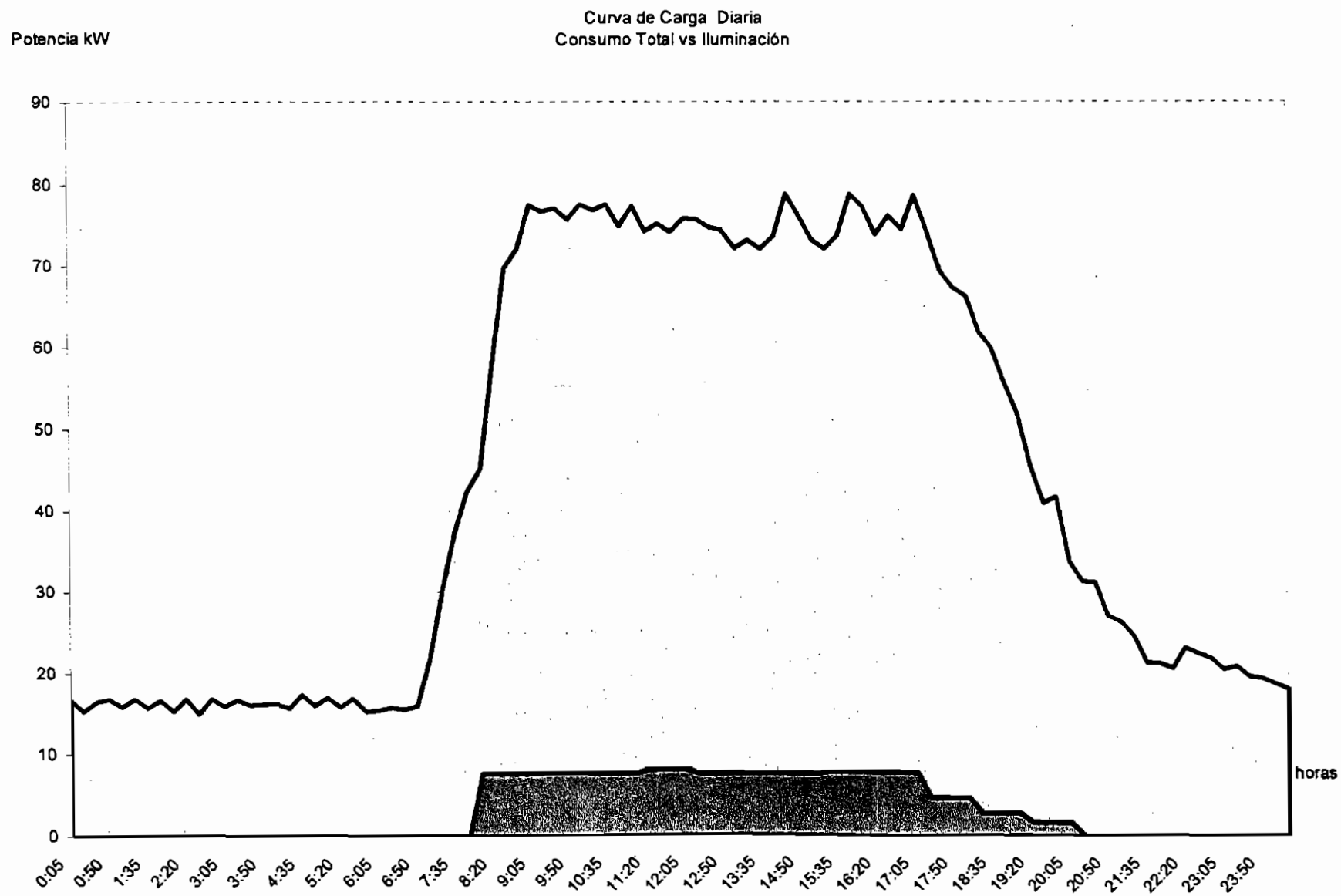
Datos Reales (Carga Total 7mo Piso).- Proporcionados por un Analizador Industrial VIP, que es de propiedad del Banco y es administrado por el departamento de Infraestructura y Mantenimiento.

Este equipo es el más adecuado para la ejecución de Auditorias Energéticas, su conexión se realiza en paralelo en cada uno de los diferentes tableros eléctricos de cada piso e imprime las mediciones cada 15min, además cuenta con un complemento informatizado que mediante un software apropiado permite analizar el estado operativo de los mismos, poniendo en relieve la deficiencia en el consumo de energía.

El objetivo principal de estas mediciones es conocer la demanda total del 7mo piso, la curva de carga diaria y determinar el consumo de iluminación.

Datos Aproximados (Iluminación 7mo Piso).- En la tabla h/semana del ANEXO 6 se detalla los datos proporcionados por el personal del Banco en una encuesta personalizada , este dato aproximado nos permiten tener una idea de cuanta energía eléctrica se consume aproximadamente en una semana.

CURVA DE CARGA REAL - PISO 7



3.2.5. INFORMACIÓN HISTÓRICA DE FACTURAS DEL SUMINISTRADOR DE ENERGÍA

En esta tabla se detalla el consumo en kWh, el pago mensual con impuestos y sin impuestos. Estos datos corresponden a las planillas de facturación de energía de la Empresa Eléctrica Quito.

TABLA 3.8 Datos de facturación de planillas reales EEQ

INFORMACION HISTORICA DE FACTURACION									
	Consumo 2002	PAGO MENSUAL		Consumo 2003	PAGO MENSUAL		Consumo 2004	PAGO MENSUAL	
mes	kWh	USD con imp.	USD sin imp.	kWh	USD con imp.	USD sin imp.	kWh	USD con imp.	USD sin imp.
enero	93355	5.152,39	4.279,19	105735	8.796,59	6.219,19	78157	2.101,20	1.481,35
febrero	104972	5.766,54	4.789,28	108639	9.046,22	6.386,63	106057	8.267,39	5.836,78
marzo	117221	6.817,86	5.662,47	98430	8.109,74	5.733,59	96187	7.566,02	5.334,04
abril	89147	5.617,84	4.665,78	129807	10.550,35	7.448,55	70907	1.263,84	892,27
mayo	111791	7.105,15	5.901,09	134032	10.484,38	7.412,46	71388	5.500,01	3.883,01
junio	106099	7.032,79	5.840,99	127036	10.311,33	7.279,80	84137	6.319,76	4.455,43
julio	91346	6.587,09	5.342,26	138605	11.144,43	7.879,11	79037	5.984,12	4.224,79
agosto	102987	7.307,02	6.068,75	108872	8.856,46	6.252,66	81587	6.164,90	4.346,25
septiembre	105732	7.879,54	6.544,27	124222	9.904,74	7.002,65			
octubre	105939	8.593,72	6.067,17	113563	9.080,85	6.411,08			
noviembre	109292	8.830,04	6.234,01	98933	7.727,50	5.463,34			
diciembre	102122	8.393,95	5.926,13	136985	10.857,76	7.665,58			
PROM.	103334	7.090,33	5.610,12	118738,25	9.572,53	6.762,89	83432	5.395,91	3.806,74

PROMEDIO TOTAL	Consumo kWh	USD con imp.	USD sin imp.
	101834,65	7352,92056	5393,24714

3.2.6. RECOMENDACIÓN DE LAS MEDIDAS APROPIADAS PARA EL USO EFICIENTE DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

En base a los literales anteriores se dan pautas para un uso eficiente de energía en iluminación, requiriéndose de un cuadro y soporte adecuado que permita evaluar todas las oportunidades.

3.2.6.1. Eficiencia en el sistema de iluminación

Luego de verificar en todas las áreas del edificio la eficiencia energética en las instalaciones de iluminación, se determina que en casi todos los casos existe una alternativa de optimización, para ello se da las siguientes recomendaciones:

1. Medidas de bajo costo y acción inmediata.- Están relacionadas con los modos operativos, seguimiento y control.

- ✓ Emplear mientras sea pertinente la luz natural.
- ✓ Independizar circuitos.
- ✓ Apagar lámparas que están encendidas innecesariamente.

2. Medidas con mediana o alta inversión.- Se refiere a un análisis profundo de las posibilidades de aumento en la eficiencia del sistema de iluminación, que se basa en el cambio de tecnología con tiempos no muy largos de retorno de capital.

- ✓ Reducir el uso de la energía útil necesaria (mediante balastos electrónicos)
- ✓ Controlar el sistema de Iluminación (mediante el uso de sensores)
- ✓ Controlar el sistema de Iluminación (mediante el uso de sensores y la aplicación de pintura de color claro en las paredes)

El enfoque planteado permite reconocer la diversidad de problemas de eficiencia energética.

ANALISIS

En este capítulo se realizó un inventario general de las instalaciones, identificando las áreas principales, fuentes de energía, capacidad total instalada, horas uso; luego se realizó la información histórica de las facturas y finalmente una encuesta individual de la utilización de los equipos eléctricos en cada una de las áreas con el objeto de conocer el potencial de ahorro de energía.

La incidencia del consumo de energía de cada equipo o grupo de equipos en el consumo total de energía y por lo tanto en el costo total, se determinó con una encuesta personalizada en cada departamento y en cada piso, cuyo período de utilización hora/semana ANEXO 6 se puede racionalizar utilizando tecnología adecuada.

De la información obtenida en este capítulo se emite los siguientes resultados: capacidad total instalada 572.905,00W de los cuales el 24,66 % corresponden a la capacidad instalada en iluminación. Porcentaje importante que justifica la necesidad de efectuar cambios tecnológicos mas la aplicación de pintura de color claro en las paredes para mejorar el sistema de iluminación, cumplir mejor los estándares y lo mas importante reducir el costo de las planillas.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN

4.1 INTRODUCCIÓN

Del estudio realizado en el capítulo anterior se puede deducir que el porcentaje de capacidad instalada en iluminación es del 24.66% del total (TABLA 3.4), porcentaje importante en el que se puede optimizar el uso de energía.

En el diseño del nuevo sistema de iluminación, se resalta la importancia de la luz natural y la utilización de nuevas tecnologías como son lámparas fluorescentes alta eficiencia y los sensores de presencia.

El proyecto se ha diseñado con cambios tecnológicos en el orden que debería evaluarse según el costo esperado, con el objeto de mejorar los niveles de iluminación y reducir al máximo el gasto de energía utilizada en iluminación.

4.2 ESTRATEGIA DEL PROYECTO

Eficacia energética y bajo costo del sistema de iluminación implica una selección adecuada del equipo y una instalación que asegure una Iluminación correcta, en el lugar idóneo, durante el tiempo adecuado y a precio justo.

El cálculo de las luces del techo se diseña sin tomar en cuenta el aporte de la luz diurna exterior que entra a través de las ventanas y cuando exista esta luz natural la iluminación eléctrica debe dejarse de lado.

El cálculo del nivel de iluminación se realiza con lámparas fluorescentes de mayor eficiencia y de mejor rendimiento.

En el diseño del nuevo sistema de iluminación se propone la instalación de sensores de presencia, donde el retorno de la inversión inicial es rápido y constante de forma que los ahorros se pueden utilizar para proyectos subsiguientes que sean más sofisticados y complejos.

4.3 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

SELECCIÓN DE PARÁMETROS QUE INCIDEN EN LA ACTUACIÓN VISUAL

Se establecen los parámetros de la iluminación que condicionan la actuación visual de la persona y por tanto, inciden en la seguridad y productividad con que se realizarán las tareas laborales y se determinará su valor para satisfacer los objetivos deseados.

4.3.1. ILUMINACIÓN NATURAL

La luz natural se puede reflejar mas hacia el interior de las oficinas del edificio mediante la utilización de elementos de reflexión en los antepechos de las ventanas, persianas y otros dispositivos arquitectónicos que complementan el alumbrado artificial. La iluminación reflexiva no necesariamente requiere de espejos o recubrimientos metalizados; la pintura blanca utilizada en las luces tiene un poder reflexivo del 90 %.

Las persianas y cortinas abiertas pueden dejar entrar la radiación solar en la habitación durante el día, pudiendo luego cerrarlas durante la noche o cuando el día esta nublado.

Pintar el techo y las paredes con una pintura clara y más reflexiva, así como la cobertura del suelo aumenta el nivel luminoso en un área determinada. La mayoría de los fabricantes indican la capacidad de reflexión de sus productos. Por tanto en el presente proyecto de diseño de iluminación se utiliza este valor en los cálculos de niveles luminosos ambientales.

4.3.2. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Como parámetros básicos para la cuantificación del servicio, se emplearán en este caso la iluminancia, su uniformidad, el deslumbramiento y el color de la luz. Estas magnitudes se refieren, en general, al alumbrado artificial, ya que la luz diurna no será suficiente durante toda la jornada laboral, salvo en casos muy excepcionales.

4.3.2.1 Determinación de la iluminancia media y el coeficiente de uniformidad

En el presente proyecto este método general para determinar la iluminancia media y el coeficiente de uniformidad se empleará en las siguientes áreas.

1. Oficina abierta computación.
2. Planta abierta general.
3. Oficina Ejecutiva
4. Corredores y Pasillos.
5. Sala de reuniones

Iluminancia media.- Se estudia la posibilidad de agrupar las áreas donde se realizan tareas de similar dificultad; luego se sitúa los puestos de trabajo donde se realizan las tareas más exigentes en la zona en que existe la luz natural; si la iluminancia determinada es elevada, superior a 300 lux, se estudia la posibilidad de dotar al puesto de trabajo de un alumbrado localizado.

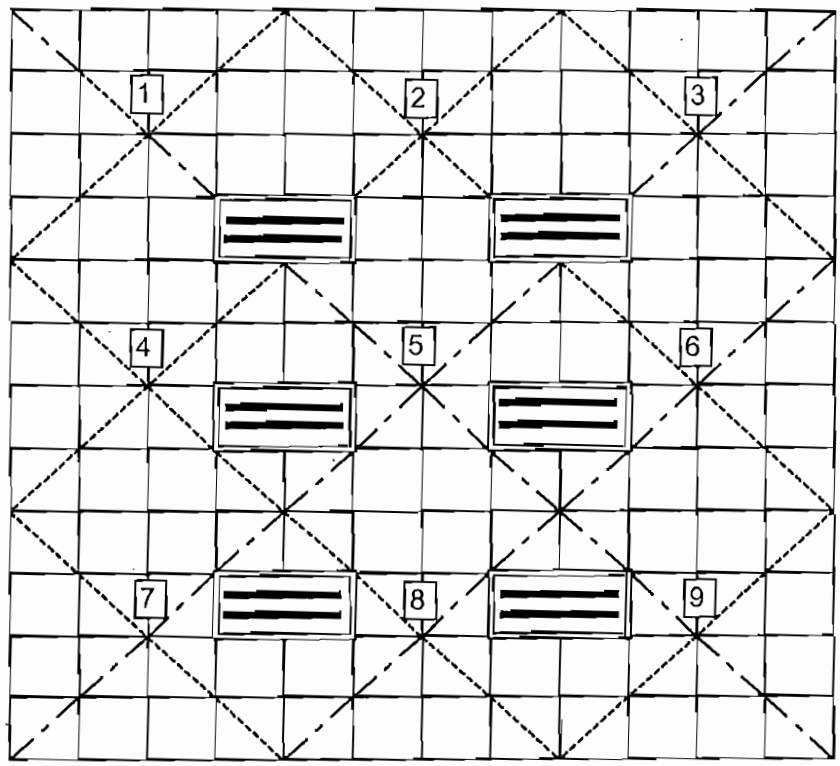
Se procede a reajustar las distintas iluminancias, para lograr una uniformidad aceptable entre las zonas inmediatas, es decir, que los saltos entre las iluminancias medias de dos zonas contiguas no sean superiores a 3:1.

Se mide las iluminancias colocando la célula del luxómetro sobre la tarea; normalmente para la mayoría de las tareas el luxómetro se situó horizontal y a una altura sobre el suelo de unos 80 cm. La medición se hizo, en el caso usual de luminaria distribuidas simétricamente, en los puntos indicados.

Para el caso de la sala de reuniones se suman los 9 valores obtenidos de la iluminancia, se divide por 9 y el resultado es el valor que se tomará como el de iluminancia media, cuyo valor es = 89.4

GRÁFICO 4.1. Medición de Iluminancias - Sala de reuniones Sexto Piso

Punto No	Lux
1	85
2	120
3	80
4	50
5	130
6	100
7	40
8	120
9	80



Coeficiente de uniformidad.- Se divide el menor de los 9 valores obtenidos por la iluminancia media calculada, y el resultado se toma como coeficiente de uniformidad.

Coeficiente de uniformidad = 40/89.4 = 0.45

4.3.2.2 Determinación del componente de reflexión interna mediante la aplicación de fórmulas.[℘]

DEPARTAMENTO DE TELEFONÍA SÉPTIMO PISO

Oficina Abierta Computación

Para calcular el componente de reflexión interna **C.R.I.**[⊗] por este método se precisan los siguientes datos:

℘ INEN 1 150 Iluminación natural de edificios

⊗ C.R.I.- COMPONENTE DE REFLEXIÓN INTERNA

Datos:

- ✓ Longitud **(l)** = 7.5 m
- ✓ Ancho **(a)** = 7.5 m
- ✓ Altura **(h)** = 3 m
- ✓ Ancho de ventana **(a_v)** = 4 m
- ✓ Altura de ventana **(h_v)** = 2 m
- ✓ Alto de antepecho **(hp)** = 0.90 m
- ✓ Coeficiente de reflexión de paredes **(ep)** = 50 %
- ✓ Coeficiente de reflexión del piso **(ep_i)** = 10 %
- ✓ Coeficiente de reflexión cielo raso **(e_c)** = 70 %
- ✓ Coeficiente de reflexión vidriado **(ev)** = 15 %
- ✓ Angulo de la obstrucción exterior = 20°

CÁLCULOS.

De los datos anteriores, se calculan los siguientes:

a) El área total de las superficies interiores (cielo raso, paredes y piso), incluyendo las superficies de las ventanas, **(s_t).**

$s_t = 2\,(l\,.\,h + a\,.\,h + l\,.\,a)$

$s_t = 2\,(7.5x3 + 7.5x3 + 7.5x7.5) = 202.5\ m^2$

$\mathbf{s_t = 202.5\ m^2}$

b) El área de ventanas (sv).

$s_v = av\,.\,hv$

$s_v = 4 \times 2 = 8\ m^2$

$\mathbf{s_v = 8\ m^2}$

c) El coeficiente de reflexión promedio de todas las superficies (cielo raso, piso y paredes, incluyendo las ventanas), expresado como un factor decimal **(e).**

$$e = \frac{(l.h + 2a.h + lh - h_v.a_v)\ e\,p + a.l\ e\,c + a.l\ e\,p_i + h_v.a_v.ev}{2(lh + a.h + la)}$$

$$e = \frac{(7.5x3+2x7.5x3+7.5x3 -2x4)\ 0.5 + 7.5x7.5x0.7 + 7.5x7.5x0.1 + 2x4x0.15}{2\ (7.5x3+7.5x3 + 7.5x7.5)}$$

e = 0,42 **(1- e) = 0.58**

d) El coeficiente de reflexión promedio del piso y aquellas partes de las paredes que quedan debajo del plano que pasa por la mitad de la altura de la ventana (excluyendo a la pared que contiene la ventana) **(e_1).**

h_1 = 1,90m

$$e_1 = \frac{(2a.h1 + 1.h1)\ ep + a.lepi}{2a.h_1 + 1.h_1 + a.l}$$

$$e_1 = \frac{(2x7.5x1.9 + 7.5x1.9)0.5 + 7.5x7.5X0.1}{2x7.5x1.9 + 7.5x1.9 + 7.5x7.5}$$

e_1 **= 0,27**

e) El coeficiente de reflexión promedio del cielo raso y aquellas partes de las paredes que quedan por encima del plano que pasa por la mitad de la altura de la ventana (excluyendo a la pared que contiene la ventana) **(e_2).**

h_2 = 1,10m

$$e_2 = \frac{(2a.h_2 + l.h_2)\ ep + a.l.e_c}{2a.h_2 + l.h_2 + a.l}$$

$$e_2 = \frac{(2x7.5x1.1 + 7.5x1.9)x0.5 + 7.5x7.5x0.7}{2x7.5x1.1 + 7.5x1.1 + 7.5x7.5}$$

e_2 **= 0,64**

f) El componente de reflexión interna C.R.I. se calcula por medio de la siguiente fórmula:

El valor C para una obstrucción de 20° es de 31. TABLA 2.6

$$\textbf{C.R.I.} = \frac{0.85*S_v}{S_t\ (1- e)}\ (C.\ e_1 + 5\ e_2)\ \%$$

$$C.R.I = \frac{0.85x8}{202.5x0,\ 58}\ (31 \times 0,\ 27 + 5 \times 0,\ 64)\ \%$$

C.R.I. = 0,675%

4.4 DISEÑO DE ALUMBRADO

Una buena iluminación aumenta el confort, aumenta la seguridad del trabajador, reduce el nivel de errores y estimula al personal a mejorar su rendimiento.

A menudo hoy en día las oficinas están equipadas con terminales de pantalla de video como instrumentos de trabajo y salas de dibujo, la iluminación debe ser funcional con la suficiente flexibilidad de colocación para permitir cambios en la disposición del mobiliario.

4.4.1 CALCULO PARA OFICINAS TIPO

Los diferentes tipos de oficinas y áreas existentes en el edificio pueden ser clasificados de la siguiente manera.

6. Oficina abierta computación.
7. Planta abierta general.
8. Oficina Ejecutiva
9. Corredores y Pasillos.

Estas áreas se diferencian por las actividades visuales que allí se realizan, las que van desde tareas intensas a labores de menor requerimiento visual.

4.4.1.1 Oficina Abierta Computación

Actualmente casi todos los puestos de trabajo tienen un equipo de computación, cuyas oficinas requieren especial atención en cuanto a mobiliario y equipo de iluminación, donde el deslumbramiento producido por las pantallas al reflejar la luz de las fuentes de iluminación son el problema.

Para evitar este deslumbramiento se recomienda el uso de luminarias con una probabilidad de confort visual VCP de 90 o mayor.

DEPARTAMENTO: Dirección informática Cuarto Piso

Medidas

Largo (l) = 7.5 m

Ancho (a) = 7.5 m

Altura de montaje (h) = 3 m

Nivel de iluminación requerido = 300 lux. (TABLA 2.12)

Tipo de Luminaria: TL32W/84 (CAPITULO 2.4.2.5)

Una vez que se ha hecho la elección tentativa de lámparas y luminarias se puede proseguir con los cálculos de iluminación.

Cálculos

Área = 56.25 m^2

El índice del local (k)

$$k = \frac{l \times a}{h\,(l+a)} = \frac{7.5 \times 7.5}{3(7.5+7.5)} = 1.25$$

Las paredes son de color Beige con una reflectancia de 0.5. (TABLA 2.8)

El techo es de color blanco medio con una reflectancia de 0.7 (TABLA 2.8)

Coeficiente de utilización (CU): Proporcionada por el fabricante, cuyo valor interpolado es 0.6.

Factor de mantenimiento (F_M): Considerando un voltaje estable, en un ambiente limpio y un buen mantenimiento, se asume que el F_M será de 0.65.

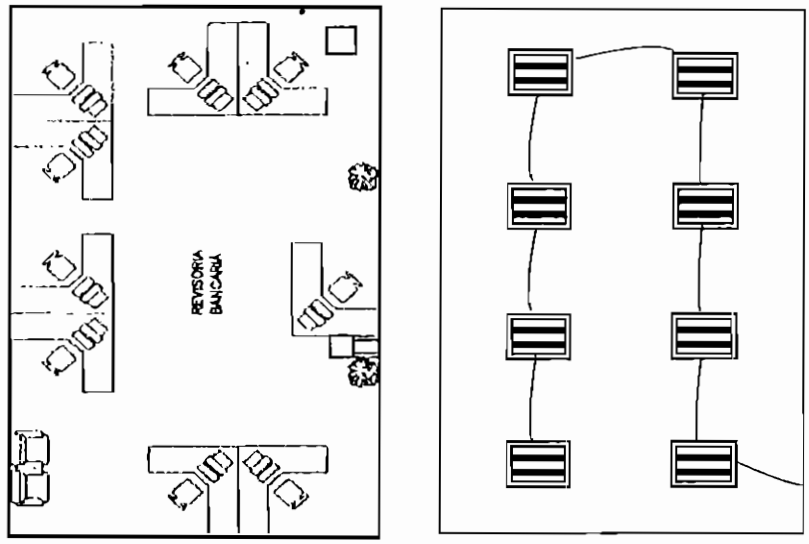
Número de lámparas que hay que instalar:

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{E.\,A.}{CU.F_M.\Phi_{lamp}}$$

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{(300\ lx)\,(56.25\ m^2)}{(0.6)(0.65)(3000\ lm)} \approx 14.43 = 15$$

Pero cada luminaria requiere de 2 lámparas entonces se debe instalar 16 lámparas

GRÁFICO: Oficina Abierta Computación



PISO	DEPARTAMENTO	Área	Luminarias	Iluminancia Medida (lux)		Iluminancia Normas (lux)
4	Direc. Informática	Oficina Abierta computación	8 - 2x32	180	240	300

Analizando el contraste de iluminancia de este local respecto a las recomendadas por las normas, se puede apreciar que el nivel de iluminación actual es menor que el recomendado.

4.4.1.2 Planta abierta general

Una planta abierta es un espacio compartido por muchas personas. La oficina abierta tiene como propósito soportar los objetivos generales de la Institución Bancaria de manera eficiente.

Las personas que trabajan en estas áreas tienen funciones comunes, separadas por divisiones modulares. El tipo de trabajo que aquí se realiza tiene características repetitivas tales como leer, escribir, hablar por teléfono, manejar computadoras.

En cuanto a la probabilidad de confort visual (VCP) medida que expresa el porcentaje de personas que se sienten cómodas en un ambiente iluminado por una luminaria especifica, se recomienda VCP mayor a 80.

DEPARTAMENTO: Sistemas de información Noveno Piso

Medidas

Largo (l) = 10 m

Ancho (a) = 7.5 m

Altura de montaje (h) = 3 m

Nivel de iluminación requerido = 300 lux. (TABLA 2.12)

Tipo de Luminaria: TL32W/84 (CAPITULO 2.4.2.5)

Cálculos

Área = 75 m^2

$$\text{Índice del local } k = \frac{l \times a}{h(l+a)} = \frac{10 \times 7.5}{3(10+7.5)} = 1.42$$

Las paredes son de color Beige con una reflectancia de 0.5. (TABLA 2.8)

El techo es de color blanco medio con una reflectancia de 0.7 (TABLA 2.8)

Coeficiente de utilización (CU): Proporcionada por el fabricante, es 0.6.

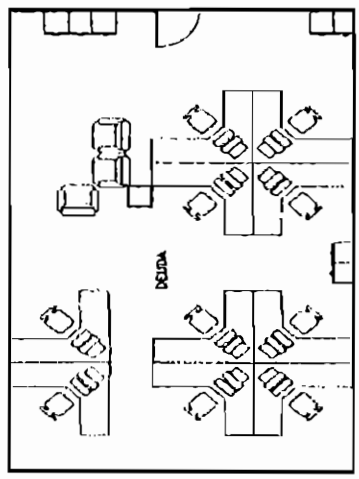
Factor de mantenimiento (F_M): FM = 0.65.

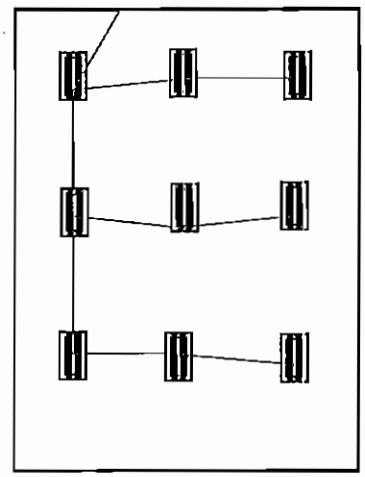
Número de lámparas que hay que instalar:

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{E \cdot A}{CU \cdot F_M \cdot \Phi_{lamp}} = \frac{(300\ lx)(75\ m^2)}{(0.6)(0.65)(3000\ lm)} \approx 17.8 = 18$$

Pero cada luminaria requiere de 2 lámparas por tanto se debe instalar 16 lámp.

GRÁFICO Planta Abierta General





PISO	DEPARTAMENTO	Área	Luminarias	Iluminancia Medida (lux)		Iluminancia Normas (lux)
9	Sistemas de Información	Planta abierta general	9 - 2x32	250	280	300

Analizando el contraste de iluminancia de este local respecto a las recomendadas por las normas, se puede apreciar que el nivel de iluminación actual es menor que el recomendado.

4.4.1.3 Oficinas ejecutivas.

Las oficinas de los altos gerentes o ejecutivos a menudo reflejan su gusto personal e individual, en éstas oficinas generalmente existen muebles de alta calidad, obras de arte y accesorios que proyectan una imagen de distribución.

DEPARTAMENTO: Dirección General Bancaria Octavo Piso

Medidas

Largo (l) = 6.5 m
Ancho (a) = 4 m
Altura de montaje (h) = 3 m
Nivel de iluminación requerido = 300 lux. (TABLA 2.12)
Tipo de Luminaria: TL32W/84 **(2.4.2.5)**

Cálculos

Área = 26 m^2

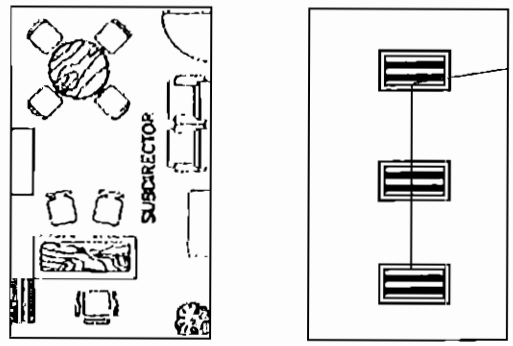
Índice del local $k = \frac{l \times a}{h(l+a)} = \frac{6.5 \times 4}{3(6.5 + 4)} = 0.82$

Las paredes son de color Beige con una reflectancia de 0.5. (TABLA 2.8)
El techo es de color blanco medio con una reflectancia de 0.7 (TABLA 2.8)
Coeficiente de utilización (CU): Proporcionada por el fabricante, es 0.6.
Factor de mantenimiento (F_M): FM = 0.65.

Número de lámparas que hay que instalar:

$$N^o \text{ de lámparas} = \frac{E.\,A.}{CU.F_M.\Phi_{lamp}} = \frac{(300\ lx)\ (26\ m^2)}{(0.6)(0.65)(3000\ lm)} \approx 6.19 = 6$$

GRÁFICO: Oficinas ejecutivas



PISO	DEPARTAMENTO	Área	Luminarias	Iluminancia Medida (lux)		Iluminancia Normas (lux)
8	Dirección General Bancaria	Oficina Director	3-2x32	500	380	300

Analizando el contraste de iluminancia de este local respecto a las recomendadas por las normas, se puede apreciar que el nivel de iluminación actual es mayor que el recomendado.

4.4.1.4 Corredores y pasillos.

Estas áreas públicas se utilizan para transitar entre los distintos departamentos o edificios. Los pasillos y corredores también se pueden usar para exponer obras o premios de la Institución.

Como en éstos pasillos no se realizan trabajos visuales exigentes, representan una buena oportunidad para economizar en el diseño de alumbrado, aún siguiendo las normas de seguridad.

DEPARTAMENTO: Acceso Común Corredor largo Sexto Piso

Medidas

AREA 1

Largo (l) = 10 m

Ancho (a) = 2 m

Altura de montaje (h) = 3 m

Nivel de iluminación requerido = 100 lux. (TABLA 2.12)

Tipo de Luminaria: Ojo de Buey

Tipo de lámpara SL – 20 W Portalámpara E-27 (TABLA 2.10)

Cálculos

Área = 20 m^2

$$\text{Índice del local } k = \frac{l \times a}{h(l+a)} = \frac{10x2}{3(10+2)} = 0.55$$

Las paredes son de color Amarillo con una reflectancia de 0.7. (TABLA 2.8)

El techo es de color blanco medio con una reflectancia de 0.7 (TABLA 2.8)

Coeficiente de utilización (CU): Proporcionada por el fabricante, es 0.6.

Factor de mantenimiento (F_M): FM = 0.7.

Número de lámparas que hay que instalar:

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{E \cdot A \cdot}{CU.F_M.\Phi_{lamp}} = \frac{(100\ lx)\ (20\ m^2)}{(0.6)(0.7)(1000\ lm)} \approx 4.08 = 4$$

AREA 2

Largo (l) = 7 m

Ancho (a) = 2 m

Cálculos

Área = 14 m^2

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{E \cdot A \cdot}{CU.F_M.\Phi_{lamp}} = \frac{(100\ lx)\ (14\ m^2)}{(0.6)(0.7)(1000\ lm)} \approx 2.85 = 3$$

AREA 3

Largo (l) = 20 m

Ancho (a) = 2 m

Cálculos

Área = 40 m^2

Nº de lámparas $= \dfrac{E.A.}{CU.F_M.\Phi_{lamp}} = \dfrac{(100\ lx)(40\ m^2)}{(0.6)(0.7)(1000\ lm)} \approx 8.16 = 8$

AREA 4

Largo (l) = 10.5 m

Ancho (a) = 2 m

Cálculos

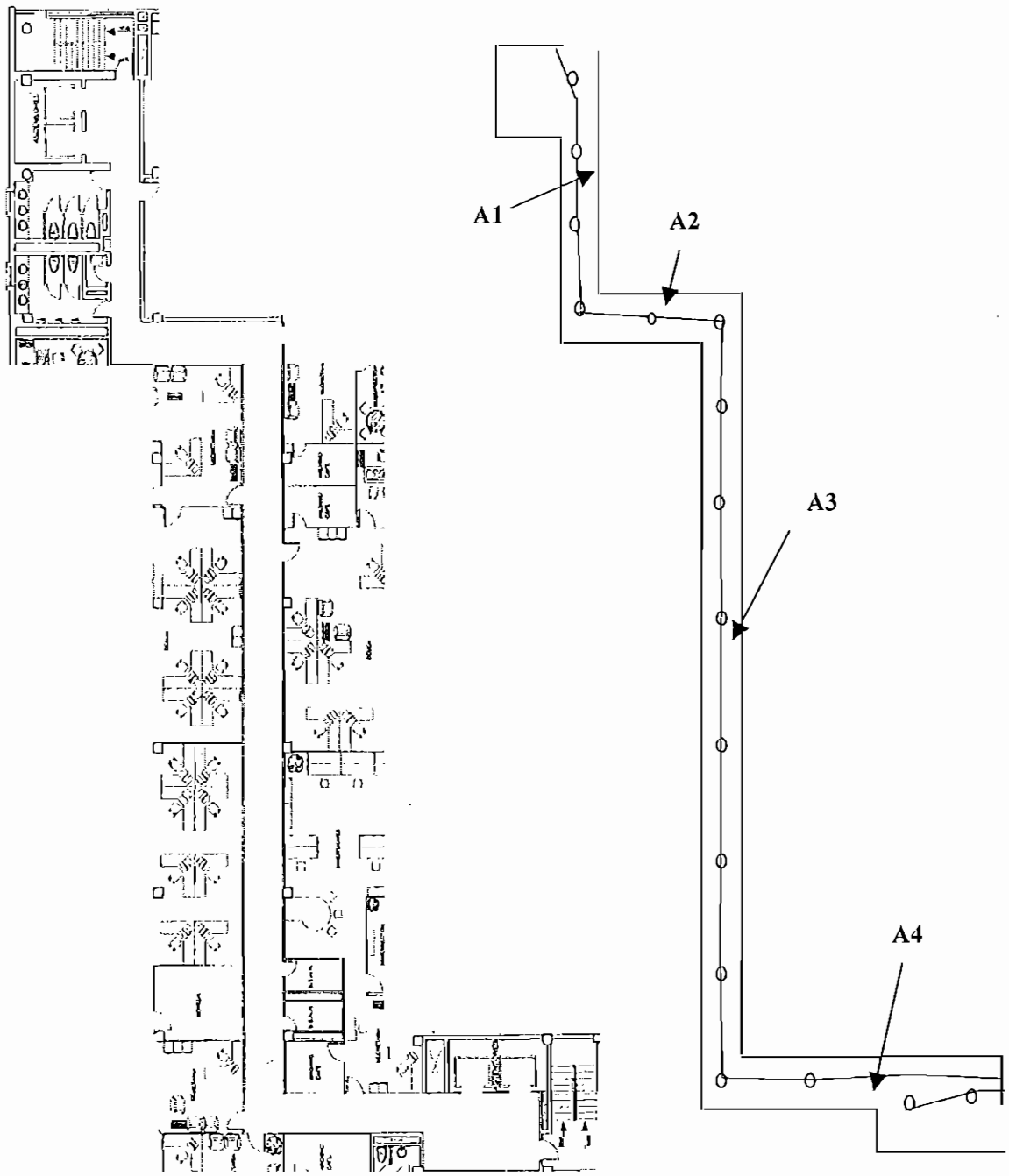
Área = 21 m^2

Nº de lámparas $= \dfrac{E.A.}{CU.F_M.\Phi_{lamp}} = \dfrac{(100\ lx)(21\ m^2)}{(0.6)(0.7)(1000\ lm)} \approx 4.28 = 4$

PISO	DEPARTAMENTO	Área	Luminarias	Iluminancia Medida (lux)		Iluminancia Normas (lux)
6	Acceso Común	Corredor largo	8 x 13	80	85	100

Analizando el contraste de iluminancia de este local respecto a las recomendadas por las normas, se puede apreciar que el nivel de iluminación actual es menor que el recomendado.

GRÁFICO: Corredores y pasillos



4.4.2. ANALISIS DEL DISEÑO

Los resultados del cálculo del número de luminarias para cada una de las áreas en su gran mayoría coinciden con el número de luminarias instaladas en el sistema actual. No así el nivel de iluminación que en unos casos es menor y en otros es mayor al recomendado por normas.

A continuación se detalla un resumen del cálculo del número de luminaras con el nivel de iluminación actual y el recomendado por normas.

PISO	DEPARTAMENTO	Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia Medida (lux)		Iluminancia Normas (lux)
9	Proyectos	Oficina	4-2x32	300	300	300
9	Servicio Social	Oficina	4-2x32	280	300	300
9	Fondo de pensiones	Oficina	4-2x32	240	300	300
6	Of-Posterior-Pasaje4	Of-Director	3-2x32	200	140	300
3	Direc.Gen.Serv. Corporativos	Of-Director	7-2x32	300	280	300
3	Serv.Finan. "Custodia"	Of - secundaria	2-2x32	100	90	300
3	Serv.Finan. "Custodia"	Of-principal	5-2x20	100	90	300
PB	Distribución de Publicaciones	Of-Public. Económicas	4-2x32	180	240	300

En estas tablas de resumen se puede apreciar que los bajos niveles de iluminación se deben a que no se utiliza correctamente la luz natural, al deficiente mantenimiento de los equipos de iluminación por el personal encargado y a que no se ha instalado en su totalidad lámparas de mayor eficiencia.

En los sitios donde el nivel de iluminación es elevado se debe a que, en estas áreas el acceso de la luz natural es mayor, o es que las lámparas instaladas son de potencias mayores a las requeridas.

4.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN

El objetivo de este diseño es controlar el apagado de las luminarias a la hora de salida o cuando no se vaya ha utilizar la oficina por un largo tiempo.

En el edificio se pudo notar que generalmente las lámparas se mantienen encendidas básicamente por dos razones:

- No apagar luego del horario normal de trabajo
- No apagar antes de salir temporalmente de las oficinas.

4.5.1 METODO DEL CONTROL DE ENCENDIDO DE LUMINARIAS

Existen dos formas de controlar niveles de iluminación por encendido de la luminaria:

Primer método.

Es el control del encendido de las diferentes lámparas que conforman una luminaria, éste método no es aplicable en nuestro caso, porque una lámpara apagada daría la apariencia de un agujero negro, que estaría en contra de la estética y además atraería la atención de las personas que allí trabajan.

Segundo método.

Es el control de encendido por grupo de luminarias con sensores de presencia. Este control necesita lógicamente una extensión del cableado de la alimentación.

4.5.1.1 Control del encendido por grupo de luminarias

Con este tipo de control de iluminación, se puede reducir la emisión de luz de toda una instalación, apagando una parte por completo (ejemplo luminarias adyacentes a ventanas), o dejar determinadas luminarias encendidas para proporcionar una iluminación localizada.

En el presente proyecto hay que prestar mucha atención al aplicar éste método en lo relacionado con la uniformidad, que podría reducirse a valores muy por debajo de los recomendados, para esto se debe tener en cuenta la categoría de trabajo que se realiza en ese lugar.

Luego de la identificación de la potencia instalada en cada una de las áreas de trabajo, se procede a determinar el sitio adecuado para la instalación de los sensores de movimiento en las siguientes áreas: corredores, sala de reuniones, oficinas privadas, parqueaderos, baños, etc.

4.5.2 UBICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN

Para especificar la ubicación y el lugar hacia los que serán dirigido los sensores de presencia del nuevo sistema de control de iluminación, se solicitó al departamento de Infraestructura y Mantenimiento los planos de cada uno de los pisos del edificio (que últimamente no han sido actualizados) en los que se detalla la distribución aproximada del mobiliario y la disposición de las mesas de trabajo.

Lamentablemente la posición del cielo raso ya establecido en el edificio, cuyas medidas son: 60cm x 120 cm, no permiten hacer mayormente una reubicación de las luminarias.

4.5.2.1 Selección, e instalación de sensores de presencia.

Para que los sensores de presencia sean totalmente eficaces se requieren de una aplicación apropiada.

SALA DE REUNIONES

Dirección de Desarrollo Organizacional

Se parte de la siguiente información:

Número de luminarias	6	Número de lámparas Fluorescentes	12
Potencia Unitaria	32 W	Potencia total a controlar	348 W

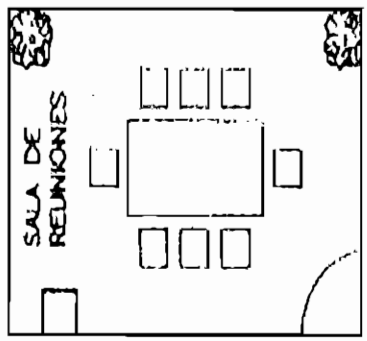
Con los datos de los requisitos establecidos en catálogos se identifica:

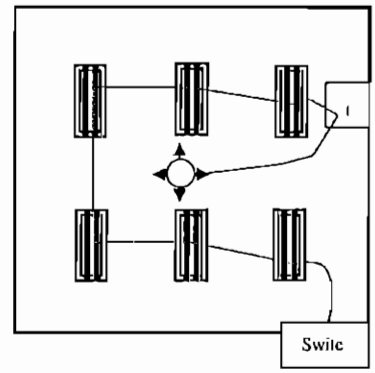
Tipo de sensor S-RC Catalogo No. 6778 (ANEXO 4)

Una manera simple de reducir el consumo de energía en esta área es; controlar las 6 luminarias con un sensor de presencia suspendida del techo que apague automáticamente las lámparas cuando no hay la presencia de alguien en el área.

SALA DE REUNIONES

Dirección de Desarrollo Organizacional





OFICINA EJECUTIVA
Asesoría Legal

Se parte de la siguiente información:

Número de luminarias 3 | Número de lámparas Fluorescentes 6

Potencia Unitaria 32 W | Potencia total a controlar 192 W

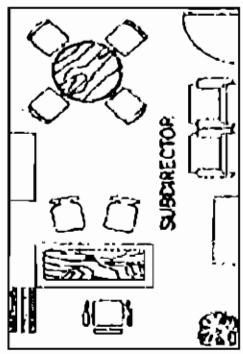
Con los datos de los requisitos establecidos en catálogos se identifica:

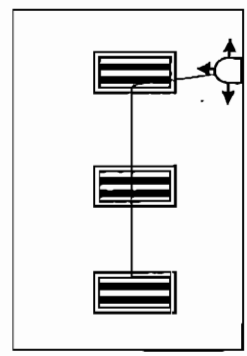
Tipo de sensor S-WS Sensor tipo Interruptor 180° / 6800-W

Catalogo No. 16775 (ANEXO 4)

Una manera simple de reducir el consumo de energía en esta área es; controlar las 3 luminarias con un sensor de presencia tipo interruptor 180° que apague automáticamente las lámparas cuando no hay la presencia de alguien en el área.

OFICINA EJECUTIVA
Asesoría Legal





BAÑOS GENERALES

Se parte de la siguiente información:

Número de luminarias en cada baño 1 Número de lámparas Fluorescentes 2
Potencia Unitaria 20 W Potencia total a controlar 40 W

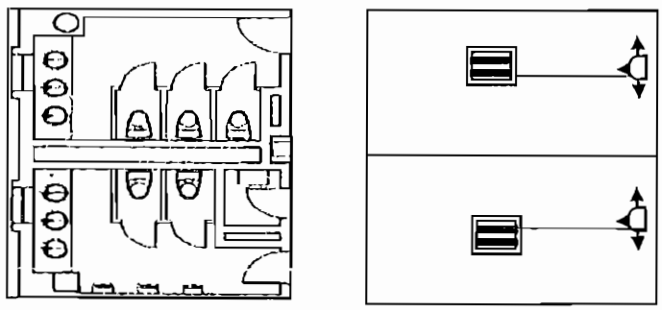
Con los datos de los requisitos establecidos en catálogos se identifica:

Tipo de sensor S-WS Sensor tipo Interruptor 180° / 6800-W

Catalogo No. 16775 (ANEXO 4)

Una manera simple de reducir el consumo de energía en esta área es; controlar la 1 luminaria con un sensor de presencia tipo interruptor 180° que apague automáticamente la lámpara cuando no hay la presencia de alguien en el área.

BAÑOS



De esta forma se seleccionará y se ubicara los sensores, que a manera de ejemplo se han detallado los anteriores y lo concerniente al resto de áreas se detalla en el ANEXO 7. En la siguiente tabla se presenta un resumen.

TABLA 4.2 Resumen de la ubicación de sensores

Piso	Departamento	Área a Colocarse	Número Lamp	P (W)	Tipo de sensor	Cant
9	Sistemas de Información	Archivo	9-2x32	576	S-RC	1
9	Sistemas de información	Baño Hombres	2-2x32	128	S-WS	1
9	Sistemas de información	Baño Mujeres	2-2x32	128	S-WS	1
9	Proyectos	Cafetería	2-2x32	128	S-WS	1
9	Dirección Administrativa	Archivo	2-2x32	128	S-WS	1
9	Dirección Administrativa	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC	1
9	Direc. de Recursos Humanos	Sala Reunión	6-2x32	384	S-RC	1
8	Corredor posterior	Baño Hombres	2-2x20	80	S-WS	1
8	Corredor posterior	Baño Mujeres	2-2x20	80	S-WS	1
8	Direc. Serv. Financieros	Sala Reunión	4-2x40	320	S-RC	1
8	Direc. Serv. Financieros	Copiadora	2-2x32	128	S-WS	1
8	Direc. Riesgos. Financieros	Sala Reunión	5-2x32	320	S-RC	1
8	Direc. Gen. Bancaria	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC	1
8	Direc. Desarr. Organizacional	Sala Reunión	6-2x32	384	S-RC	1
8	Sub-Gerente General	Cafetería	3x60	180	S-WS	1
7	Telefonía	Of-Técnico	3-2x32	192	S-WS	1
7	Telefonía	Of-Técnico	3-2x32	162	S-WS	1
7	Baño	Baño posterior H	1-2x20	40	S-WS	1
7	Baño	Baño posterior M	1-2x20	40	S-WS	1
7	Direc. Recu. Finan. y Adm. Activos	Archivo1	2-2x40	160	S-WS	1
7	Direc. Recu. Finan. y Adm. Activos	Archivo2	3-2x40	240	S-WS	1
7	Asesoria legal	Cafetería	2-2x32	128	S-WS	1
7	Asesoria legal	Of-15 Archivo	2-2x32	128	S-WS	1
7	Dirección de Inversiones	Archivo	2-2x32	128	S-WS	1
6	Baño corredor posterior	Baño posterior Hombres	1-2x20	40	S-WS	1
6	Baño corredor posterior	Baño posterior Mujeres	1-2x20	40	S-WS	1
6	Oficina Posterior - Pasaje4	Archivo	2-2x32	128	S-WS	1
6	Oficina Posterior - Pasaje4	Cafetería	2-2x32	128	S-WS	1
6	Direc. General de Estudios	Copiadora	2-2x32	128	S-WS	1
6	Direc. General de Estudios	Sala Reunión	6-2x32	384	S-RC	1
5	Direcc. Imagen Corporativa	Of-2	2-2x32	128	S-WS	1
5	Baño Corredor Posterior	Baño Hombres	1-2x20	40	S-WS	1
5	Baño Corredor Posterior	Baño Mujeres	1-2x20	40	S-WS	1
5	Indicadores Monetarios	Archivo2	2-2x32	128	S-WS	1
5	Indicadores Monetarios	Archivo1	2-2x32	128	S-WS	1
5	Indicadores Monetarios	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC	1
5	Estadísticas Económicas	Sala Reunión	6-2x32	384	S-RC	1
5	Estadísticas Económicas	Cafetería	2-2x32	128	S-WS	1
4	Ingeniería Software	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC	1
4	Baño Posterior	Baño Hombres	1-2x20	40	S-WS	1
4	Baño Posterior	Baño Mujeres	1-2x20	40	S-WS	1
4	Acceso Común	Corredor posterior	9-2x20	360	S-WS	1
4	Director	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC	1
4	Acceso Común	Ascensor Frontal	2-2x32	128	S-WS	1

Piso	Departamento	Área a Colocarse	Número Lamp	P (W)	Tipo de sensor	Cant
3	Corredor Posterior	Baño Hombres	1-2x20	40	S-WS	1
3	Corredor Posterior	Baño Mujeres	21-2x20	40	S-WS	1
3	Dirección Financiera	Archivo	4-2x32	256	S-WS	1
3	Dirección Auditoria General	Archivo	3-2X32 1X26	218	S-WS	1
3	Dirección Auditoria General	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC	1
3	Fondo Monet. Internacional	Copiadora	2-2x32	128	S-WS	1
3	Fondo Monet. Internacional	Sala Reunión	3-2x32	192	S-RC	1
MZ	Comercio Ext -Cartas de crédito	Archivo2	2-2x32	128	S-WS	1
MZ	Comercio Ext -Cartas de crédito	Archivo1	4-2x32	256	S-WS	1
MZ	Dirección Deuda	Cafetería	1-2x32	64	S-WS	1
MZ	Dirección Deuda	Archivo1	3-2x32	192	S-WS	1
MZ	Sector Público	Archivo2	4-2x32	256	S-WS	1
MZ	Sector Público	Archivo1	2-2x32	128	S-WS	1
MZ	Adm. Cuentas Sist. Financiero	Archivo2	2-2x32	128	S-WS	1
PB	Bóveda	Baño Hombres	2-2x32	128	S-WS	1
PB	Bóveda	Baño Mujeres	2-2x32	128	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo2	4-2x32	256	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo2	4-2x32	256	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo2	4-2x32	256	S-WS	1
PB	Bodega	Archivo2	4-2x32	256	S-WS	1
PB	Entrada a Bodega	Baño Hombres	2-2x40	160	S-WS	1
PB	Entrada a Bodega	Baño Mujeres	2-2x40	160	S-WS	1
PB	Entrada a Bodega	Pasillo	5-2x32	320	S-WS	1
PB	Coord. Informaciones Económicas	Sala Reunión	3-2x32	192	S-RC	1
PB	Distribución de Publicaciones	Bodega	6-2x32	384	S-WS	1
PB	Distribución de Publicaciones	Bodega	6-2x32	384	S-WS	1
PB	Distribución de Publicaciones	Baño Hombres	1-2x32	64	S-WS	1
PB	Distribución de Publicaciones	Baño Mujeres	1-2x32	64	S-WS	1
PR	Nivel 1	Área Central	4-2x40	320	S-WV	1
PR	Nivel 1	Área Central	4-2x40	320	S-WV	1
PR	Nivel 1	Entrada MZ	6-2x40	480	S-WS	1
PR	Nivel 1	Baño Hombres	3-2x40	240	S-WS	1
PR	Nivel 1	Baño Mujeres	4-2x40	320	S-WS	1
PR	Nivel 2	Área Central	4-2x40	320	S-WV	1
PR	Nivel 2	Área Central	4-2x40	320	S-WV	1
PR	Nivel 2	Entrada PB	6-2x40	480	S-WS	1
PR	Nivel 2	Baño Hombres	3-2x40	240	S-WS	1
PR	Nivel 2	Baño Mujeres	4-2x40	320	S-WS	1
PR	Nivel 3	Área Central	4-2x40	320	S-WV	1
PR	Nivel 3	Área Central	4-2x40	320	S-WV	1
PR	Nivel 3	Entrada Subsuelo	6-2x40	480	S-WS	1
PR	Nivel 3	Baño Hombres	4-2x40	320	S-WS	1
PR	Nivel 3	Baño Mujeres	3-2x40	240	S-WS	1
			TOTAL	21064		93

ANALISIS

En el diseño se consideraron tres puntos criterios:

1. El Color de pintura para techos, paredes y pisos con colores claros cuyo coeficiente de reflexión sea alto y ayude a mejorar notablemente el nivel luminoso en un área determinada.

2. El calculó del número de lámparas para los niveles de iluminación establecidos (300 lux.), con luminarias tipo : TL32W/84 y lámparas alta eficiencia.

3. El diseño del sistema de control de iluminación con sensores de presencia, cuyas luminarias se apagan a la hora de salida o cuando no se encuentre nadie en las áreas de trabajo por un largo tiempo.

Como resultado del diseño se recomienda la instalación de 93 sensores en las áreas detalladas en la TABLA 4.2 con los que se logrará controlar una potencia de 21064 W, esto influirá en el ahorro mensual de consumo de energía eléctrica por concepto de iluminación.

CAPÍTULO V

OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN

5.1. INTRODUCCIÓN

El compromiso del departamento de infraestructura y mantenimiento del Banco Central del Ecuador es reducir los costos de operación, y mantenimiento, incrementar la productividad en el lugar de trabajo, aplazar los requerimientos de nuevas inversiones, mejorar la imagen y prestigio de la institución, sin perder de vista la estética según las formas, tamaños de los lugares a iluminar.

Razón por la cual en el presente capítulo se describe la forma en la cual los sensores de presencia, en un pequeño cuadro de iluminación, controlan bloques de luminarias que agrupadas para realizar diferentes funciones pueden operar con un mínimo desperdicio de energía.

5.2. OPERACIÓN DEL SISTEMA

La causa mas común de desperdicio de la energía en iluminación es: **"Dejar las luces encendidas cuando no se necesitan".**

En las últimas décadas hemos tenido tarifas subsidiadas, que han generado no solo malos hábitos de consumo en la población, sino también la renuencia a utilizar equipos y procesos más eficientes o a buscar alternativas energéticas más rentables.

5.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CONSUMO DE ENERGÍA EN EL EDIFICIO

El edificio Casa Matriz del Banco central del Ecuador siendo un gran consumidor de energía, no ha tenido un crecimiento planificado.

El uso inadecuado de la energía eléctrica, la falta de tecnología moderna, la falta de mantenimiento en las instalaciones y proyecciones a futuro se debe a que el departamento de infraestructura no cuenta con el personal especializado en el tema de uso eficiente de la energía.

5.2.2 CRITERIOS DE OPERACIÓN

Los siguientes criterios de operación del sistema de control de iluminación a través del uso apropiado de sensores de presencia ayudarán a reducir los costos por consumo de energía:

Al diseñar cualquier instalación con sensores de presencia, se debe considerar:

- ✓ Tamaño y esquema del área a iluminar
- ✓ Rutina de todo el personal de oficina.
- ✓ Espacio de trabajo necesario a cubrir
- ✓ Especificación correcta de la carga eléctrica.

Siguiendo esta línea, en el mercado se encuentran plantillas (1/8 pulgada) qué puede ayudar a encontrar la mejor ubicación para montar los sensores dentro de cualquier área.

5.2.3 AJUSTES DE TIEMPO EN EL SENSOR

Para determinar el tiempo de ajuste en el sensor se realizó una entrevista a todo el personal que labora en el edificio y de esta manera se identificó el tiempo y la forma que normalmente se utiliza la energía eléctrica para iluminación en el área de trabajo.

Aun cuando el sensor de presencia siga encendido después que una persona ha salido del área **"tiempo-fuera"** del ajustado, es provechoso calibrar bien la duración de las luces encendidas.

El EPA sugiere de 2-5 minutos de tiempo-fuera para que los sensores de presencia ahorren la mayor cantidad de energía. Sin embargo, en el

presente proyecto se prefiere calibrar de 6 - 10 minutos; ya que el personal del banco entra y sale con frecuencia del puesto de trabajo.

5.3.3. APLICACIÓN, E INSTALACIÓN DE LOS SENSORES DE PRESENCIA.

Los sensores de presencia son dispositivos muy sensibles, que requieren de una aplicación apropiada para ser totalmente eficaces. A continuación se detalla los puntos más importantes que se deben tomar en cuenta para aplicar, e instalar correctamente.

- ✓ Disponibilidad en el mercado de diferentes formas de aplicaciones: paredes (tipo interruptor), montadas en el techo, o al aire libre.

- ✓ Disponibilidad de accesorios a ser utilizados apropiadamente en una instalación y que cumplan con las normas aplicadas en el edificio.

- ✓ Una vez seleccionado el sensor se debe determinar el tiempo más adecuado para activarse en un lugar determinado.

- ✓ Verificar que el sensor tenga un campo de vista ajustable, para que la visión pueda restringirse si es necesario (por ejemplo, para impedir que el sensor "vea " fuera del cuarto supervisado).

- ✓ Verificar si el sensor que esta montado en la pared, en el que la vista es verticalmente ajustable, se puede colocar cerca del techo.

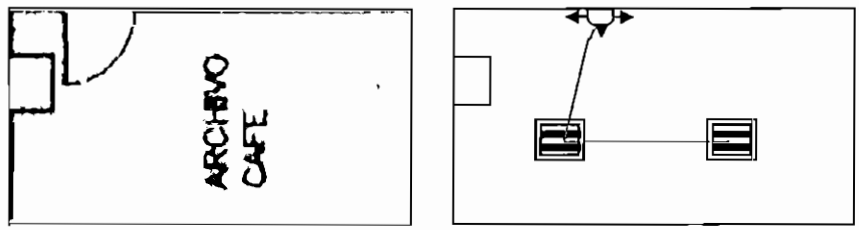
- ✓ Verificar que el mecanismo manual de ENCENDIDO-APAGADO del sensor funcione correctamente.

5.3 APLICACIÓN DE LOS SENSORES DE PRESENCIA

Los siguientes diseños con sensores muestran sólo las aplicaciones más comunes. Seguro de considerar todos los problemas abordados previamente en este proyecto se procede a detallar los siguientes:

Séptimo Piso Departamento de Asesoría legal
Oficina Archivo Café

Reemplazando a un interruptor existente en la pared.

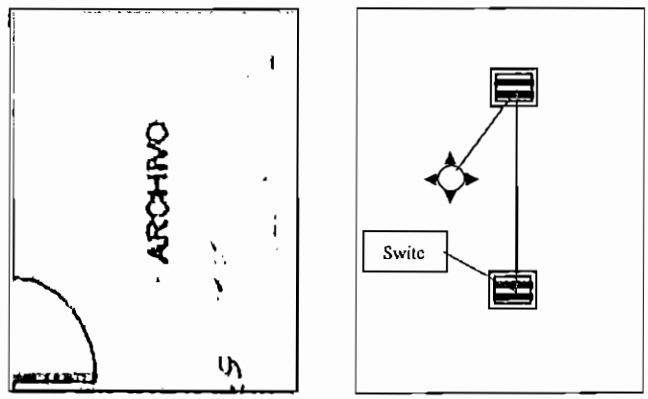


Tipo de sensor S-WS
Sensor tipo Interruptor 180° / 6800-W
Catalogo No. 16775 (ANEXO 4)

Nota: El Sensor reemplaza al interruptor en la puerta. El ocupante debe ser visto por el sensor al entrar y también cuando está sentado en el escritorio.

Noveno Piso Departamento de Dirección Administrativa
Oficina Archivo

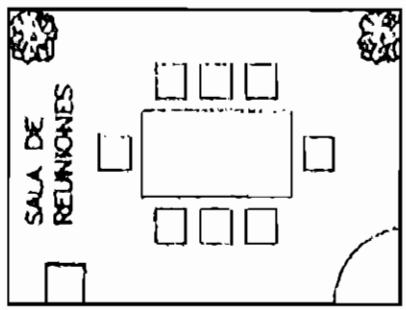
Oficina con sensor montado en el techo

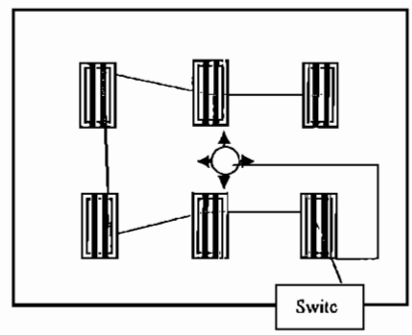


Tipo de sensor S-RC
Sensor suspendido del techo
Catalogo No. 6778 (ANEXO 4)

Nota: El sensor está montado sobre el área de trabajo, se enciende a través de una unidad de control. Este sensor esta conectados a un circuito eléctrico de bajo voltaje. Las luces se apagan por medio de un switch existente en el sensor.

Sexto Piso Departamento Dirección General de estudios
Oficina Sala de Reuniones

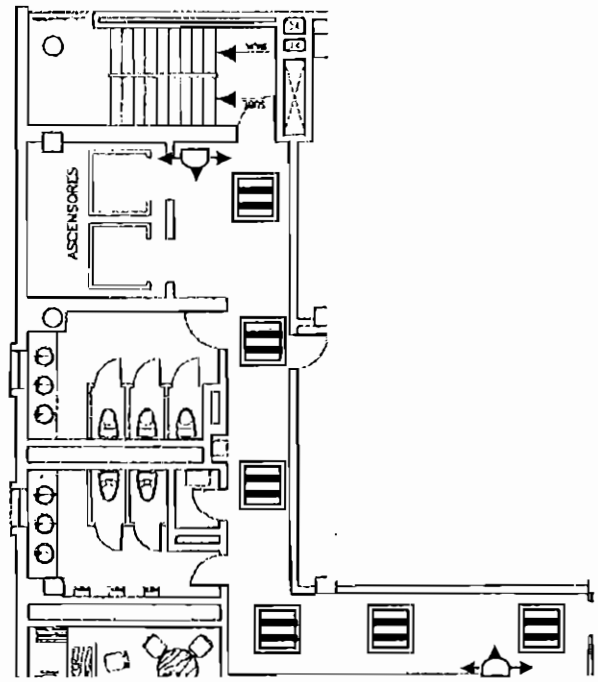




Tipo de sensor S-RC
Sensor suspendido del techo
Catalogo No. 6778 (ANEXO 4)

NOTA: El sensor de techo está montado sobre el área de trabajo que controla las luces a través de un rele de la unidad de control. Esta unidad conjuntamente con el sensor están montados en el techo fijamente y se conectan a un circuito eléctrico de bajo voltaje. Las luces sólo pueden apagarse por el único switch existente en el sensor. El interruptor es opcional, es aconsejable si la sala va a ser usada para audio/video.

Cuarto Piso
Corredor Posterior



Tipo de sensor S-WS
Sensor tipo Interruptor 180° / 6800-W
Catalogo No. 16775 (ANEXO 4)

NOTA: En el corredor los sensores deben proporcionar fondos solapados que aseguren el encendido de las luces al entrar en el área del corredor, la escalera, el ascensor, o del interior de una oficina. Los sensores y la unidad de control están conectados a un circuito de bajo voltaje, para dar una iluminación apropiada.

COMENTARIO

En este capitulo, a partir de establecer apropiados criterios de operación del sistema de control de iluminación a través del uso adecuado de sensores de presencia se puede apreciar que se logra un uso adecuado de la energía eléctrica.

El tiempo de ajuste de los sensores se determinó mediante criterio del personal del banco que tiene experiencia en la operación del sistema de iluminación en las respectivas áreas de trabajo. Se recomienda la apropiada aplicación de los sensores para que su uso sea efectivo.

CAPÍTULO VI

ANALISIS ENTRE

EL SISTEMA EXISTENTE CON EL DISEÑO PROPUESTO

6.1. INTRODUCCIÓN

En este capitulo se comparan los resultados obtenidos en el diseño con los valores medidos y se describen los beneficios técnicos que se logrará con la ejecución del proyecto de implementación de sensores de presencia y la correcta utilización de la luz natural en el ex - edificio Casa Matriz del Banco Central del Ecuador.

La inversión requerida para esta implementación se puede recuperar con los propios ahorros que éstos generan.

Previamente se ha establecido los niveles de iluminación para cada una de las áreas específicas y para cada uno de los puestos de trabajo.

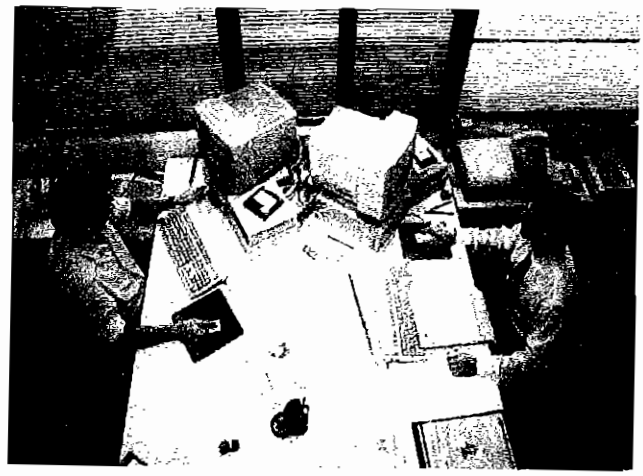
6.2. APROVECHAMIENTO DE LA LUZ DIURNA

Algunas características de arquitectura pueden incrementar la luz natural disponible para un espacio, los métodos de determinación se detalla en el CAPITULO 2.3.2.

Los antepechos de ventana con capacidad de reflexión y las cortinas venecianas adecuadamente diseñadas y con el ángulo conveniente, amplifican el flujo de luz a través de ventanas o de aberturas opacas, como las paredes de ladrillo de vidrio.

Para evitar que la luz y la radiación solar directa calienten excesivamente el edificio durante las tardes, en la mayoría de las oficinas que dan a las ventanas se recomienda utilizar persianas.

GRÁFICO 6.1 Oficinas central telefónica - Piso 7



El incentivo para incrementar la iluminación natural es que resulta mejor para la discriminación del color y para el trabajo continuo como: áreas de computación, atención al cliente, salas de espera.

La luz artificial se puede aproximar a la luz natural ideal, pero no más. Por tanto cualquier método que pueda aumentar la luz natural en una oficina, incrementa la iluminación ambiental y mejora la actitud y productividad del personal del banco.

Otro factor de luz diurna que se debe considerar es que las ventanas con persianas ciegas o cortinas tienen un valor aislante mas elevado. Esto es contraproducente por que las luces en una oficina también producen una parte de calor que se debe retirar mediante el acondicionamiento de aire. Esta carga adicional puede llegar a constituir el 10% de la carga total. Con la excepción de la luz directa, que generalmente resulta más económica sacar partido de la luz natural y pagar una pequeña penalidad por el mayor costo del aire acondicionado.

A continuación se detalla a manera de ejemplo las oficinas del 7mo piso con ventanas exteriores que tienen una cierta cantidad de luz diurna disponible que se suma a la iluminación que brinda las luces artificiales.

TABLA 6.1 Áreas con ventanas externas Piso 7

DEPARTAMENTO	Áreas ó Departamento	Total Luminarias	Luminarias Hacia ventanas exteriores	Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Unitaria (W)	Consumo kWh/mes
Baños	Baño general posterior H y M	2-2x20	1	60	40	9,6
Direc.Recu.Finan.y Adm. Activos	Archivo1	2-2x40	1	40	80	12,8
	Archivo2	3-2x40	1	40	80	12,8
	Copiadora	2-2x40	1	50	80	16
	Of-1	2-2x40	1	50	80	16
	Of-2	4-2x40	2	50	80	32
	Of-grande	20-2x40	5	50	80	80
Recup. Fianan. Y Juz. Coacti.	Of-1	2-2x32	1	50	64	12,8
	Of-2	4-2x32	2	50	64	25,6
	Sala de Reuniones	2-2x32	1	50	64	12,8
Asesoría legal	Cafetería	2-2x32	1	40	64	10,24
	Of-1	2-2x32	1	50	64	12,8
	Of-2	2-2x32	1	50	64	12,8
	Of-3	2-2x32	1	50	64	12,8
	Sala Reunión	3-2x32	1	50	64	12,8
Dirección de Inversiones	Archivo	2-2x32	1	40	64	10,24
	Of-1	2-2x32	1	50	64	12,8
	Of-2	13-2x32	4	50	64	51,2
	Secretaria	8-2x32	4	50	64	51,2
Telefonía	Operadores Central-Telefónica	5-2x32	2	50	64	25,6
	Bodega	3-2x32	1	50	64	12,8
TOTAL					1416	455,68

En esta tabla se puede apreciar que aprovechando al máximo el aporte de luz natural se deberán apagar las luminarias que dan a las ventanas externas del edificio con lo que se lograra una importante reducción en el consumo de energía. TABLA 6.1.

6.2.1. RECOMENDACIONES PARA APROVECHAR EFICIENTEMENTE LA LUZ DIURNA

1. Si en las áreas detalladas en la TABLA 6.1 es posible apagar todas las luces cuando las condiciones exteriores son favorables, el costo total de la iluminación puede ser considerado ahorro neto. Incluso aun que la luz natural varíe a lo largo del día y de estación en estación, los ahorros anuales de electricidad pueden ser casi el 60% de la facturación de iluminación.

2. Si se instala un circuito especial para las grandes salas y oficinas con ventanas exteriores, de forma que las filas exteriores de luminarias se puedan conectar separadamente del resto de la conexión de todo el piso.

   Estas luces perimetrales sirven a la parte de la sala de reuniones, oficinas ejecutivas y baños generales que son aptas para aprovechar la luz diurna, cuya disposición permite que una parte de las luminarias estén apagadas la mayor parte del día. Las luces pueden ser controladas bien por un interruptor directo o por una combinación interruptor/sensor óptico.

3. Una alternativa final en un espacio con luz diurna es colocar las luminarias según un sistema de conexionado multi-nivel. Si se tiene por ejemplo tres luminarias de tres lámparas cada una, se pueden modificar los balastos para permitir la operación de 1, 2, o 3 lámparas, lo que se traduce en tres niveles distintos de iluminación. Este tipo de instalación brinda la flexibilidad necesaria para que la luz diurna complementada con el mínimo gasto energético posible suministre los niveles de iluminación adecuados. El interruptor puede controlarse mediante una célula fotosensible, lo que optimiza el ahorro y el confort.

Cada uno de estos sistemas permite conseguir ahorros inmediatos, dependiendo del tipo de control utilizado y de las modificaciones que sean necesarias en los interruptores actuales.

6.3 ANÁLISIS DEL SISTEMA EXISTENTE

Este análisis está orientado a aprovechar todas las oportunidades de uso eficiente de energía, y mejorar los niveles de iluminación en el lugar de trabajo.

A continuación se presenta un resumen detallado por pisos y por departamentos con el numero respectivo de lámparas existentes, junto a esta columna se contrasta los niveles de iluminación actuales y los recomendados por normas, que permitirán determinar el porcentaje de iluminación deficiente.

NOTA.- En las siguientes tablas los porcentajes de iluminación positivos indican un exceso de iluminación y los negativos indican déficit de iluminación.

TABLA 6.2 Resumen del numero de luminarias y niveles de iluminación

Oficina Abierta Computación							
PISO	DEPARTAMENTO	Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia Medida (lux)		Iluminancia Normas (lux)	Porcentaje de iluminación
9	Direcc. de Recursos Humanos	Oficina 3	8-2x32	300	320	300	6,67%
8	Sub-Gerente General	Subgerente	8-2x32	200	250	300	-16,67%
5	Direcc.Imagen Corporativa	Producción Audiovisual	6-2x32	120	120	300	-60,00%
4	Servicios Informáticos	Division 1	9-2x32	120	180	300	-40,00%
4	Servicios Informáticos	Oficina 4	7-2x32	300	280	300	-6,67%
4	Direc. Informática	Oficina 1	8-2x32	180	240	300	-20,00%
3	Fondo Monet.Internacional	Oficina 1	6-2x32	280	200	300	-33,33%
3	Fondo Monet.Internacional	Oficina 2	6-2x32	300	280	300	-6,67%
3	Dirección Auditoría General	Auditor	6-2x32	220	220	300	-26,67%
MZ	Adm.Cuentas Sist.Financiero	Division 3	6-2x32	240	260	300	-13,33%
MZ	Direc.Operaciones Internacionales	Subdirector	6-2x32	260	250	300	-16,67%
MZ	Comercio Exterior -Cartas de credito	Division 7	6-2x32	220	300	300	0,00%
MZ	Sector Público	Division 2	6-2x32	300	300	300	0,00%
PB	Distribución de Publicaciones	Diagramación	6-2x32	300	160	300	-46,67%
PB	Archivo y correspondencia	Oficina	6-2x32	210	180	300	-40,00%
PB	Distribución de Publicaciones	Diagramación	6-2x32	300	160	300	-46,67%

Déficit < 20%	Déficit > 20%
7	8
46,67%	53,33%

En esta tabla se puede apreciar que un 53.33% de oficinas abiertas computación tienen niveles de iluminación deficientes.

Planta abierta general							
PISO	DEPARTAMENTO	Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia Medida (lux)		Iluminancia Normas (lux)	Porcentaje de iluminación
9	Dirección Administrativa	Sala Reunión	4-2x32	280	400	300	33,33%
9	Direcc. de Recursos Humanos	Sala Reunión	6-2x32	250	300	300	0,00%
9	Sistemas de Información	Archivo	9-2x32	250	280	300	-6,67%
8	Direc.Serv.Financieros	Sala Reunión	4-2x32	190	250	300	-16,67%
8	Direc.Gen.Bancaria	Sala Reunión	6-2x32	160	300	300	0,00%
8	Direc.Desa.Organizacional	Sala Reunión	6-2x32	180	280	300	-6,67%
8	Direc.Riesgos.Financieros	Director	7-2x32	260	240	300	-20,00%
5	Estadisticas Económicas	Sala Reunión	6-2x32	200	220	300	-26,67%
4	Ingeniería Software	Sala Reunión	4-2x32	300	200	300	-33,33%
3	Dirección Auditoría General	Sala Reunión	4-2x32	300	40	300	-86,67%
3	Direc.Gen.Serv.Corporativos	Secretaría	9-2x32	280	300	300	0,00%
3	Direc.Gen.Serv.Corporativos	Of-Director	7-2x32	300	280	300	-6,67%
MZ	Adm.Cuentas Sist.Financiero	División 2	9-2x32	180	180	300	-40,00%
MZ	Direc.Deuda	Division 3	7-2x32	250	200	300	-33,33%
MZ	Sector Público	Division 1	7-2x32	240	240	300	-20,00%
PB	Biblioteca	Sala Consulta	9-2x32	90	120	300	-60,00%

Déficit < 20%	Déficit > 20%
7	8
46,67%	53,33%

En esta tabla se puede apreciar que un 53.33% de plantas abiertas generales tienen niveles de iluminación deficientes.

Acceso Común Corredores							
PISO	DEPARTAMENTO	Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia Medida (lux)		Iluminancia Normas (lux)	Porcentaje de iluminación
8	Acceso Común	Ascensor frontal	3x13	40	20	100	-80,00%
8	Acceso Común	Bajo gradas	3x13	90	100	100	0,00%
8	Acceso Común	Corredor largo	6x13	40	20	100	-80,00%
8	Acceso Común	Ascensor posterior	3x13	40	15	100	-85,00%
6	Acceso Común	Ascensor frontal	3x13	50	50	100	-50,00%
6	Acceso Común	Corredor largo	8x13	80	80	100	-20,00%
6	Acceso Común	Ascensor posterior	4x13	40	15	100	-85,00%
5	Acceso Común	Corredor largo	11x26	40	40	100	-60,00%
5	Acceso Común	Ascensor posterior	4x26	50	30	100	-70,00%
PB	Acceso Común	Hall	4-2x20	90	80	100	-20,00%
PB	Acceso Común	Ascensor frontal	4-2x20	100	90	100	-10,00%

Déficit < 20%	Déficit > 20%
2	9
18,18%	81,82%

En esta tabla se puede apreciar que un 81.82% de áreas con corredores tienen niveles de iluminación deficientes.

Oficinas Ejecutivas							
PISO	DEPARTAMENTO	Áreas ó Departamento	Lumina rias	Iluminancia Medida (lux)		Iluminancia Normas (lux)	Porcentaje de iluminación
9	Proyectos	Oficina	4-2x32	300	300	300	0,00%
9	Servicio Social	Oficina	4-2x32	280	300	300	0,00%
9	Fondo de pensiones	Oficina	4-2x32	240	300	300	0,00%
6	Of-Posterior-Pasaje4	Of-Director	3-2x32	200	140	300	-53,33%
3	Direc.Gen.Serv.Corporativos	Of-Director	7-2x32	300	280	300	-6,67%
3	Serv.Finan."Custodia"	Of-secundaria	2-2x32	100	90	300	-70,00%
3	Serv.Finan."Custodia"	Of-principal	5-2x20	100	90	300	-70,00%
PB	Distribución de Publicaciones	Of-Public.Económicas	4-2x32	180	240	300	-20,00%

Déficit < 20%	Déficit > 20%
4	4
50,00%	50,00%

En esta tabla se puede apreciar que un 50.0% de oficinas ejecutivas tienen niveles de iluminación deficientes.

En general estas tablas muestran que hay áreas con niveles de iluminación inferiores a las recomendadas. Por ejemplo en el tercer piso en el departamento de Servicios Financieros "Custodia" oficina principal y oficina secundaria, el nivel de iluminación recomendado es de 300 lux y el existente es 90 lux que representa una deficiencia del 70% y si en estas condiciones aumentamos potencia de las luminarias aumenta el consumo de energía.

6.4 ANÁLISIS CON CAMBIOS TECNOLÓGICOS

Cabe recalcar que a más de mejorar los niveles de iluminación en las diferentes áreas del edificio se puede dar un uso eficiente de energía con un pequeño cambio arquitectónico y la instalación de nueva tecnología, llegándose a obtener ahorros importantes en las planillas de la luz.

Para analizar las ventajas de este diseño se procede con el siguiente orden:

1) Análisis lámparas 40W vs Lámparas 32W con Balasto estándar y Balasto electrónico

2) Análisis con sensores de presencia

3) Análisis con la aplicación de pintura

6.4.1 LÁMPARAS 40W VS LÁMPARAS 32W CON BALASTO ESTÁNDAR Y BALASTO ELECTRÓNICO

Las lámparas fluorescentes, por su característica de funcionamiento requiere de un balasto de características especiales, que permita controlar el nivel de iluminación con un dimmer, lamentablemente los costos de éste balasto son demasiado elevados y se encuentran por lo tanto fuera del alcance del presupuesto del proyecto.

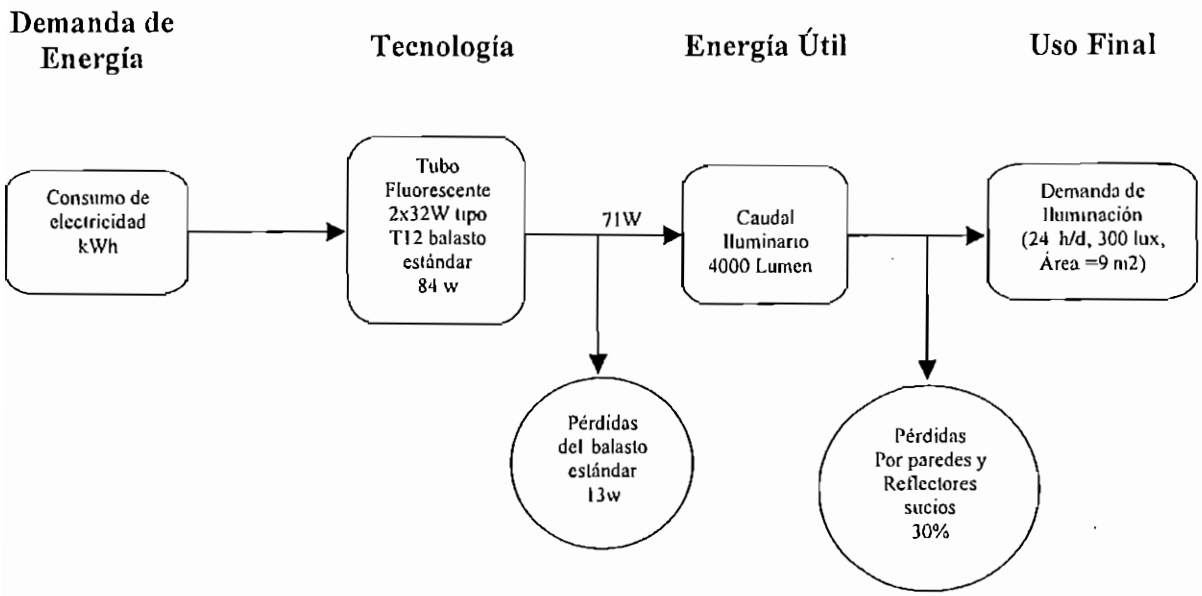
Para contrarrestar la problemática del uso ineficiente de energía, en el presente estudio, se analiza técnicamente el uso final de la energía en ambiente Iluminado.

6.4.1.1 Demanda con Balastos estándar y con balastos electrónicos

Esta evaluación analiza el consumo mensual (de energía eléctrica con balastos estándar y balastos electrónicos) llegándose a determinar gráficamente el ahorro mensual que se obtiene utilizando este equipo.

Para ello se requiere determinar el número total de luminarias y las perdidas de energía que se obtiene con balasto estándar.

GRÁFICO 6.2 Perdidas de energía con balasto estándar



En este gráfico se puede apreciar que de los 84 W que demanda el balasto estándar, 13 W son perdidas del balasto y los 71 W restantes son aprovechados de los que se obtiene 4000 lúmenes.

TABLA 6.3 Demanda con balasto estándar

Luminaria con balasto estándar	Luminaria fluorescente 2x40 W tipo	Luminaria fluorescente 2x32 W tipo	Luminaria fluorescente 2x20 W	Total
Potencia Unitaria (W)	108,4	84	52,0	
Total de Balastos	356	1341	84	**1781**
Sub -Total Potencia (W)	38.590,4	112. 644,0	4.368,0	**155.602,4 W**

En la TABLA 6.3 se presenta el cálculo de la demanda total con balastos estándar, tomando como referencia las luminarias 2x40, 2x32, 2x20 cuya potencia unitaria es 108.4W, 84W, 52W respectivamente, de dicho calculo se obtiene que la demanda total es 155.602,4W.

6.4.1.2. Análisis del consumo de energía

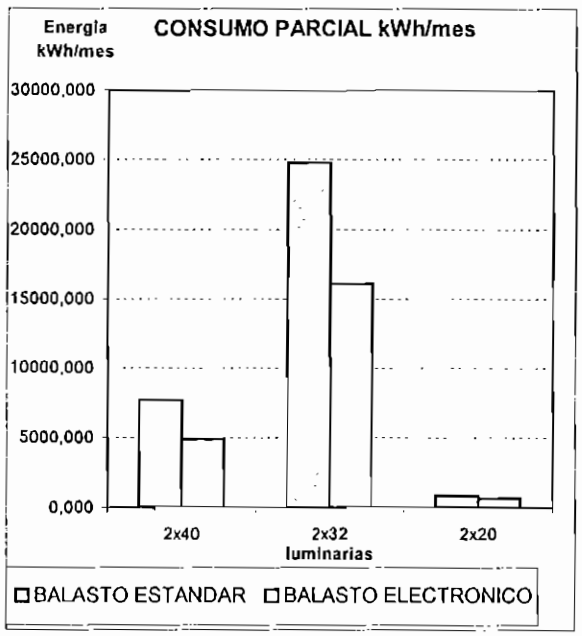
Luego de determinar la demanda con balasto estándar y balasto electrónico se procede con el calculo del consumo de energía.

Para ello se determina el consumo promedio (h/mes) de las lámparas, asumiendo que permanecen encendidas 10 horas diarias desde que el personal llega a las 8 H:00 hasta las 18 – 20 H:00 y durante 20 días al mes, de lo que se obtiene un consumo promedio de 200 h/mes.

TABLA 6.6 Consumo Total

Tipo de Luminaria	BALASTO ESTÁNDAR				BALASTO ELECTRÓNICO			
	Fluorescente 2X40W	Fluorescente 2X32W	Fluorescente 2X20W	Total	Fluorescente 2X40W	Fluorescente 2X32W	Fluorescente 2X20W	Total
Demanda Potencia(kW)	38.590,4	112.644,0	4.368,0	155.602,4 kW	24,564	80,460	3,360	108,384 kW
Horas Uso (h/mes)	200	200	200		200	200	200	
Sub-Total Energía (kWh)/mes	7.718,080	22.528,800	873.600	31.120,480 kWh/mes	4.912,800	16.092,000	672,000	21.676,80 kWh/mes

GRÁFICO 6.5 Consumo Parcial y Total con Balasto estándar vs Balasto electrónico



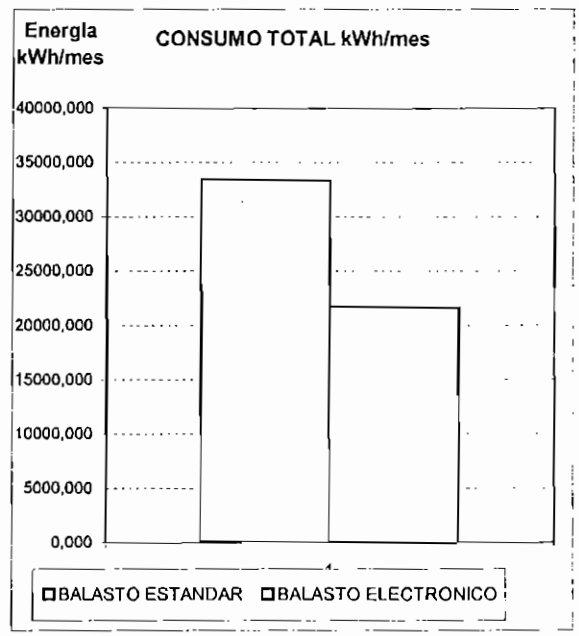
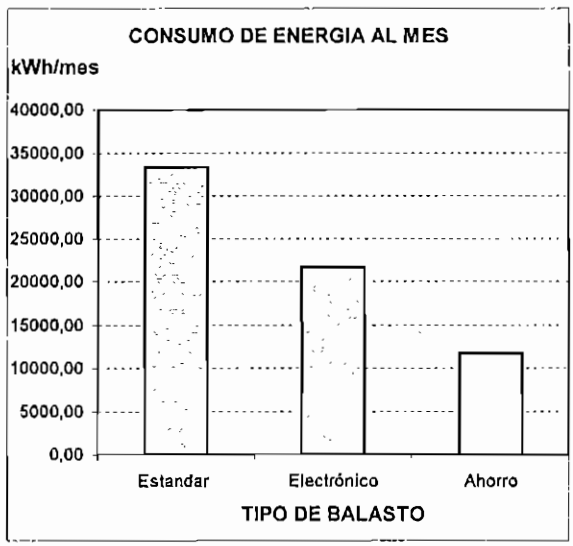


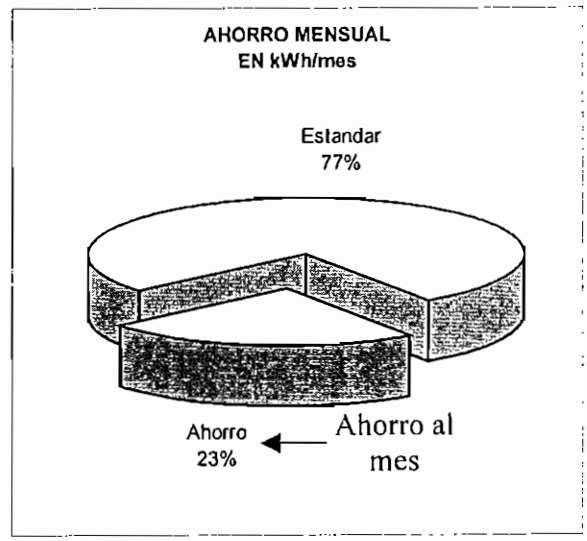
TABLA 6.7 Resumen Ahorro en kWh/mes

		DISEÑO ANTERIOR	DISEÑO PROPUESTO
Luminarias	TOTAL BALASTOS	Consumo Balasto Estándar (kWh)/mes	Consumo Balasto Electrónico (kWh)/mes
2x40	356	7.718.080	4.912.800
2x32	1341	22.528.800	16.092.000
2x20	84	873.600	672.000
Total		31.120,480	21.676,800
AHORRO CON BALASTOS ELECTRONICOS		9.443,680 KWh/mes	

En la TABLA 6.7 se puede apreciar que al reemplazar balastos estándar por balastos electrónicos de alta eficiencia se logra un ahorro en el consumo de energía de 9.443,680 kWh/mes que contribuyen a disminuir el pago mensual de las planillas,

GRÁFICO 6.6 Consumo mensual y ahorro de energía





Este gráfico muestra que utilizando balastos electrónicos se disminuye el consumo de energía en 9.443,680 kWh/mes que representa el 23 % de ahorro mensual en kWh.

6.4.2 ANÁLISIS CON SENSORES DE PRESENCIA

Una vía simple para reducir los costos de Iluminación son los sensores de presencia y para su instalación se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros.

Elementos para el análisis

- Tráfico en el lugar de trabajo (ocupación)
- Cantidad de luminarias (Watios instalados)
- Área de Trabajo

Factores que inciden en el análisis

- Tiempo que pasan las luces encendidas innecesariamente. (horas)
- Potencia Instalada cubierta por los sensores de movimiento (W)
- Costo actual del Kilowatio-hora de la empresa distribuidora (kWh.)

Tipo de sensores a utilizar

- S-RC - Suspendido del techo Catalogo No. 6778
- S-WS - Tipo Interruptor 180° / 6800-W Catalogo No. 16775

6.4.2.1 Implementación de sensores de presencia

Para implementar los sensores de presencia se consideró el esquema del área a cubrir más la rutina de todo el personal de oficina. Estos equipos cubren apropiadamente el espacio de trabajo y tiene especificado la carga eléctrica que pueden controlar.

En la TABLA 4.2 se detalla por pisos y por departamentos el tipo y el número de sensores con los que se controlará las lámparas existentes. Los equipos utilizados en el proyecto son: Sensor tipo Interruptor 180°, sensor de techo infrarrojo 360°. Mayor detalle de los sensores se encuentra en el ANEXO 4.

Gracias a los catálogos de la firma Levitón se ha encontrado el equipo que se adapta a las necesidades para monitorear las diferentes oficinas.

6.4.2.2 Análisis en Kilowatiohora

El departamento de Infraestructura y Mantenimiento ha facilitado las copias de las planilla de pago que a manera de ejemplo se presenta el detalle de la factura No 9000015424-42

FACTURA DE CONSUMO DE GRANDES CLIENTES

- Numero de suministro 90000154-1
- Dirección de notificación 5 Piso
- Dirección de servicio Av 10 de Agosto y Briceño
- Información de consumo Periodo desde 2002/03/01 hasta 2002/03/30

EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.
R.U.C 1790053881001

No. Factura: 9000015406-60

FACTURA DE CONSUMO DE GRANDES CLIENTES

Suministro: 90000154 - 1 BANCO CENTRAL (1) Fax: RUC: 7010100

DIRECCION DE NOTIFICACION:
Geocodigo: 97-01-041-2410
Calle: BRICE%O Numero: 5 PISO Piso: Opto:
Interseccion: FINANCIERO Parroquia: Canton: DISTRITO METROPOLITANO QUITO

DIRECCION DEL SERVICIO:
Piso: 95 Geocodigo: 98-01-044-0950
Calle: AV. 10 DE AGOSTO Numero: Piso: Opto:
Interseccion: BRICENO Parroquia: SAN ROQUE Canton: DISTRITO METROPOLITANO QUITO

INFORMACION DE CONSUMO:
Periodo Consumo Desde: 2002/03/01 Hasta: 2002/03/30 Dias Factur.: 29
Factor de multiplicacion: 1.00 Constante: 1.00
Recargo Pérdidas en Transformación: 0 %

Lectura

Medidor	Descripcion	Actual	Anterior	Consumo	Tipo Lect
15000066	Activa 22h - 07h	52302.070	31189.619	21112.451	ESTIMADA
15000066	Activa 07h - 22h	185673.375	111404.953	74268.422	TOMADA
15000066	Demanda Normal Lec.Ov	298.994	296.999	298.994	TOMADA
15000066	Demanda Pico Lec.Ov.ec	216.784	211.517	216.784	TOMADA
15000066	Reactiva Normal	1347.823	601.914	745.909	TOMADA
15000066	Reactiva Horas Pico	37638.771	19420.559	18219.213	TOMADA

Factor Potencia: 0.99 Factor Correccion: 0.73

Consumos

INFORMACION DE CONCEPTOS FACTURADOS:
Tarifa: Oficiales Dem.Reg.Horario (408)

Concepto		Valor
DEMANDA	229 Kw	3.49
COMERCIALIZACION		1.20
CONSUMO 07h - 22h	74268Kwh	4,522.92
CONSUMO 22h - 07h	21112Kwh	1,030.27
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO		6,517.88
TASA ALUMBRADO PUBLI		677.86
IMPUESTO BOMBEROS		0.24
TASA RECOLECCION BAS		651.73
SUBTOTAL VALORES DE TERCEROS		1,329.89
TOTAL A PAGAR:		7,847.77

Fecha Facturacion: 2002/04/02
Pagar Hasta: 2002/04/16

En el siguiente cuadro se presenta el detalle del suministro Número 90000154-1

TABLA 6.8 : Tarifa Oficial Demanda Régimen Horario

Concepto	Cantidad	Valor Total
Demanda	298 kW	963,49 USD
Comercialización		1,20 USD
Consumo 07h-22h	74268 kWh	4522,92 USD
Consumo 22h-07h	21112 kWh	1030,27 USD
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO		**6517,88 USD**
Tasa de alumbrado Público	10.40%	677,86 USD
Impuesto Bomberos		0,24 USD
Tasa recolección Basura	10.00%	651,79 USD
SUBTOTAL VALORES TERCEROS		**1329,89 USD**
TOTAL A PAGAR		**7847,77 USD**

DESCRIPCION	USD	%
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO	6517,88	79,60%
SUBTOTAL VALORES TERCEROS	1329,89	20,40%
TOTAL A PAGAR	7847,77	100,00%

En esta tabla de resumen se puede observar que el 20.40% del pago mensual corresponde a impuestos, los mismos que se pueden disminuir ya que dependen del consumo.

Detalle de la tarifa

En el siguiente cuadro se describe el cargo promedio total de un kWh, el mismo que se divide en cargo promedio por energía y cargo promedio por potencia.

TABLA 6.9 : Costo promedio de 1 kWh

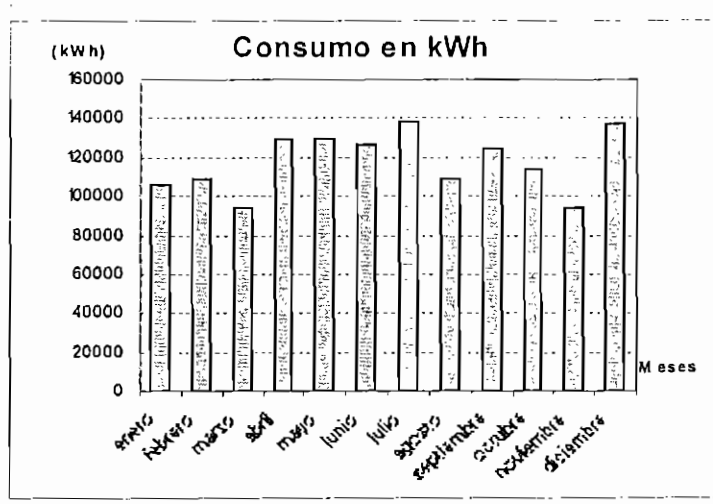
CARGO	CONSUMO	PAGO MENSUAL	COSTO DE 1 kWh
PROM. TOTAL	95380 kWh	6517,88 USD	0,068335919 USD/kWh
PROM. ENERGIA	95380 kWh	5553,19 USD	0,058221745 USD/kWh
PROM. POTENCIA		963,49 USD	0,010114175 USD/kWh
PROM.GLOBAL	95380 kWh	7847,77 USD	0.082278989 USD/kWh

NOTA.- El análisis económico se realiza con el costo de 1 kWh = 0.082 USD, este dato facilitará los cálculos.

En la siguiente grafica se detalla las facturas del año 2003 con el consumo mensual en kWh, de las que se obtiene el consumo promedio.

GRÁFICO 6.8 Datos basados en Planillas reales del año 2003

FACTURAS AÑO 2003	
Mes	**Consumo (kWh)**
enero	105735
febrero	108639
marzo	94430
abril	129807
mayo	130032
junio	127036
julio	138605
agosto	108872
septiembre	124222
octubre	113563
noviembre	93933
diciembre	136985
Promedio	**117655**



En general el consumo promedio de todo el edificio es de 117,655 kWh/mes GRÁFICO 6.8 consumo que se pude disminuir con la utilización de sensores de presencia.

6.4.2.3 Promedio de Ahorro (kWh/mes) con Sensores de presencia

Para determinar el ahorro en kWh/mes con sensores de presencia es importante analizar los siguientes puntos.

1. Potencia total a controlar con sensores de presencia **21.064 Kw** TABLA 6.10
2. Promedio de horas ahorro facturados en el mes **200 horas.**

1 En la siguiente tabla de resumen se encuentra el número total de lámparas a controlar en cada piso y el detalle se describe en el ANEXO 7.

TABLA 6.10 Resumen de la potencia a controlar con sensores de presencia en cada piso

Piso	Número Lámparas	Potencia a cubrir (W)
9	27	1728
8	26	1748
7	22	1218
6	14	848
5	20	1232
4	21	1080
3	19	1130
MZ	18	1152
PB	81	5888
PR	63	5040
TOTAL	**311**	**21064**

2 Considerando que las luces del edificio permanecen encendidas desde las 8 H:00 hasta las 18 – 20 H:00. Se toma como referencia 10 horas diarias de permanencia sin olvidar que hay luces que necesariamente deben estar encendidas las 24 horas del día (Oficina servidores, Oficina guardias, Bóveda).

En las áreas como: Sala de reuniones, Archivos, Baños, de las 12 horas que permanecen encendidas a lo mucho se requieren 2 o 3 horas diarias, por lo tanto se tiene un ahorro de 10 horas diarias que facturadas en el mes representan 200 horas.

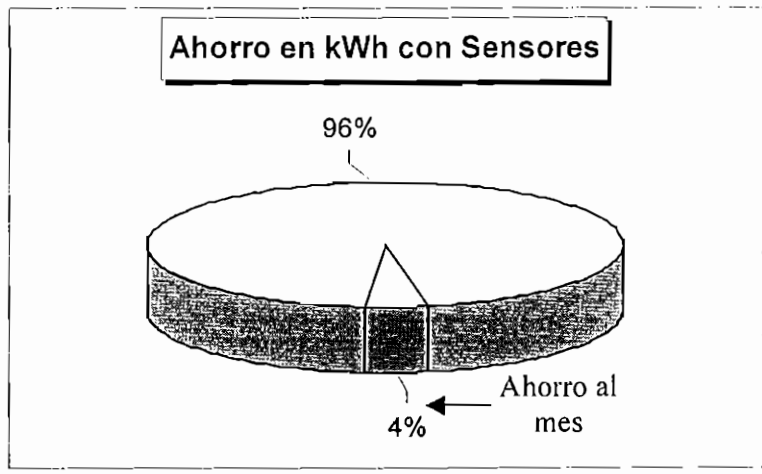
Del producto de la potencia total controlada con sensores y el promedio de ahorro h/mes se obtiene los kWh/mes de ahorro con la instalación de sensores de presencia.

TABLA 6.11 Determinación del ahorro mensual con sensores de presencia

Potencia controlada con sensores	21.064,00 kW
Promedio ahorro h/mes	200 h/mes
Ahorro mensual con Sensores de presencia	**4.212,80 kWh/mes**

En la TABLA 6.11 se puede apreciar que el sistema de iluminación controlado con sensores de presencia permite conseguir ahorros inmediatos de 4.212,80 kWh/mes, Los que dependen del tipo de control y las modificaciones necesarias que se hagan en los interruptores actuales.

GRÁFICO 6.7 Ahorro mensual en kWH



En este gráfico se puede apreciar que el ahorro mensual es del 4 % en kWh utilizando sensores de presencia.

6.5 ANALISIS DE CONCEPTOS CAMBIO DE COLOR DE PINTURA

Algunos de los temas tratados en esta parte del capítulo son más pertinentes en el diseño y construcción de edificios nuevos. Se los menciona aquí para que se puedan implementar en proyectos de remodelación o expansión y también para ilustrar sobre los principios generales que se pueden aplicar en proyectos que estén relacionados.

Por ejemplo, el diseño efectivo del paisaje que rodea al edificio (árboles, arbustos, etc.) puede influir en los siguientes sistemas del edificio: la infiltración en cargas de calefacción, la ventilación en aire acondicionado, la luz natural en iluminación.

Este capítulo analiza criterios o sugerencias acerca de estética, técnicas de conservación y ahorro no técnico. El tratamiento adecuado de la iluminación natural diurna, y el reconocimiento de la dirección predominante del calor del sol, son proyectos funcionales que se encuentran mas allá del limite de las disciplinas de la ingeniería.

Además se discute temas que están normalmente en el dominio del arquitecto, quien decide sobre si implementarlos como medidas de planificación o embellecimiento estético. Cada uno tiene una ventaja a favor del uso eficiente de energía. Para el arquitecto, que lucha por construir un bello edificio con ciertos detalles que le hagan destacar del resto, la capacidad de reconocer y cuantificar los ahorros energéticos hará que sea mas fácil persuadir al cliente ahorrativo de gastar una cantidad adicional para conseguir unos ahorros en el futuro.

También los ingenieros pueden aprender algo de esta sección. Hallaran que muchas características sutiles de arquitectura están estrechamente relacionadas con las características de uso eficiente de energía en un edificio.

6.5.1 DISEÑO DE EDIFICIOS

El diseño de edificios en general es un proceso claramente compartido. El arquitecto establece un bosquejo del edificio y un plano tentativo. Después el ingeniero de estructuras construye una estructura de acero o de hormigón armado para el exoesqueleto de muros, puertas y ventanas. No es sino en el último momento del proceso de diseño, cuando la cáscara del edificio esta casi completa, que se consulta al miembro del equipo de diseño mas versado en estrategia de ahorro energético, el ingeniero de instalaciones eléctricas de calefacción y aire acondicionado.

Muchos elementos del edificio que afectan al gasto energético se localizan y sitúan en este momento en el diseño. Durante toda la vida del edificio (decenas de años) estos huecos (del edificio) consumirán energía, afectarán al confort de los ocupantes y puede que incluso reduzcan el tiempo de vida de la estructura. Como resultado, el valor intrínseco de la inversión y la tasa de retorno que puede esperar el cliente, disminuyen.

6.5.1.1 Masa térmica

Un comentario sobre la masa térmica aplicado a las nuevas construcciones, o a los proyectos de rehabilitación. Las penetraciones de los muros por ventanas y puertas reducen la masa térmica y deberían ser minimizadas. La iluminación diurna de estos elementos compensa el detrimento de los efectos de masa térmica y es mas efectiva en proporción al espacio del muro.

6.5.1.2 Tamaño del espacio funcional

El tamaño de la oficina de una persona resulta un hecho simbólico. También es un dato que una oficina mas grande requiere mas energía para iluminarse y esta iluminación supone una carga añadida al sistema de refrigeración, sin mencionar el alto costo de acondicionar ese espacio. Hablando en términos precisos, las grandes oficinas no son muy eficientes en el uso de la energía.

De hecho las oficinas privadas no son en absoluto eficientes en el uso energético, ya que una zona con particiones puede estar ocupada confortablemente por muchas mas personas que en las oficinas individuales con sólidos muros desde el suelo hasta el techo. En el primer caso se necesitan muy pocas lámparas de techo, por lo que harán su tarea mas económicamente y la luz diurna puede beneficiar a una mayor proporción del personal de la empresa.

Cualquier gerente de empresa sabe que minimizar la distancia entre los puestos de trabajo significa mucho mas que disminuir la superficie de la oficina, pagar una menor renta, reducir los costos iluminación, aire acondicionado y los gastos de mantenimiento. Significa que con menor personal se pueden cumplir los objetivos del trabajo.

6.5.1.3 Disposición y despliegue funcional

Los arquitectos y diseñadores de interiores se esfuerzan en disponer los espacios para un trafico óptimo del flujo. Sin embargo, a veces olvidan situar zonas con esquemas de ocupación similar en las mismas áreas. Esto asegura un acceso fácil de personal. La disposición modular brinda una ventaja a los sistemas de iluminación, calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Una ventaja mas sutil pero igualmente importante para esta disposición general es que la iluminación se pueda controlar de acuerdo con el esquema diario de trabajo.

6.5.1.4 Aspectos de diseño interior

Las ventajas de la luz natural diurna ya han sido discutidas en cuanto a sus beneficios para la moral y actitud de los ocupantes. Tener una bonita vista también puede incentivar la productividad. Estas no son estrictamente opciones de ahorro energético, pero representan beneficios intangibles de una perspectiva de ahorro energético en el lado positivo de un proyecto (aunque los espacios con estas características puedan requerir el pago de una renta mas elevada, con lo cual su valor ya no será totalmente inmaterial).

6.5.1.5 Colores de techo y paredes

Otra característica a menudo desatendida de una habitación, es su color. La capacidad de reflexión del suelo y de las paredes tiene un gran impacto sobre el nivel de luz de un espacio: cuanto más claro es el color y más reflexiva la superficie, se conseguirá una mayor luminosidad en el ambiente para una iluminación determinada. Esto significa que una habitación con colores oscuros necesita el doble de lúmenes del alumbrado que la misma habitación con paredes claras. Lo mismo se aplica al uso de alfombras oscuras en contraposición con las coberturas mas claras y semireflectantes de las baldosas, o de un suelo con linóleum (con colores claros o reflectantes).

Este principio es difícil de justificar como proyecto de conservación y ahorro energético, a no ser que este ligado a una reforma de iluminación.

Como tal, el reemplazo de lámparas fluorescentes de 40 W por lámparas de 32 W alta eficiencia da como resultado un ligero porcentaje de reducción en la iluminación total. Una capa de pintura más brillante, más reflexiva recupera ese déficit sin tener que recurrir a medidas mas costosas como las de reemplazar lámparas, balastos y lentes, o incluso toda la pantalla o reflector como conjunto.

Aquí se produce también el efecto psicológico de que los espacios que son mas claros y brillantes parecen mas cálidos a sus ocupantes. Por ello los espacios con una reducción en su nivel de iluminación debido a las reformas que se hayan realizado, pueden necesitar mantener una temperatura más cálida para conseguir un buen nivel de confort.

6.5.2 ANÁLISIS CON APLICACIÓN DE COLORES CLAROS

Previa a la determinación del coeficiente de utilización se presenta la siguiente tabla en la que se detalla los factores de reflexión para diferentes colores de pintura en cielo raso y en paredes.

TABLA 6.12 Factores de Reflexión[9]

FACTOR DE REFLEXION DE CIELO RASO			
Pintura Blanca sobre yeso liso	80,0%		
Pintura Blanca sobre yeso texturado	70,0%		
Pintura crema o yeso solamente	60,0%		
Pintura gris sobre yeso, chapa de fibrocemento	50,0%		
Cemento blanco o claro y liso	40,0%		
FACTOR DE REFLEXION DE PAREDES			
MATERIAL	COEFICIENTE		
Ladrillo visto	30,0%		
Revoque claro	40,0%		
Revoque oscuro u hormigón	20,0%		
Revoque medio liso	30,0%		
Revoque medio rugoso	20,0%		
PINTURAS	CLARO	MEDIO	OSCURO
Blanco esmalte		85,0%	
A la cal		85,0%	
Blanca		80,0%	
Marfil		65,0%	
Crema		60,0%	
Amarilla	70,0%	50,0%	30,0%
Beige	65,0%	45,0%	25,0%
Rosa	55,0%	45,0%	30,0%
Naranja	60,0%	40,0%	25,0%
Gris	55,0%	35,0%	25,0%
Verde	60,0%	30,0%	15,0%
Azul	60,0%	25,0%	10,0%
Marron	55,0%	25,0%	10,0%
Rojo	35,0%	20,0%	10,0%
Purpura	40,0%	20,0%	10,0%
Aluminio(pintura)		55,0%	
Negro		5,0%	
REVESTIMIENTO			
Madera clara	45,0%		
Madera Oscura	20,0%		
Azulejos blancos brillantes	80,0%		
Acero Inoxidable	35,0%		

[9] Evans, J. M. Climate, confort and housing. Edit. Architectural Press. Londres, 1980.

Una vez determinado el de factor de reflexión de techo y paredes y obtenido el calculo del índice de local se procede a determinar el coeficiente de utilización.

TABLA 6.13 Coeficiente de Utilización[9]

Factor de reflexión de Techo		**80%**		
Factor de reflexión de Paredes		**85%**	**65%**	**45%**
Índice del local		**COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN**		
J	Menos de 0.7	0.27	0.21	0.17
I	0.7 a 0.9	0.35	0.30	0.24
H	0.9 a 1.12	0.43	0.36	0.30
G	1.12 a 1.38	0.49	0.42	0.37
F	1.38 a 1.75	0.55	0.47	0.42
E	1.75 a 2.25	0.62	0.55	0.50
D	2.25 a 2.75	0.67	0.61	0.56
C	2.75 a 3.50	0.71	0.65	0.60
B	3.50 a 4.50	0.76	0.71	0.66
A	Más de 4.50	0.81	0.76	0.71

A manera de ejemplo se presenta la determinación del coeficiente de utilización del departamento de la Dirección Administrativa y el detalle general se muestra en el ANEXO 8.

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN

DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA

DEPARTAMENTO: Director - Noveno Piso

Medidas

Largo (l) = 7.0 m

Ancho (a) = 7.0 m

Altura de montaje (h) = 3 m

Nivel de iluminación requerido = 300 lux. (TABLA 2.12)

Tipo de Luminaria: TL32W/84 (CAPITULO 2.4.2.5)

---

[9] Texto LUMINOTECNIA Principios a aplicaciones

Cálculos

Área = 49 m^2

Índice del local $k = \frac{l \times a}{h(l+a)} = \frac{7x7}{3(7+7)} = 1.17$

En la TABLA 6.13 se puede apreciar que el índice del local 1.17 corresponde a la categoría G y con el dato de factor de reflexión del techo = 80% se determina el CU de las paredes para dos colores.

Pared de color Blanco esmalte	Pared de color Beige	
FR = 85%	FR = 45%	TABLA 6,11
CU = 0.49	**CU = 0.37**	TABLA 6.13

Número de lámparas que hay que instalar:

Nº de lámparas con pared blanco esmalte

$$No = \frac{E.A.}{CU.F_M.\Phi_{lamp}} = \frac{(300\ lx)(49\ m^2)}{(0.49)(0.80)(3000\ lm)} \approx 17$$

Nº de lámparas con pared blanco Beige

$$No = \frac{E.A.}{CU.F_M.\Phi_{lamp}} = \frac{(300\ lx)(49\ m^2)}{(0.37)(0.80)(3000\ lm)} \approx 15$$

En este caso el número de lámparas calculadas con pintura blanco esmalte es 17 y el número de lámparas calculados con pintura Beige es 15, por lo tanto en esta instalación se ahorraría el 11.90% .

Para calcular los kWh/mes de ahorro se toma los datos de la columna Período de utilización h/semana del ANEXO 6 cuyos datos son reales, ya que se obtuvo en una entrevista personalizada.

A continuación se presenta un resumen del cálculo del número de lámparas y del ahorro en kWh/mes. El detalle se encuentra en el ANEXO 8.

TABLA 6.14 Resumen del ahorro con la aplicación de colores claros

	Número total de lámparas		CONSUMO kWh/mes		AHORRO
Área Total (m2)	Pared BEIGE CR = 45%	Pared BLANCA ESMALTE CR = 85%	Pared BEIGE CR = 45%	Pared BLANCA ESMALTE CR = 85%	kWh/mes
2832	1015	877	6423,93	5555,743	868,187

De esta tabla se desprende que el color del techo y las paredes pueden tener gran influencia sobre las características de utilización energética del edificio.

Se observa que mensualmente se puede ahorrar 868.187 kWh al pintar con colores claros, reflexivos y que difundan la luz solar, antes que esta sea absorbida por los muros e imponga una carga adicional al sistema de aire acondicionado.

6.5.3 DETERMINACIÓN DEL AHORRO DE CONTAMINACIÓN AL AIRE

Estudios realizados por el **EPA** en las diferentes centrales de generación térmica, ha cuantificado que por cada kWh generado se emite al aire **72.6 gr. de CO2; 5.3 gr. de SO2 y 2.8 gr. de NO2;** es decir que 1 kWh producido emite al aire **80.7 gr** de contaminación.

Ahorro de Energía	**4.212,80 kWh/mes (Tabla 6.11)**
Ahorro de Contaminación	**339.972,96 gr/mes**

Utilizando eficientemente la energía en el sistema de iluminación se ahorrara 4060.56 kWh/mes valor importante que se dejara de generar, con lo que evitaríamos contaminar el medio ambiente en 327687.19 gr/mes.

ANALISIS

	DISEÑO ANTERIOR	DISEÑO PROPUESTO	AHORRO
Resumen de demanda	Balasto Estándar (kW)	Balasto Electrónico (kW)	47218,4 kW
	155.602,4	108.384	
Resumen de energía	Consumo Balasto Estándar (kWh)/mes	Consumo Balasto Electrónico (kWh)/mes	9.443.680 KWh/mes
	31.120,480	21.676,800	
Resumen con sensores de presencia	Consumo mensual promedio (kWh)/mes	Potencia controlada por sensores (kW)	4.212,80 kWh/mes
	101.835,08	21.064	
Resumen con Aplicación de colores claros	Consumo mensual promedio (kWh)/mes Color Beige	Consumo mensual promedio (kWh)/mes Color Blanco esmalte	868,187 kWh/mes
	6423.93	5555.743	

Al termino de este capítulo se puede apreciar que con la instalación de balastos electrónicos se obtiene un ahorro de 9.443,680 kWh/mes, que comparando con el consumo de balastos estándar 31.120,4,80 kWh/mes representa el 30.35% y comparando con el consumo total promedio 101.835,08 kWh/mes representa el 9.27% , opción que permite ahorrar la mayor cantidad de energía.

La instalación de sensores de presencia permite ahorrar 4.212,80 kWh/mes que comparando con el consumo de balastos estándar 31.1204,80 kWh/mes representa 14.21% y comparando con el consumo total promedio 101.835,08 kWh/mes representa el 4.34%.

La aplicación de colores claros en el techo y las paredes permite ahorrar 868.187 kWh/mes que comparando con el consumo de balastos estándar 31.1204,80 kWh/mes representa 2.79% y comparando con el consumo total promedio 101.835,08 kWh/mes representa el 0.85%, opción que ahorra la menor cantidad de energía.

Por lo tanto la instalación de balastos electrónicos, lámparas alta eficientes, sensores de presencia y la aplicación de colores claros contribuyen a la reducción en el uso de energía, inversión que se puede pagar con los mismos ahorros que estos generan.

Se debe tomar en cuenta que el reemplazo por lámparas fluorescentes alta eficiencia dan como resultado un ligero porcentaje de reducción en la iluminación total. Pero basta una capa de pintura mas reflexiva para recuperar ese déficit sin tener que recurrir a medidas mas costosas como las de reemplazar balastos y lentes, o incluso toda la pantalla o reflector como conjunto.

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

7.1 INTRODUCCIÓN

En este capitulo se analizan los costos de facturación mensual y a continuación se realiza la evaluación económica del proyecto, usando diferentes criterios que dependiendo del periodo de análisis, determinan su rentabilidad.

Los resultados de la implementación de este proyecto deben cubrir por lo menos, los costos de operación, costos fijos y mejor aún contribuir a reducir los costos por consumo de energía eléctrica.

7.2 ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN MENSUAL

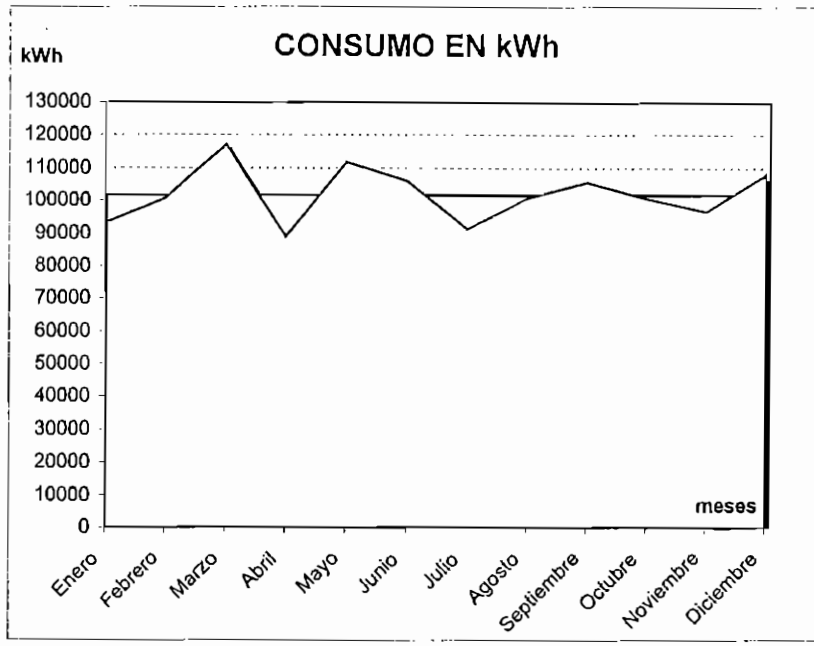
En esta sección se realiza el análisis económico que permite cuantificar el ahorro mensual tomando en cuenta dos aspectos:

- ✓ Instalación de nuevas tecnologías (balastos electrónicos, sensores de presencia)
- ✓ Cambios arquitectónicos (color de paredes y tipos de superficies).

El análisis de las planillas mensuales que paga el Banco por servicio de energía eléctrica a la E.E.Q., se realiza con datos reales por lo que el análisis de retorno de capital será también confiable.

CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA

GRÁFICO 7.1 Consumo mensual en kWh



FACTURAS AÑO 2002	
Mes	**Consumo (kWh)**
Enero	93.355
Febrero	100.872
Marzo	117.121
Abril	89.147
Mayo	111.791
Junio	106.099
Julio	91.346
Agosto	100.987
Septiembre	105.732
Octubre	105.939
Noviembre	109.292
Diciembre	102.122
Consumo Promedio 102,817 kWh	

En este gráfico se puede apreciar que el consumo mensual es irregular durante el año y se observa claramente que el pico máximo es en el mes de marzo y el consumo promedio es 102,817 kWh/mes, para el año 2002.

7.2.2 INSTALACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

7.2.2.1 Análisis USD/mes Balasto Estándar VS Balasto Electrónico

De la tabla 6.7 CAPITULO VI se obtiene el consumo mensual con los dos tipos de balastos y de la TABLA 6.9 se obtiene que el costo promedio de 1 kWh es 0.082 USD aproximadamente, estos datos permiten calcular el gasto mensual (USD/mes).

TABLA 7.1 Resumen del Ahorro en USD / mes

	DISEÑO ANTERIOR	DISEÑO ACTUAL
BALASTO	ESTÁNDAR	ELECTRÓNICO
CONSUMO kWh / mes	31.120,480	21.676,800
COSTO(USD) el kWh	0.082	0.082
COSTO USD / mes	2.551,88	1.777,49
AHORRO	774,38 USD / mes	

En esta tabla se observa que al utilizar balastos electrónicos en todo el edificio se obtiene un ahorro de 774.38 USD/mes.

Esta alternativa de ahorro no se tomará en cuenta en la presente evaluación económica pues el departamento de infraestructura y mantenimiento ya lo ha implementado por lo que ya esta considerado en los costos de servicio pagados.

7.2.2.2 Análisis con sensores de presencia

Costo total del proyecto

La propuesta económica se elaboró con los siguientes sensores de presencia para ahorro de energía.

TIPO DE SENSOR		CATALOGO
S-RC	Suspendido del techo	No. 6778
S-WS	Tipo Interruptor 180° / 6800-W	No. 16775

La inversión inicial de estos elementos requiere cubrir los diferentes rubros y etapas que involucran dicha implementación, cuyo monto total se lo puede dividir en los siguientes tres rubros principales:

- Costo de Sensores
- Costo de Instalación (mano de obra)
- Costo de Materiales

Esta división en tres componentes, se realiza para estudiar la influencia de cada uno de ellos en la inversión final.

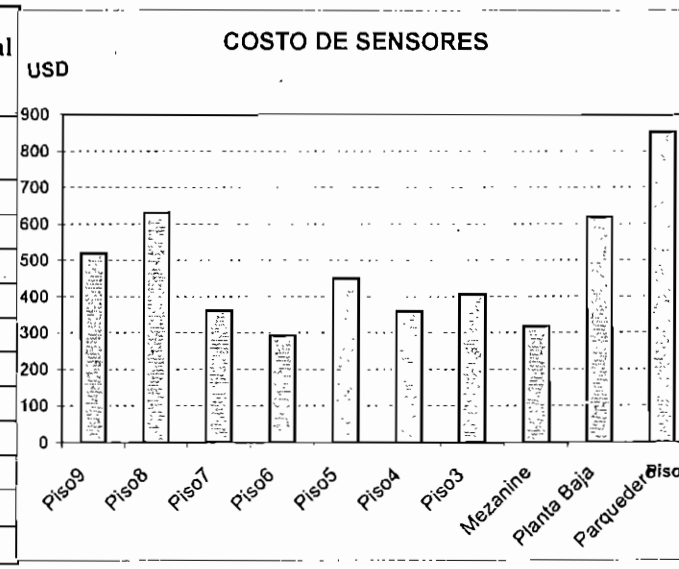
Costo de sensores

El resultado de todos los sensores utilizados se resume en la siguiente tabla, en la que se toma en cuenta el número total de lámparas, la potencia total a cubrir y el número de sensores necesarios en cada piso.

En este análisis no se han tomado en cuenta las lámparas que están encendidas las 24 horas del día.

TABLA 7.2 Costo de sensores por pisos

Piso	Número Lámparas	Potencia a cubrir (W)	Número de Sensores	Costo Total Por Piso USD
9	27	1728	7	518,52
8	26	1748	8	630,96
7	22	1218	9	407,70
6	14	848	6	338,94
5	20	1232	8	496,68
4	21	1080	6	406,08
3	19	1130	7	451,38
MZ	18	1152	7	317,10
PB	81	5888	20	973,14
PR	63	5040	15	852,96
TOTAL	311	21064	93	5393,46



El costo total de 93 (Noventa y tres) sensores es 5.393,46 USD (Cinco mil trescientos noventa y tres con cuarenta y seis centavos de dólar), sin tomar en cuenta el IVA.

Costo de instalación

La instalación de cada sensor tiene un costo de 7.50 USD (Siete con cincuenta centavos de dólar).

Considerando que hay que instalar 93 (Noventa y tres) sensores, tenemos un costo total de instalación de 697.50 USD (seis cientos noventa y siete con cincuenta centavos de dólar).

Descripción	Cantidad sensores	Instalación Valor Unit (USD)	Valor Total (USD)
Costo Instalación (Mano de Obra)	93	7,50	697,50

Costo de materiales

El costo correspondiente al rubro de materiales tiene que ver con la compra de cable flexible, canaleta para conductor eléctrico, cajetines plásticos profundos, esquinas de regletas 90 grados, tornillos cola de pato con taco fisher, y demás accesorios para la instalación.

El costo total a invertir en materiales es de 459,05 USD (Cuatrocientos cincuenta y nueve con cinco centavos de dólar) Lo que equivale aproximadamente a un valor 5,40 USD (Cinco con cuarenta centavos de dólar) de materiales por cada sensor instalado.

TABLA 7.3 Descripción costo de materiales

Descripción	Cantidad	Valor Unit (USD)	Valor Total (USD)
Cable 2x16	200 m	0,144	28,80
Cable flexible # 14 AWG	450 m	0,079	35,55
Canaleta para conductor eléctrico 20x10mm	50 m	2,100	105,00
Cajetines plásticos profundos	64 u	2,300	147,20
Esquinas de Regletas 90°	50 u	0,150	7,50
Tornillos cola de pato de 3/4" con taco fisher F6	300 u	0,150	45,00
Extras	3 u	30,000	90,00
Costo Total de Materiales			**459,05**

Resumen del costo total

El costo de Sensores, Materiales e Instalación es de 6.550,01 USD (Seis mil quinientos cincuenta con un centavo de dólar). Si a este valor le agregamos 786,00 USD (setecientos ochenta y seis con cero centavos de dólar) que corresponde al 12% del IVA obtenemos un costo total de 7.336,01 USD (Siete mil trescientos treinta y seis con un centavo de dólar).

TABLA 7.4 Inversión inicial

Descripción	USD
Costo total Sensores	5393.46
Costo total Materiales	459,05
Costo total Instalación	697,50
SUB-TOTAL	6550.01
12% IVA	786,00
COSTO TOTAL	**7.336,01**

GRÁFICO 7.2 Inversión inicial

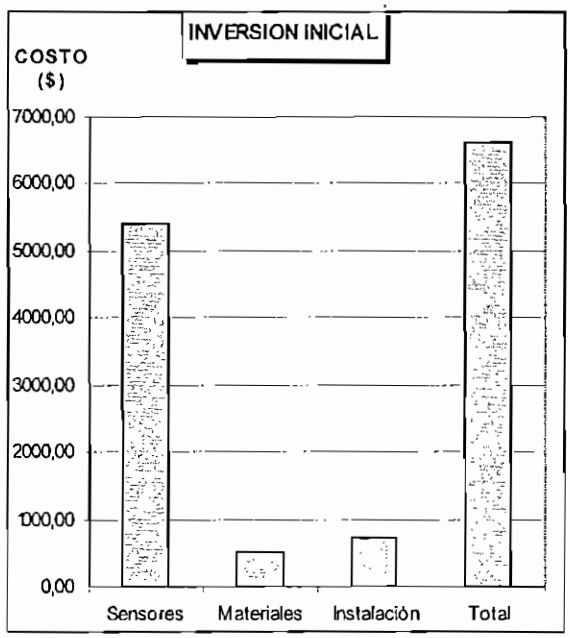
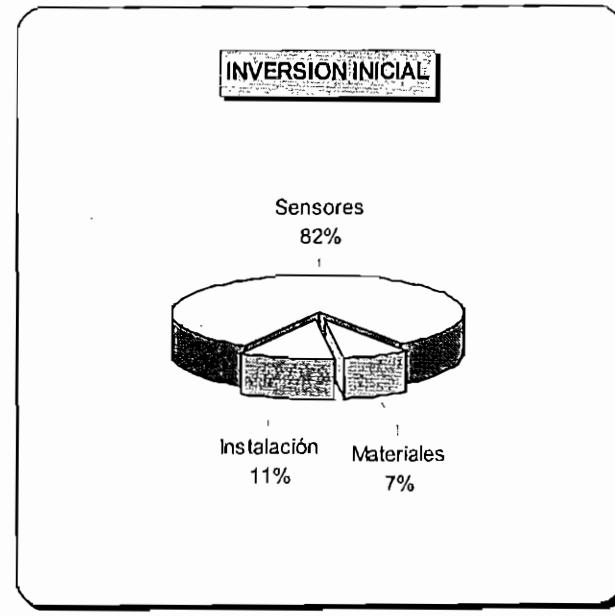


GRÁFICO 7.3 Porcentaje de inversión inicial



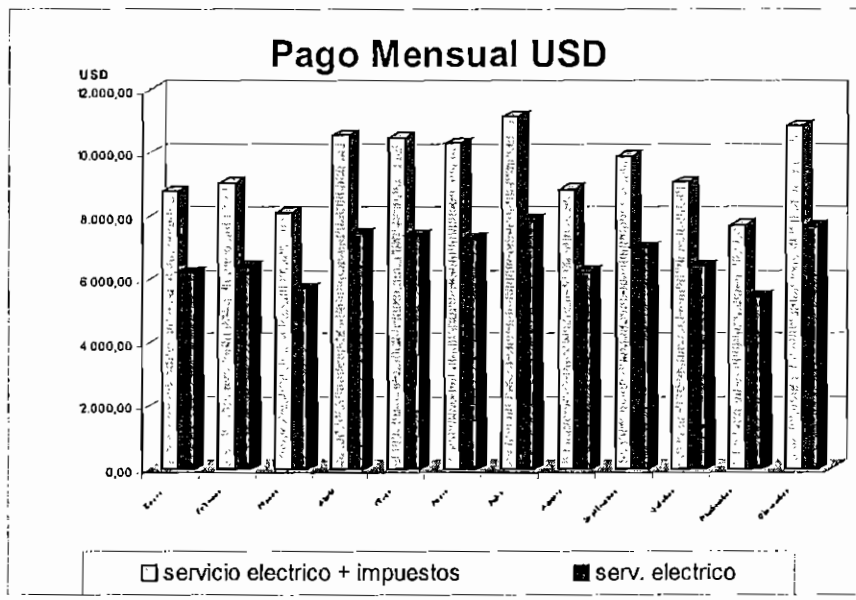
7.2.2.3 Dólares de reducción en facturación EEQ

Los siguientes datos corresponden a planillas reales del año 2003

TABLA 7.5 Planillas reales del año 2003

	USD/mes	
Mes	con imp.	sin imp.
Enero	6.219,19	8.796,59
Febrero	6.386,63	9.046,22
Marzo	5.733,59	8.109,74
Abril	7.448,55	10.550,35
Mayo	7.412,46	10.484,38
Junio	7.279,80	10.311,33
Julio	7.879,11	11.144,43
Agosto	6.252,66	8.856,46
Septiembre	7.002,65	9.904,74
Octubre	6.411,08	9.080,85
Noviembre	5.463,34	7.727,50
Diciembre	7.665,58	10.857,76
Promedio	9572,53	6762,89

GRÁFICO 7.4 USD / mes planillas reales 2003



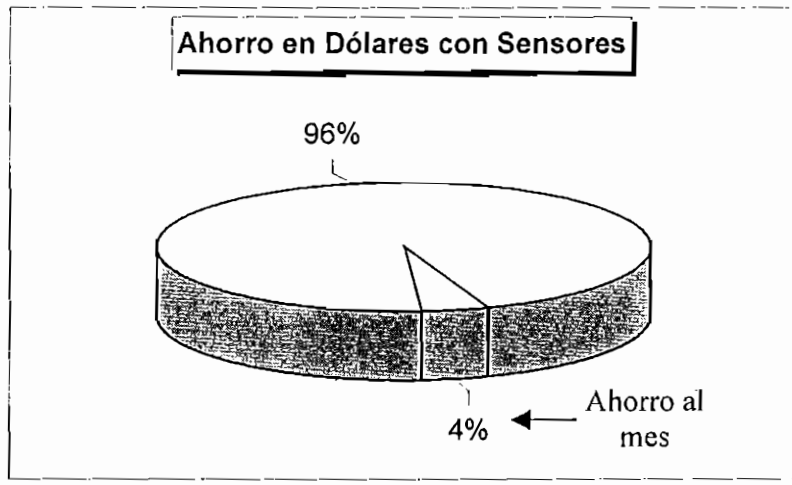
Datos importantes requeridos para el análisis:

- Promedio de Ahorro 4.212,8 kWh/mes TABLA 6.11
- Costo de 1 kWh 0.082 USD/kWh TABLA 6.9

Para obtener la reducción en la facturación de la EEQ se multiplica estos valores , de lo cual se tiene que el ahorro es de 345.44 USD/mes

GRÁFICO 7.5 Porcentaje de ahorro en USD con sensores de presencia

Sub - Total promedio USD/mes	Ahorro por Sensores USD/mes
7.352,92	345,44



7.2.3. CAMBIOS ARQUITECTÓNICOS

Estos cambios tienen relación con la determinación del coeficiente de utilización, cuyo factor depende de diversas variables como son: eficacia de la luminaria, su distribución luminosa, la altura de instalación, superficie de la zona a iluminar, y lo más importante la reflectancia del techo, paredes y piso.

A continuación se presenta un resumen del calculo del número de lámparas para dos valores de coeficiente de iluminación. El uno corresponde al color blanco esmalte con una reflexión del 85% y el otro corresponde al color beige que es el color actual de las paredes del edificio con una reflexión del 45%. Cabe recalcar que en la mayoría de las oficinas las divisiones son con estructuras modulares y muy pocas son construidas con paredes, sin embargo se presenta esta alternativa ya que mejoraría óptimamente el nivel de iluminación.

El detalle de este calculo se encuentra en el anexo 9.

TABLA 7.6 Resumen del cálculo del número de lámparas para dos CR (Coeficiente de Reflexión)

	Número total de lámparas		**Consumo kWh/mes**		
ÁREA TOTAL	**COLOR DE PARED**		**COLOR DE PARED**		**AHORRO**
(m^2)	(1) BEIGE CR = 45%	(2) BLANCO ESMALTE CR = 85%	BEIGE CR = 45%	BLANCO ESMALTE CR = 85%	kWh/mes
2832	1015	877	6423,93	5555,743	868,19

En la columna correspondiente al calculo del numero total de lámparas se puede observar que:

Aplicando pintura de color Beige con un CR = 45% columna (1) se requieren 1015 lámparas y aplicando pintura de color Blanco esmalte con un CR = 85% columna (2) se requieren 877 lámparas, de lo que se deduce un ahorro de 868.19 kWh/mes.

La evaluación económica de esta alternativa se analiza conjuntamente con los sensores de presencia.

7.3 CONSIDERACIONES EN LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

El análisis macroeconómico de las medidas energéticas es muy difícil y también discutible desde el punto de vista político. Por un lado, es complicado estimar todos los costos ambientales y sociales conocidos como "externalidades" o "costos externos" que resultan del empleo de determinadas tecnologías.

Por otro lado, no siempre es posible una valoración monetaria. Además Sucede que subvenciones directas e indirectas desvirtúan una comparación objetiva de precios.

Nota: Para la evaluación económica del proyecto se tomara en cuenta la implementación de sensores de presencia y la aplicación de pintura de color blanco esmalte.

TABLA 7.7 Resumen total

	DISEÑO ANTERIOR	DISEÑO PROPUESTO	AHORRO	
Resumen de demanda	Balasto Estándar	Balasto Electrónico	(a) 47218,4 kW	
	155.602,4 (kW)	108.384,0 (kW)		
Resumen de energía	Consumo Balasto Estándar	Consumo Balasto Electrónico	(b) 9.443.680 kWh/mes	(c) 774.38 USD/mes
	31.120,480 (kWh)/mes	21.676,800 (kWh)/mes		
Resumen con sensores de presencia	Consumo mensual total promedio	Potencia controlada por sensores	(d) 4.212,28 kWh/mes	(e) 345.44 USD/mes
	101.835,08 (kWh)/mes	21.064,00 (kW)		
Color de pared Número de lámparas	COLOR BEIGE CR = 45%	COLOR BLANCO ESMALTE CR = 85%	(f) 868,19 kWh/mes	(g) 71.19 USD/mes
	1015	877		

(a) Es la diferencia entre la demanda con balasto estándar y con balasto electrónico.
(b) Es la diferencia entre el consumo con balasto estándar y con balasto electrónico.
(c) Producto de (b) con el costo de 1kWh . (0.082 USD)
(d) Producto de potencia controlada por sensores con promedio de h/mes de ahorro (200 h/mes de ahorro).
(e) Producto de (d) con el costo de 1kWh. (0.082 USD).
(f) Diferencia entre el producto del número de lámparas por la potencia unitaria y por las h/mes de ahorro ANEXO 9.
(g) Producto de (f) con el costo de 1kWh . (0.082 USD).

7.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RENTABILIDAD DE PROYECTOS

Los costos de inversión y de operación son los factores de mayor influencia en la rentabilidad de un proyecto.

Costos de inversión.- Resultan de los costos de equipos y generalmente constan de:

- Costos de Planificación
- Impuestos y aranceles
- Equipos
- Montaje y puesta en marcha

Costos de operación.- Son todos los costos que resultan del proceso de producción a excepción de los costos de inversión. Generalmente constan de:

- Costos de materiales auxiliares
- Costos de personal
- Costos de administración.

Un factor importante para la valoración de la rentabilidad es "el período de depreciación". Para períodos mayores, las posibilidades de soluciones en el proyecto son más variadas. El tiempo de vida en los equipos es un límite natural para el período de depreciación.

Para tecnologías nuevas e innovadoras no existen antecedentes sobre el tiempo de vida útil. A menudo sólo existe la información del fabricante que no siempre es confiable. El tiempo de garantia puede ser un punto de referencia para estos casos.

También puede ser conveniente limitar el tiempo útil de la inversión al período de amortización o el período de deducción fiscal. Dado que el tiempo útil influye de manera decisiva en la rentabilidad del proyecto, es muy importante investigar la influencia de éste a través de una evaluación económica.

7.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CON MEJORAS TECNOLÓGICAS.

Para realizar la evaluación económica del proyecto usaremos tres criterios económicos que son:

- Valor Presente
- Tasa interna de retorno
- Relación Beneficio – Costo

7.5.1 VALOR PRESENTE (Vp)

El valor presente neto representa la suma del valor actualizado del flujo de beneficios mensuales por ahorro de energía menos la inversión inicial.

Un valor presente positivo nos indica que los ingresos en el período de análisis exceden los egresos de inversión e intereses, cuanto mayor sea este valor el proyecto será más rentable.

$$Vp = P\,Vpa \qquad \text{Ecuación 7.1}$$

Donde:

Vp = Valor presente del proyecto

P = Inversión Inicial

Vpa = Valor presente de los Ahorros Mensuales

$$Vpa = A * \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \qquad \text{Ecuación. 7.2}$$

Donde:

n = Tiempo de recuperación

A = Ahorro económico por planilla mensual

P = Inversión Inicial

i = Interés

7.5.1.1. Recuperación de Capital

El tiempo de recuperación de capital obtenemos despejando n de la ecuación del valor presente y consideramos una tasa de interés constante y un ahorro mensual constante.

Luego de despejar obtenemos la ecuación del tiempo de recuperación de Capital:

$$n = \frac{\log A - \log(A - iP)}{\log(1 + i)} \qquad \text{Ecuación 7.3}$$

7.5.1.2. Tiempo de recuperación con implementación de sensores

Para determinar el período de recuperación de la inversión inicial, luego de implementar los sensores, es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros.

- Periodo de calculo
- Interés
- Tiempo de recuperación de la inversión inicial

a) Período de cálculo

El cálculo se realiza para períodos mensuales, debido a que los datos de ahorro están basados en las planillas de consumo mensual proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito S.A.

b) Interés

La tasa de interés está condicionada al desarrollo del mercado, a los vaivenes del contexto político y a la inflación. Este último factor es determinante junto al desarrollo y a la estabilidad del mercado.

Tasas de Interés

La tasa de interés es el precio del dinero en el mercado financiero. Al igual que el precio de cualquier producto, cuando hay más dinero la tasa baja y cuando hay escasez sube. Existen dos tipos de tasas de interés:

La tasa pasiva o de captación.- Es la que pagan los intermediarios financieros a los oferentes de recursos por el dinero captado.

La tasa activa o de colocación.- Es la que reciben los intermediarios financieros de los demandantes por los préstamos otorgados. Esta última siempre es mayor, porque la diferencia con la tasa de captación es la que permite al intermediario financiero cubrir los costos administrativos, dejando además una utilidad. La diferencia entre la tasa activa y la pasiva se llama margen de intermediación.

Las tasas de interés referenciales.- Son aquellas que se tranzan en el mercado. El **BCE** calcula semanalmente las tasas de interés en función de la información que remiten las instituciones financieras los días jueves de cada semana.

Las tasas de interés ***activas y pasivas*** resultan de cálculos promedios ponderados dentro del sistema.

Tasa Activa Referencial.- Es igual al promedio ponderado semanal de las tasas de operaciones de crédito de entre 84 y 91 días, otorgadas por todos los bancos privados, al sector corporativo.

Tasa Pasiva Referencial.- Es igual a la tasa nominal promedio ponderada semanal de todos los depósitos a plazo de los bancos privados, captados a plazos de entre 84 y 91 días.

TABLA 7.8 TASA DE INTERES REFERENCIALES NOMINALES EN DOLARES (1)

PERIODO		BASICA (2)	PASIVA (3)	ACTIVA (4)	LEGAL (5)(7)	MAXIMA CONVENCIONAL (6)(7)
AÑO	MES					
2002	ENERO	5,55	5,55	16,04	15,10	22,65
2002	FEBRERO	5,19	5,19	15,10	15,31	22,97
2002	MARZO	4,99	4,99	15,42	16,24	24,36
2002	ABRIL	5,09	5,09	15,24	15,42	23,13
2002	MAYO	4,72	4,72	14,52	15,24	22,86
2002	JUNIO	5,05	5,05	13,93	13,67	20,51
2002	JULIO	5,42	5,42	13,79	13,93	20,90
2002	AGOSTO	5,16	5,16	12,71	13,79	20,69
2002	SEPTIEMBRE	5,17	5,17	13,52	14,14	21,21
2002	OCTUBRE	5,12	5,12	13,69	13,52	20,28
2002	NOVIEMBRE	5,33	5,33	13,55	13,73	20,60
2002	DICIEMBRE	4,97	4,97	12,77	14,55	21,83
2003	ENERO	5,62	5,62	13,58	12,77	19,16
2003	FEBRERO	5,59	5,59	13,02	12,45	18,68
2003	MARZO	5,20	5,20	11,88	12,68	19,02
2003	ABRIL	5,16	5,16	12,60	11,88	17,82
2003	MAYO	4,00	5,37	11,82	12,60	18,90
2003	JUNIO	4,83	4,83	12,16	12,22	18,33
2003	JULIO	3,95	5,63	13,83	12,22	18,33
2003	AGOSTO	3,95	5,06	12,42	12,14	18,21
2003	SEPTIEMBRE	3,82	5,22	11,29	12,42	18,63
2003	OCTUBRE	3,58	4,88	12,99	11,55	16,94
2003	NOVIEMBRE	3,40	5,44	11,80	11,55	17,33
2003	DICIEMBRE	2,75	5,51	11,19	11,80	17,70
2004	ENERO	2,50	5,01	11,40	11,19	16,79
2004	FEBRERO	2,52	4,89	13,18	11,31	16,97
2004	MARZO	2,40	4,44	10,84	13,18	19,77
2004	ABRIL	2,20	4,26	10,44	10,84	16,26
2004	MAYO	2,05	3,93	9,77	10,44	15,66
2004	JUNIO	2,00	4,07	10,16	9,77	14,66
2004	JULIO	2,00	4,05	8,29	10,16	14,66
PROMEDIO		4,17	5,03	12,68	12,83	19,22

FUENTE: BANCO CENTRAL DEL ECUADOR.

1) Según regulación 060 - 2000 de del 11 de abril del 2000.
2) Tasa correspondiente al rendimiento promedio ponderado nominal semanal de los títulos que subaste el BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, a plazos de entre 84 y 91 días.

3) Tasa nominal promedio ponderada semanal de todos los depósitos a plazo de los bancos privados, captados a plazos de entre 84 y 91 días.
4) Tasa promedio ponderada semanal de las tasas de operaciones de crédito de entre 84 y 91 días, otorgadas por todos los bancos privados, al sector corporativo.
5) Corresponde a la tasa activa referencial de la última semana completa del mes anterior a su vigencia.
6) Fijada por el Directorio del Banco Central del ecuador tomando en cuenta la tasa activa referencial vigente en la ultima semana completa del mes anterior , mas un recargo del 50% . De marzo a agosto del 2000 la tasa corresponde a la tasa legal máxima.
7) Estas tasas rigen por mes calendario.

Para el cálculo se utiliza el promedio entre los meses de Enero del 2002 y Julio del 2004, cuya tasa promedio mensual es = 12.68/12 = 0.01056 %. A este dato se considera como invariable.

c) Tiempo de recuperación de la Inversión Inicial

Con la instalación de los sensores se lograría controlar una potencia de 21.064 kW los que permitirán obtener un ahorro promedio mensual de 200 horas equivalentes a 10 horas diarias en 20 días facturados, del que se obtiene un ahorro mensual de 4212.8 kWh.

Si actualmente 1 kWh cuesta 0.082 USD, tenemos una reducción en la facturación de la EEQ de 345.44 USD (Gráfico 7.5)

Tomando en cuenta que la inversión inicial es de 7336.01 USD (Tabla 7.4)

Remplazando en la **Ecuación 7.3** tenemos:

$$n = \frac{\log(345.44) - \log(345.44 - 0.01056*7336.01)}{\log(1 + 0.01056)}$$

$$n = 18 \text{ meses} = 1 \text{ año } 6 \text{ meses}$$

7.5.2. TASA INTERNA DE RETORNO - TIR

La tasa interna de retorno es aquella tasa de interés con la cual el valor presente del flujo de beneficios (ahorro mensual en la factura de energía eléctrica es exactamente igual al valor presente del flujo de costo (en este caso la inversión inicial)), es decir un beneficio neto cero.

Esta tasa es la que me permite cubrir con los gastos de inversión inicial; es decir, es la Rentabilidad del Proyecto para esta Inversión.

Mediante un proceso de ensayo y error y partiendo de la **Ecuación 7.2** determinamos el valor TIR para varios períodos de cálculo.

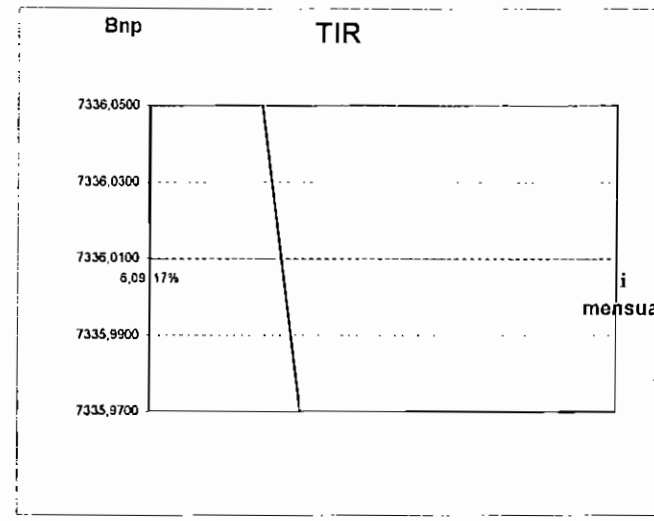
$$P = A * \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \qquad \textbf{Ecuación 7.2}$$

Donde:

P	=	Inversión Inicial con sensores de presencia detallado en la tabla 7.4	**P = 7336.01 USD**
n	=	Tiempo de recuperación de la inversión inicial	**n = 1 año 6 meses**
i	=	Interés mensual	**i = 0.1056**
A	=	Ahorro económico por planilla mensual	**A = 345.44 USD**
TRMA	=	Tasa de rendimiento mínimo aceptable	**0.00791667=0.79%**

TABLA 7.9 Cálculo de la TIR con cambios tecnológicos

TIR CON CAMBIOS TECNOLOGICOS		
i	Bnp	Cnp
6,08000%	7349,3049	7336,01
6,08100%	7348,1375	7336,01
6,08200%	7346,9705	7336,01
6,08300%	7345,8038	7336,01
6,08400%	7344,6374	7336,01
6,08500%	7343,4714	7336,01
6,08600%	7342,3058	7336,01
6,08700%	7341,1405	7336,01
6,08800%	7339,9755	7336,01
6,08900%	7338,8109	7336,01
6,09000%	7337,6466	7336,01
6,09100%	**7336,4827**	**7336,01**
6,09200%	7335,3192	7336,01



En esta tabla se puede apreciar que con un interes de 6.091 % se recupera la inversion inicial, cabe recalcar que cuando TIR > TRMA el proyecto es economicamente conveniente.

7.5.3. RELACIÓN COSTO BENEFICIO

Considerando que el tiempo de vida útil de los sensores de presencia es 7 años (50000 switchadas), Se calcula el beneficio durante un año, con una tasa pasiva promedio del mercado financiero (12%)

7.5.3.1. Análisis de Resultados

Inversión Inicial con sensores de presencia detallado en la tabla 7.4	**7336.01 USD**
Ahorro mensual en USD con sensores de presencia	**345.44 USD**
Recuperación de la inversión	**1 año 6 meses**

7.5.3.2. Relación Costo Beneficio

$$\frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Costo Neto}} = \frac{Bpn}{Cpn} > 1$$

$$Bpn = \frac{A\,n*(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \cdot i}$$ Beneficio presente neto

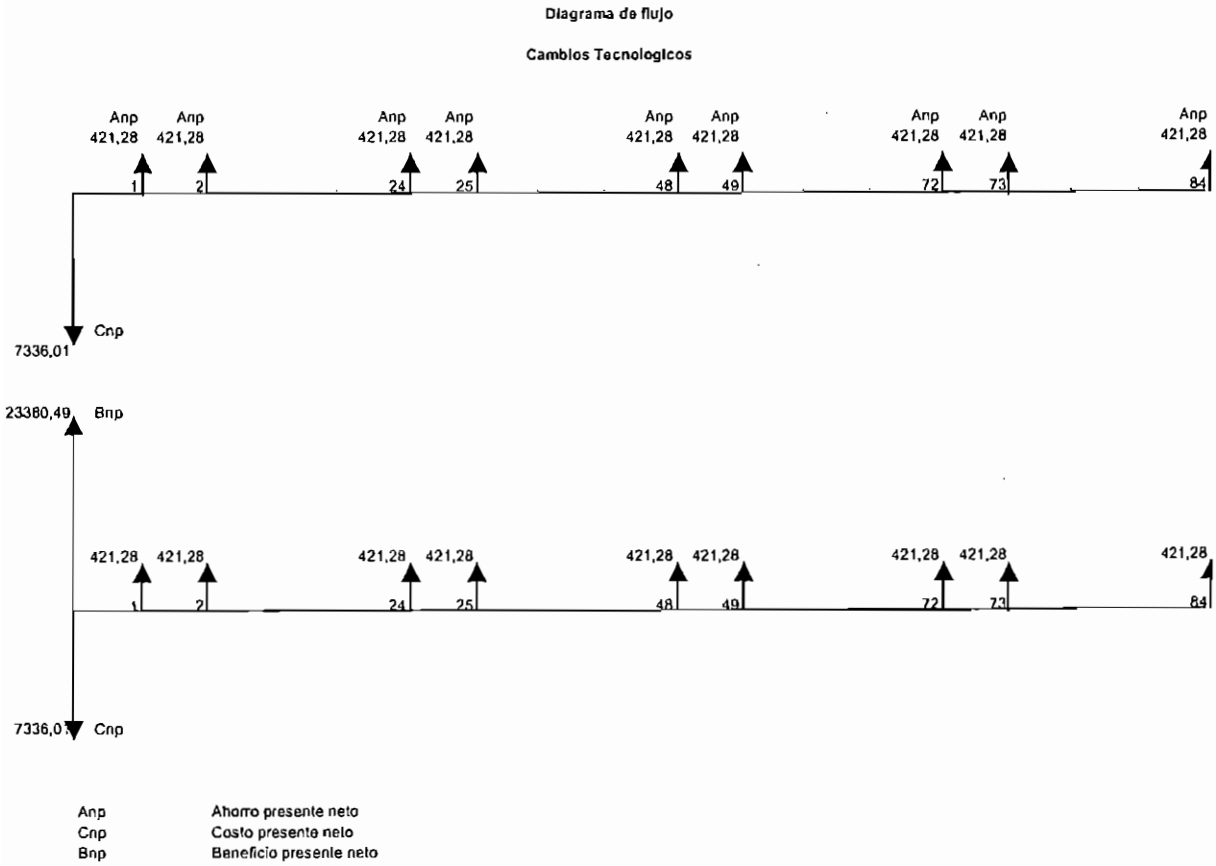
Cpn = Costo presente neto

Donde:

n = Tiempo de vida útil de los sensores = 84 meses

i = Interés = 0.01056

An = Ahorro mensual = 345.44 USD



En el diagrama de flujo todas las mensualidades se lleva a valor presente para obtener el beneficio presente neto y el costo presente neto que se detalla en la siguiente tabla

TABLA 7.10 : Valores Típicos del Factor de Recuperación Bnp/Cnp

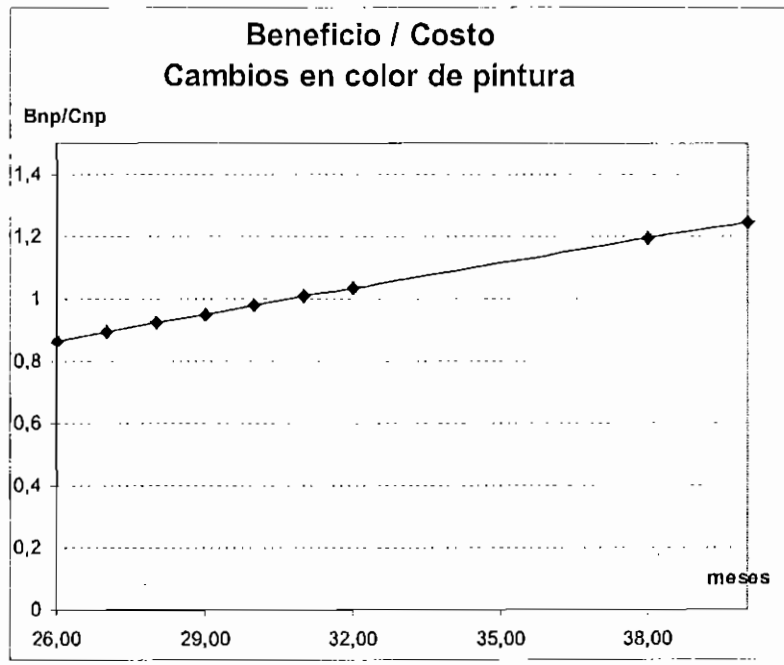
meses de vida util	Interes	Cambios Tecnológicos			
		Apn =345,450			
n	i	Bnp	Cnp	Bnp/Cnp	Bnp-Cpn
12,00	0,010567	5046,698	7336,01	0,687935	-2289,31
13,00	0,010567	5439,224	7336,01	0,741442	-1896,79
14,00	0,010567	5827,645	7336,01	0,794389	-1508,37
15,00	0,010567	6212,005	7336,01	0,846782	-1124,01
16,00	0,010567	6592,346	7336,01	0,898628	-743,67
17,00	0,010567	6968,710	7336,01	0,949932	-367,30
18,00	0,010567	7341,138	7336,01	1,000699	5,13
19,00	0,010567	7709,673	7336,01	1,050935	373,66
20,00	0,010567	8074,354	7336,01	1,100646	738,34
21,00	0,010567	8435,221	7336,01	1,149838	1099,21
22,00	0,010567	8792,316	7336,01	1,198515	1456,30
23,00	0,010567	9145,677	7336,01	1,246682	1809,67
24,00	0,010567	9495,343	7336,01	1,294347	2159,33
25,00	0,010567	9841,352	7336,01	1,341513	2505,34
26,00	0,010567	10183,744	7336,01	1,388185	2847,73
27,00	0,010567	10522,556	7336,01	1,434370	3186,54
28,00	0,010567	10857,825	7336,01	1,480072	3521,81
29,00	0,010567	11189,588	7336,01	1,525296	3853,58
30,00	0,010567	11517,882	7336,01	1,570047	4181,87
31,00	0,010567	11842,744	7336,01	1,614330	4506,73
32,00	0,010567	12164,209	7336,01	1,658150	4828,20
38,00	0,010567	14023,628	7336,01	1,911615	6687,62
40,00	0,010567	14617,828	7336,01	1,992613	7281,82
47,00	0,010567	16601,856	7336,01	2,263063	9265,84

En cualquier inversión que se realice, si el resultado de la relación beneficio costo es mayor a uno, el proyecto o la inversión es rentable y en esta tabla se puede apreciar que a partir de los 18 meses la relación Bnp/Cnp = 1.00069 lo que nos indica que en este tiempo se recupera totalmente la inversión y el resto es solo ganancia.

7.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO CON CAMBIOS EN EL COLOR DE LA PINTURA.

En la TABLA 6.14 se detalla el ahorro mensual con la aplicación de colores claros = 868.187 kWh que relacionándolo con el costo promedio de 1 kWh = 0.082 USD se obtiene el Anp Ahorro presente neto. Y el Cnp representa el costo presente neto.

meses de vida útil	Interes	Cambios en el color de la pintura			
		Apn =	71,190		
n	i	Bnp	Cnp	Bnp/Cnp	Bnp-Cpn
12,00	0,010567	953,2652	2220,00	0,429398736	-1266,73
13,00	0,010567	1027,4089	2220,00	0,462796805	-1192,59
14,00	0,010567	1100,7774	2220,00	0,495845657	-1119,22
15,00	0,010567	1173,3787	2220,00	0,528548945	-1046,62
16,00	0,010567	1245,2208	2220,00	0,560910281	-974,78
17,00	0,010567	1316,3118	2220,00	0,592933242	-903,69
18,00	0,010567	1386,6594	2220,00	0,624621364	-833,34
19,00	0,010567	1456,2715	2220,00	0,65597815	-763,73
20,00	0,010567	1525,1557	2220,00	0,687007064	-694,84
21,00	0,010567	1593,3196	2220,00	0,717711534	-626,68
22,00	0,010567	1660,7708	2220,00	0,748094952	-559,23
23,00	0,010567	1727,5167	2220,00	0,778160676	-492,48
24,00	0,010567	1793,5647	2220,00	0,807912027	-426,44
25,00	0,010567	1858,9221	2220,00	0,837352293	-361,08
26,00	0,010567	1923,5961	2220,00	0,866484726	-296,40
27,00	0,010567	1987,5938	2220,00	0,895312545	-232,41
28,00	0,010567	2050,9224	2220,00	0,923838935	-169,08
29,00	0,010567	2113,5888	2220,00	0,952067048	-106,41
30,00	0,010567	2175,6000	2220,00	0,980000003	-44,40
31,00	0,010567	2236,9628	2220,00	1,007640886	16,96
32,00	0,010567	2297,6839	2220,00	1,034992751	77,68
38,00	0,010567	2648,9076	2220,00	1,193201601	428,91
40,00	0,010567	2761,1452	2220,00	1,24375911	541,15
47,00	0,010567	3135,9061	2220,00	1,412570333	915,91



En esta tabla se puede apreciar que la inversión con cambios en el color de la pintura se recupera en 47 meses y su relación Benéfico/Costo es 1.0076.

RESUMEN DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS

meses de vida util	Interés	Cambios Tecnológicos				Cambios en el color de la pintura				Cambios Tecnológicos y color de la pintura			
		Apn =	345,450			Apn =	71,190			Apn =	416,640		
n	i	Bnp	Cnp	Bnp/Cnp	Bnp-Cpn	Bnp	Cnp	Bnp/Cnp	Bnp-Cpn	Bnp	Cnp	Bnp/Cnp	Bnp-Cpn
12,00	0,010567	5046,698	7336,01	0,687935	-2289,31	953,2652	2220,00	0,429398736	-1266,73	5046,6981	9532,80	0,53	-4486,10
13,00	0,010567	5439,224	7336,01	0,741442	-1896,79	1027,4089	2220,00	0,462796805	-1192,59	5439,2236	9532,80	0,57	-4093,57
14,00	0,010567	5827,645	7336,01	0,794389	-1508,37	1100,7774	2220,00	0,495845657	-1119,22	5827,6448	9532,80	0,61	-3705,15
15,00	0,010567	6212,005	7336,01	0,846782	-1124,01	1173,3787	2220,00	0,528548945	-1046,62	6212,0047	9532,80	0,65	-3320,79
16,00	0,010567	6592,346	7336,01	0,898628	-743,67	1245,2208	2220,00	0,560910281	-974,78	6592,3455	9532,80	0,69	-2940,45
17,00	0,010567	6968,710	7336,01	0,949932	-367,30	1316,3118	2220,00	0,592933242	-903,69	6968,7095	9532,80	0,73	-2564,09
18,00	0,010567	7341,138	7336,01	1,000699	5,13	1386,6594	2220,00	0,624621364	-833,34	7341,1382	9532,80	0,77	-2191,66
19,00	0,010567	7709,673	7336,01	1,050935	373,66	1456,2715	2220,00	0,65597815	-763,73	7709,6726	9532,80	0,81	-1823,13
20,00	0,010567	8074,354	7336,01	1,100646	738,34	1525,1557	2220,00	0,687007064	-694,84	8074,3536	9532,80	0,85	-1458,44
21,00	0,010567	8435,221	7336,01	1,149838	1099,21	1593,3196	2220,00	0,717711534	-626,68	8435,2214	9532,80	0,88	-1097,58
22,00	0,010567	8792,316	7336,01	1,198515	1456,30	1660,7708	2220,00	0,748094952	-559,23	8792,3160	9532,80	0,92	-740,48
23,00	0,010567	9145,677	7336,01	1,246682	1809,67	1727,5167	2220,00	0,778160676	-492,48	9145,6766	9532,80	0,96	-387,12
24,00	0,010567	9495,343	7336,01	1,294347	2159,33	1793,5647	2220,00	0,807912027	-426,44	9495,3425	9532,80	1,00	-37,46
25,00	0,010567	9841,352	7336,01	1,341513	2505,34	1858,9221	2220,00	0,837352293	-361,08	9841,3522	9532,80	1,03	308,55
26,00	0,010567	10183,744	7336,01	1,388185	2847,73	1923,5961	2220,00	0,866484726	-296,40	10183,7440	9532,80	1,07	650,95
27,00	0,010567	10522,556	7336,01	1,434370	3186,54	1987,5938	2220,00	0,895312545	-232,41	10522,5557	9532,80	1,10	989,76
28,00	0,010567	10857,825	7336,01	1,480072	3521,81	2050,9224	2220,00	0,923838935	-169,08	10857,8247	9532,80	1,14	1325,03
29,00	0,010567	11189,588	7336,01	1,525296	3853,58	2113,5888	2220,00	0,952067048	-106,41	11189,5880	9532,80	1,17	1656,79
30,00	0,010567	11517,882	7336,01	1,570047	4181,87	2175,6000	2220,00	0,980000003	-44,40	11517,8824	9532,80	1,21	1985,08
31,00	0,010567	11842,744	7336,01	1,614330	4506,73	2236,9628	2220,00	1,007640886	16,96	11842,7441	9532,80	1,24	2309,95
32,00	0,010567	12164,209	7336,01	1,658150	4828,20	2297,6839	2220,00	1,034992751	77,68	12164,2089	9532,80	1,28	2631,41
38,00	0,010567	14023,628	7336,01	1,911615	6687,62	2648,9076	2220,00	1,193201601	428,91	14023,6282	9532,80	1,47	4490,83
40,00	0,010567	14617,828	7336,01	1,992613	7281,82	2761,1452	2220,00	1,24375911	541,15	14617,8277	9532,80	1,53	5085,03
47,00	0,010567	16601,856	7336,01	2,263063	9265,84	3135,9061	2220,00	1,412570333	915,91	16601,8560	9532,80	1,74	7069,06

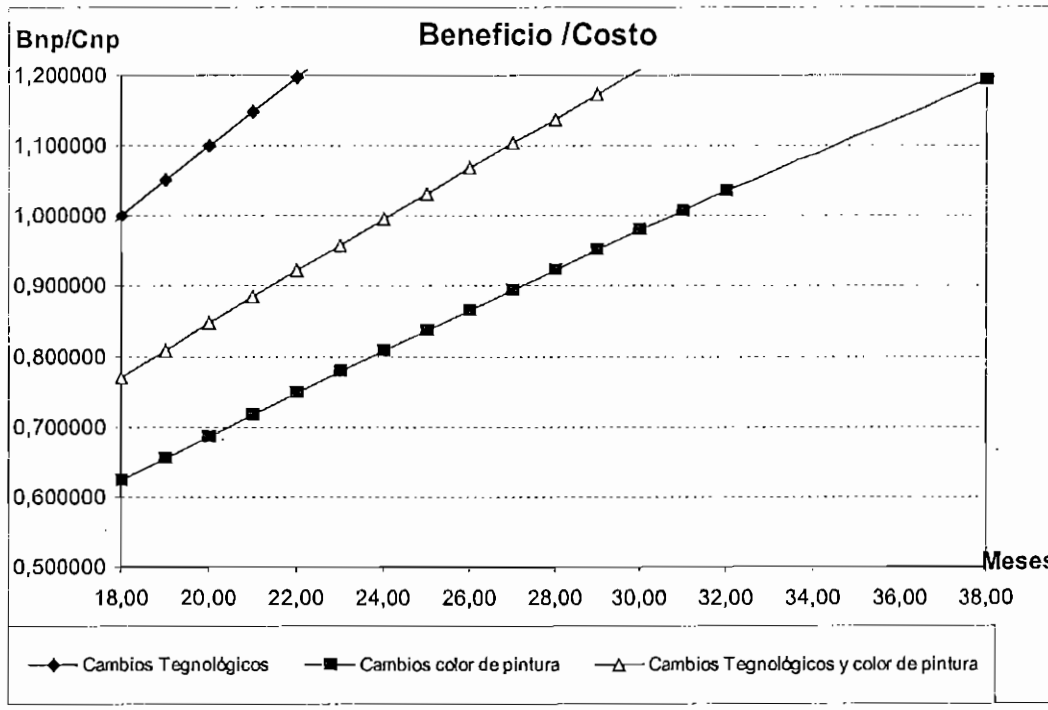
En esta tabla se presenta los tres casos:

1. Cambio tecnológico (Utilización de sensores de presencia)

2. Cambio de color de la pintura
3. Combinación de los dos casos anteriores.

De lo cual se observa que con la utilización de sensores de presencia mas la aplicación de colores claros en las paredes se puede recuperar la inversión en 24 meses y el resto es solo ganancia.

RELACIÓN BENEFICIO COSTO CON LAS TRES ALTERNATIVAS



En este gráfico se puede apreciar el tiempo de recuperación de la inversión inicial con las tres opciones:

CAMBIOS	Bnp/Cnp	TIEMPO DE RECUPERACIÓN
Tecnológicos	1.00069	18 meses
Color de pintura	1.0000	42meses
Tecnológicos mas color de pintura	1.0000	31 meses

ANALISIS

En este capitulo se realiza la evaluación económica que permite cuantificar el ahorro mensual y el tiempo de recuperación de la inversión inicial con las siguientes tres opciones:

1. instalación de sensores de presencia
2. cambio de color de pintura
3. combinación de los dos anteriores

	Tiempo de recuperación	Valor presente neto	Bnp/Cnp	Tir
Opción 1	18 meses	5.13	1.000699	6.090%
Opción 2	31 meses	16.96	1.00097	2.164%
Opción 3	24 meses	-37.46	1.00000	3.922%

La opción 1 es la mas económica, es una buena alternativa de ahorro y representa una inversión rentable con un periodo de retorno de capital de 30 meses.

La opción 2 implica un mayor tiempo de recuperación comparada con la opción 1 y representa bajo valor presente neto (Vpn), siendo esta inversión la menos aconsejable.

La opción 3 es la más acertada por que a pesar de que su valor presente neto (Vpn) es bajo, su corto periodo de recuperación y la relación Bnp/Cnp igual a 1 permite que se gane mejores niveles de iluminación.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES

Del presente trabajo, se ha podido extraer las siguientes conclusiones:

1. Durante la realización de este trabajo se observó que el personal del banco desconoce la importancia del uso eficiente de la energía eléctrica, observándose en muchos casos despilfarros, inclusive en épocas de racionamiento, al dejar las luces encendidas.

   Estos son los motivos por los que se analiza la posibilidad de determinar la conveniencia económica de implantar acciones tendientes a un uso racional de la energía en el sistema de iluminación.

2. En la auditoría realizada en las ex – instalaciones del BCE se identificó las áreas principales, fuentes de energía, capacidad total instalada y las horas huso.

   Los resultados fueron los siguientes: capacidad total instalada 572.905,00W de los cuales el 24.66 % corresponden a la capacidad instalada en iluminación. Este porcentaje justifica la realización del proyecto cuyo objetivo es dar criterios sobre el uso de la energía con nuevas tecnologías con lo cual se lograra mejorar el sistema, cumplir mejor los estándares y lo más importante reducir el costo de las planillas.

3. Como resultado de los estudios realizados en el ex – edificio del Banco Central del Ecuador se propone tres alternativas para un uso eficiente de energía en el sistema de iluminación: a) análisis con instalación de sensores, b) análisis con cambio de color de pintura, c) análisis con instalación de sensores mas cambio de color de pintura.

a. Mediante el uso de los sensores de presencia, para el control del sistema de iluminación se disminuirá la factura mensual en 345.450 USD de los 7.353,92 USD que se pago en promedio por el rubro servicio eléctrico, esto equivale a un ahorro del 5.3%, con una inversión inicial de 6616.68 USD obteniéndose la recuperación de capital en un período de 1 años 6 meses, y una tasa interna de retorno (TIR) de 6.09% , haciendo que esta opción sea la mas económica.

b. Con la aplicación de pintura nueva en las paredes con un color blanco esmalte cuyo coeficiente de reflexión de 85% se mejora notablemente los niveles de iluminación proporcionando adecuados ambientes de trabajo. Esta aplicación disminuirá la factura mensual en 71.190 USD, con una inversión inicial de 2220 USD.

c. Combinando las dos alternativas anteriores, utilizar sensores de presencia y aplicar pintura nueva con un coeficiente de reflexión del 85%, se mejora notablemente los niveles de iluminación, contribuyendo a que el personal del banco desarrolle toda su capacidad en su puesto de trabajo. Con esta opción se recupera la inversión inicial en 2 años.

4. Por considerar que la opción 2 requiere la inversión de un capital que se recupera casi al termino de la vida útil de la aplicación de la pintura queda descartada.

5. Se puede concluir que la opción 3 es la más acertada por que a pesar de que su valor presente neto (Vpn) es bajo, su corto periodo de recuperación y la relación beneficio/costo (Bnp/Cnp) es igual a 1 permite que se gane mejores niveles de iluminación.

6. Del análisis económico se puede notar que las opciones 1 es la mas aconsejables, observándose que el análisis con aplicación de pintura es una referencia para el calculo de ahorro de energía.

7. El análisis de reemplazar balastos estándar por balastos electrónicos se presenta como un calculo adicional para observar los beneficios que estos equipos pueden dar.

8. Luego del reemplazo de lámparas fluorescentes de 40 W por lámparas de 32 W alta eficiencia se observa como resultado un ligero porcentaje de reducción en la iluminación total. Una capa de pintura más brillante de color blanco esmalte aplicada en la pared es más reflexiva y puede recuperar ese déficit sin tener que recurrir a medidas mas costosas como las de reemplazar lámparas, balastos y lentes, o incluso toda la pantalla o reflector como conjunto.

9. Es importante el efecto psicológico que los espacios mas claros y brillantes producen por ejemplo las salas de reuniones del noveno piso, parecen ser mas cálidos a sus ocupantes. Por ello en estos espacios se observa una ligera reducción en su nivel de iluminación debido a las reformas realizadas, por lo tanto necesitan mantener una temperatura más cálida para conseguir un buen nivel de confort.

10. Se puede concluir que mediante estrategias adecuadas de iluminación, es posible conseguir un ahorro energético sustancial. Las horas-sol anuales con las que se cuenta en gran parte del territorio nacional permiten asegurar que en los horarios laborales normales se pueda prescindir de cualquier tipo de luminarias artificiales, así como reconsiderar las medidas de "cambio de horario" tomadas por el sector oficial y que muchas molestias han ocasionado a la población en general.

11. La mayoría de las personas encargadas de las entidades publicas no están familiarizados con la idea de una auditoría energética en iluminación. Pues confían en sus propios ingenieros y en el personal de mantenimiento y no creen en personas de fuera de la empresa que demuestren lo inexpertos o equivocados que pueden estar. Estas dudas deben ser eliminadas en todas estas entidades y con ayuda de personal especializado dar paso a un uso eficiente de energía en el sistema de iluminación.

RECOMENDACIONES

1. La administración técnica del Ex – edificio del Banco Central del Ecuador debe disponer la implementación de una base de datos para tener un registro de la carga instalada y de los períodos de utilización con miras a implantar, controlar y hacer un seguimiento de un proyecto de uso eficiente de la energía; registrando entre otros parámetros: nombre del equipo; características técnicas como: potencia, factor de potencia, voltaje y corriente nominales; fecha y hora de entrada en funcionamiento; fecha y hora de salida de operación; años de vida útil; etc.

2. Se recomienda elaborar un diagrama unifilar de todo el sistema eléctrico e identificar claramente cargas y tableros.

3. Como el personal de infraestructura no da mantenimiento al sistema y los usuarios no son disciplinados utilizando este recurso, es necesario capacitar al personal del departamento de infraestructura y mantenimiento e iniciar con un programa de concientización a todo el personal.

4. Para conseguir un nivel de iluminación relativamente igual en el edificio, el personal de Infraestructura debe planificar un mantenimiento periódico ya que el polvo y la suciedad acumulado en las instalaciones de alumbrado absorben la luz malgastando la energía necesaria para sus funcionamiento. Esta labor se debe coordinar respetando el horario de trabajo de cada departamento de manera que no se altere el normal desempeño de las actividades cotidianas.

5. Se recomienda que así como para el diseño y construcción de edificios se debe tomar en cuenta para la remodelación un aspecto muy importante, la cantidad de luz natural disponible en cada una de las caras laterales del edificio, pues esto depende de la estación del año, hora del día, calidad del aire y condiciones climáticas.

La iluminación natural se ve muy favorecida en nuestro medio por estar ubicados en la línea ecuatorial. Esto se logra independizando y sectorizando los circuitos que alimentan a las luminarias cercanas a las ventanas, esto ayudará a iluminar sólo los lugares que se necesita.

6. Al personal de Infraestructura y Mantenimiento se recomienda realizar en sus diseños, estudios técnico-económicos orientados a reducir el consumo de energia a través de la opción: cambios tecnológicos con la aplicación de colores claros en las paredes , techos y pisos pues la capacidad de reflexión del suelo y de las paredes tiene un gran impacto sobre el nivel de luz de un espacio: cuanto más claro es el color y más reflexiva la superficie, se conseguirá una mayor luminosidad en el ambiente determinado, en cambio los colores oscuros absorben gran cantidad de luz y obligan a utilizar más lámparas.

7. Se recomienda implementar la opción 3, que consiste en controlar el sistema de iluminación con sensores de presencia más la aplicación de colores claros (blanco esmalte) en las paredes, muros y techos, cuyo coeficiente de reflexión (CR) es del 85% con lo cual se logra recuperar la inversión en 32 meses con un valor presente neto (Vpn) bajo, pero con la certeza de que luego de este tiempo es ganancia solamente.

8. Minimizar la distancia entre los puestos de trabajo especialmente en las oficinas abiertas es una recomendación que significa mucho mas que disminuir la superficie de la oficina, pues reduce los costos de iluminación, aire acondicionado y los gastos de mantenimiento. Además lo pueden hacer mejor y mas rápido que si estuvieran trabajando en un espacio mas amplio por tanto significa que con menor personal se pueden cumplir los objetivos del trabajo.

9. Considerando que la tarifa de la energía aumentará con el tiempo, se recomienda seleccionar un sistema de iluminación eficiente. El hecho de que las tarifas sean subsidiadas ha generado no solo malos hábitos

de consumo en todo el personal del Banco, sino la renuencia a utilizar equipos más eficientes.

10. El desarrollo de los proyectos de Ahorro de Energía son importantes no solo por los beneficios económicos que representa sino por la responsabilidad que implica con las futuras generaciones, puesto que sin la aplicación de este tipo de programas, difícilmente se podrá garantizar la satisfacción de la demanda futura, en términos económicos accesibles para la gran mayoría de ecuatorianos.

11. Para mejorar los niveles de iluminación en los edificios se recomienda realizar cambios de tipo arquitectónico como: mover los puestos de trabajo, cambiar las estructuras modulares, utilizar colores claros en los techos paredes y pisos, tomar en cuenta el ancho de las ventanas, con la finalidad de aprovechar al máximo la luz natural. Todo este estudio se puede realizar utilizando el programa Auto-Cad, que además permitirá analizar la temperatura del medio ambiente.

12. Considerando que en nuestro país no existen centros de investigación que posean laboratorios de iluminación natural o realicen investigaciones al respecto, la mayoría de los edificios construidos no están ubicados astronómicamente para recibir la mayor cantidad de luz natural, por ello se recomienda al municipio del distrito metropolitano elaborar una ordenanza en el que se tome en cuenta esta posición para las nuevas construcciones.

13. A los Colegios de Profesionales y a las Instituciones Técnicas de nivel Superior, involucradas en el sector eléctrico, impulsar y promover trabajos de Uso Eficiente de Energía pues estos constituyen una nueva fuente de trabajo aun no explotada y de la cual se pueden obtener resultados altamente satisfactorios en beneficio de nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

[1] PHILIPS LIGHTING B.V, Manual de Iluminación, Argentina 1995

[2] H AGLER, BAILLY & COMPANY, Manual de Auditoria Energética , Tomo 1,Ecuador INE, 1990

[3] IEEE, Administración de la Energía Eléctrica, New York USA , 1992

[4] FRED S, DUBIN and CHARLES G., LONG Jr., Energy Conservation Standars for Builing Design, Construction and Operation, USA, 1987

[5] IEEE Recomended Practice for energyConservation and Cost-Effective Planning in Industrial Facilities, USA, 1983

[6] EEQ S.A. Facturas del Consumo Eléctrico del Edificio Banco Central del Ecuador, Quito Ecuador

[7] LUIS FERNANDO GUTIERREZ MARULANDA . Decisiones Financieras y costos del dinero, Editorial Norma, Colombia,1985.

[8] E.P.N. Apuntes de Administración Económica, Quito Ecuador,2001.

[9] IBARRA ZANNATHA, JUAN MANUEL Reporte anual de actividades ,1983 ,Sección de control automático /IPN Mexico, MX

[10]MUNDO ELECTRONICO; MOMPIN POBLET, JOSE Electrónica y Automática Industriales/Marcombo Barcelona. ES 1981.

[11]BERGER,HANS. Sistemas de Automatización STEP 5, SIEMENS, Berlín DD. 2de 1992

[12]RAMIREZ VAZQUEZ, José. Luminotecnia: Enciclopedia CEAC de Electricidad, Ediciones CEAC S.A. Barcelona.

[13]COLOMA YANEZ, Luis. El Ahorro de la Energía en el Campo de la Iluminación. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Diciembre 1999.

[14]MOYANO, Polo, Sistema de iluminación para el edificio BANCO DEL PICHINCHA .Escuela Politécnica Nacional, Quito

[15]RAMOS CACERES, Carlos. Auditoria energética en un edificio de servicios administrativos .Escuela Politécnica Nacional, Quito

[16]NORMA ICOTEC 900. Instituto Colombiano De Normas Técnicas, Bogotá, 1975.

[17]WESTINGHOUSE. Manual de Alumbrado, 1989.

[18]MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. Proyecto para el Ahorro de Energía; Tópico II: Eficiencia en los Sistemas de Iluminación, 1999.

[19]PHILIPS. Lighting Manual, Paraninfo, Madrid, 1988.

[20]OSRAM. Manual de Luminotecnia, Alemania.

[21]NATIONAL CODE ELECTRICAL. National Fiere Protection Association Internacional, 1962.

[22]LEVITON, Occupancy Sensors , Aplication Manual,1995

[23]LEVITÓN, Lighting Control Division, Building a connected world.

[24]OSRAM DULUX, Compact Fluorescent Lamp, Technical Guide, Alemania, 1998.

[25]CARRANZA CASTELLANOS, Emilio. Luminotecnia y sus aplicaciones. Editorial Diana, México, 1981.

[26]INEN 1 150 Iluminación Natural de edificios .Definiciones .Norma Ecuatoriana

[27]RIOFRIO, Carlos Apuntes de Distribución , EPN-2001

[28]POVEDA, Mentor. Apuntes de Planificación de sistemas de Distribución EPN - 2000.

PÁGINAS WEB:

[1*] www.lighting.philips.com

[2*] www.frc.utn.edu.ar/investigacion/gese/servic/ap.htm

[3*] www.constru.web.co/catalogos/schreder

[4*] www.venemca.com

[5*] www.conae.gov.mx/normas

[6*] www.editorial.cda.ulpgc.es/instalacion/3_alumbrado

[7*] www.cie_usnc.org

[8*] www.conelec.gov.ec

[9*] www.osram.com.mx

[10*] www.creg.gov.co

[11*] www.iee.edu.uy/investigacion/grupos/fotomet

[11*] www.rcp.net.pe/PAE/.

[12*] www.itdg.org.pe/cendoc

[13*] www.EEQ.com

[14*] www.leviton.com

ANEXO 1

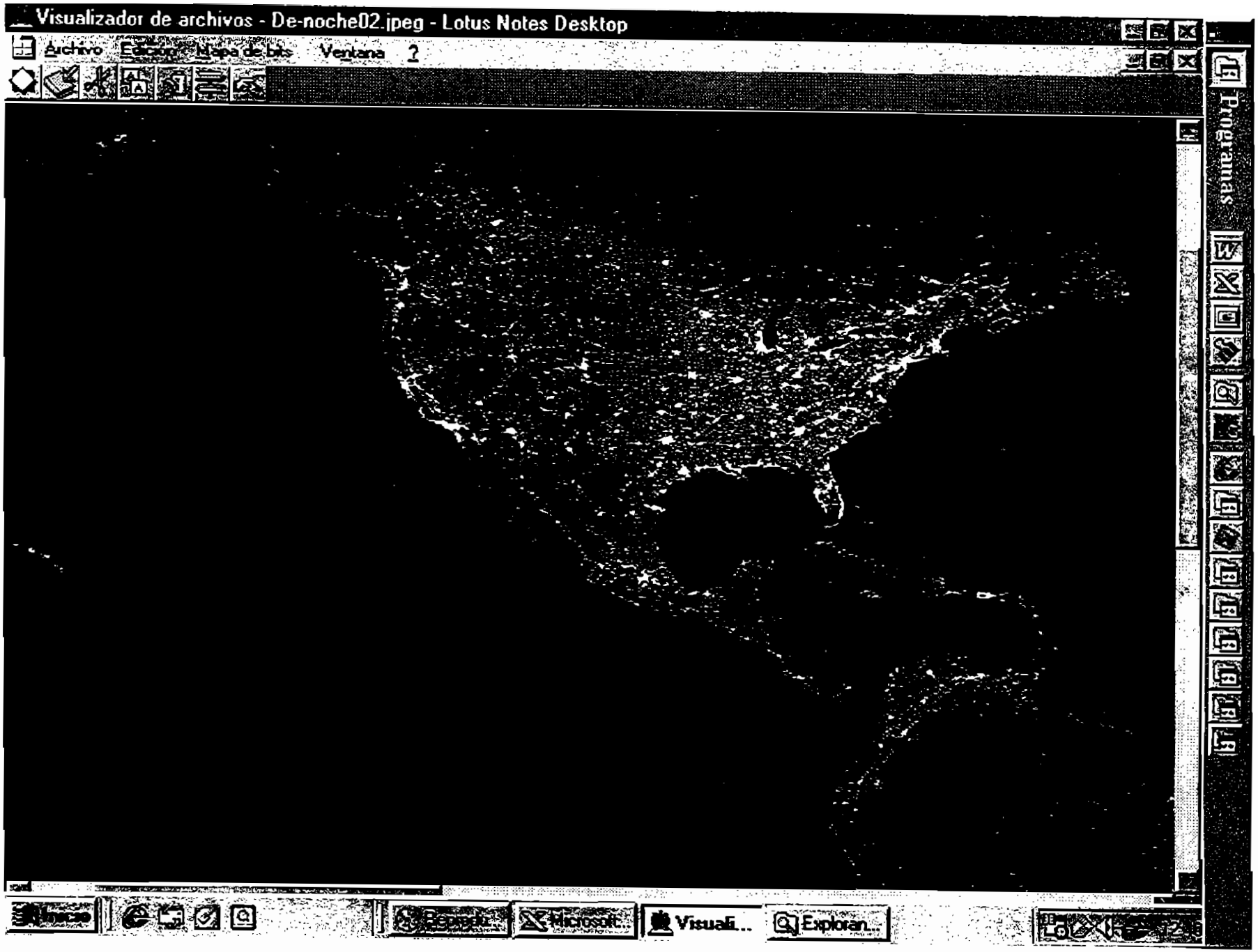
FOTO SATELITAL DEL CONTINENTE AMERICANO

Visualizador de archivos - De-noche02.jpeg - Lotus Notes Desktop

Archivo Edicion Mapa de bits Ventana ?

Programas

Oficina


Visualizador de archivos - De-noche02.jpeg - Lotus Notes Desktop
Archivo Edición Mapa de bits Ventana ?
Programas
Visuali...
Explorar...

ANEXO 2

DIAGRAMA DE WALDRAM [℘]

[℘] INEN 1 151 Iluminación natural de edificios / Métodos de determinación

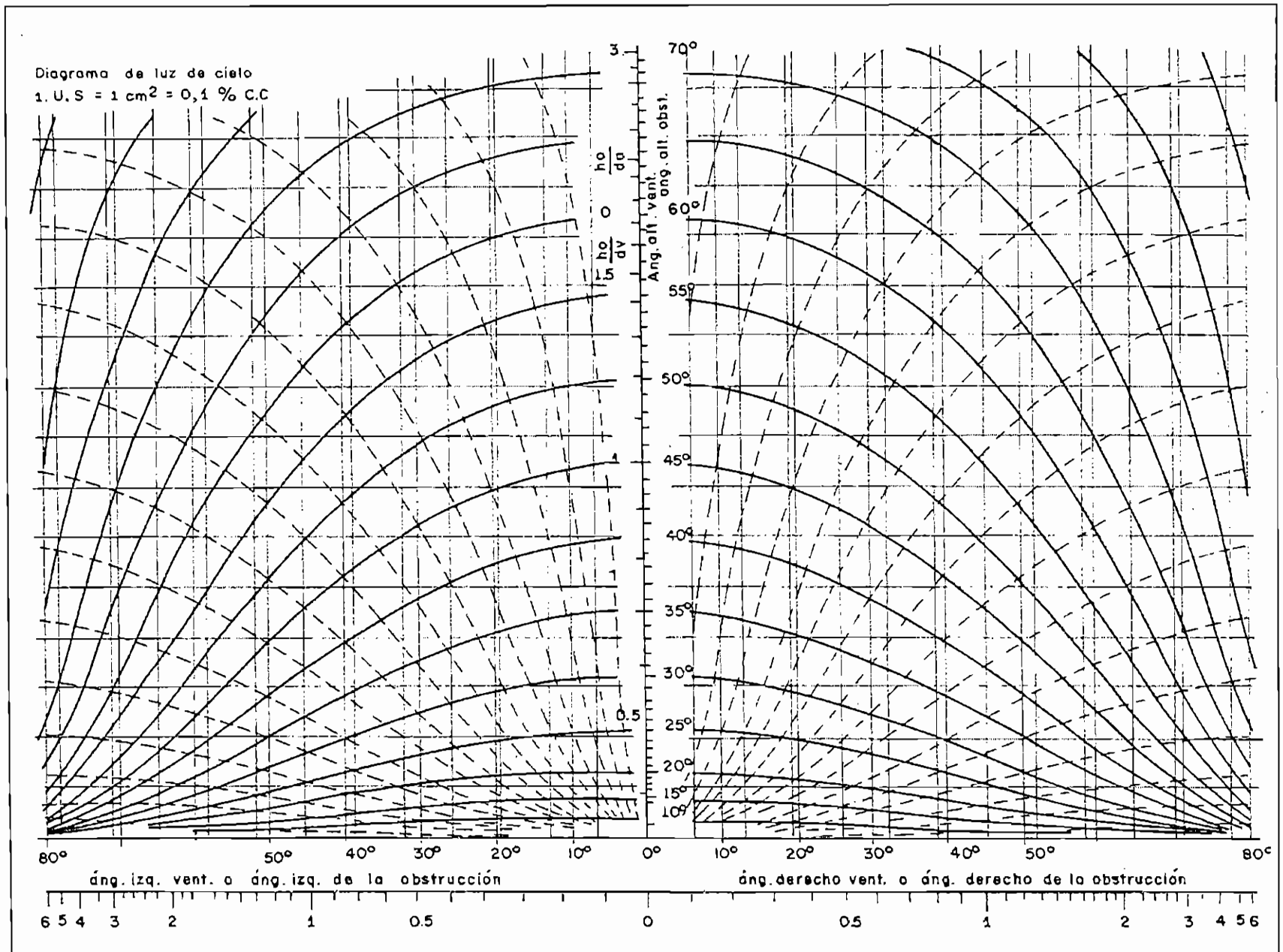


Diagrama de luz de cielo
1. U. S = 1 cm2 = 0,1 % C.C
ho/da
ho/dv
3
0
1.5
1
0.5
Ang. alt. vent.
Ang. alt. obst.
70°
60°
55°
50°
45°
40°
35°
30°
25°
20°
15°
10°
80°
50°
40°
30°
20°
10°
0°
10°
20°
30°
40°
50°
80°
áng. izq. vent. o áng. izq. de la obstrucción
áng. derecho vent. o áng. derecho de la obstrucción
6 5 4 3 2 1 0.5 0 0.5 1 2 3 4 5 6

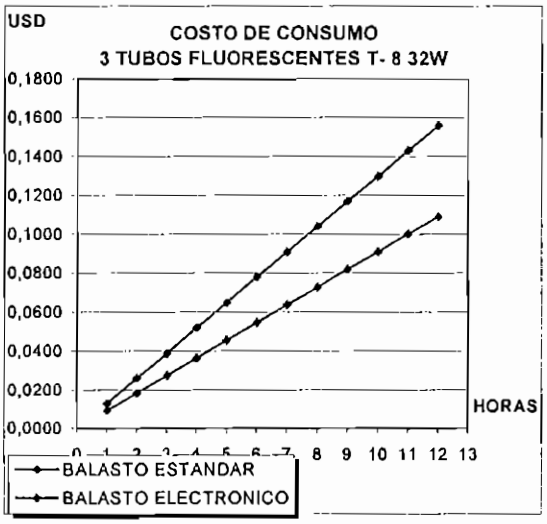
ANEXO 3

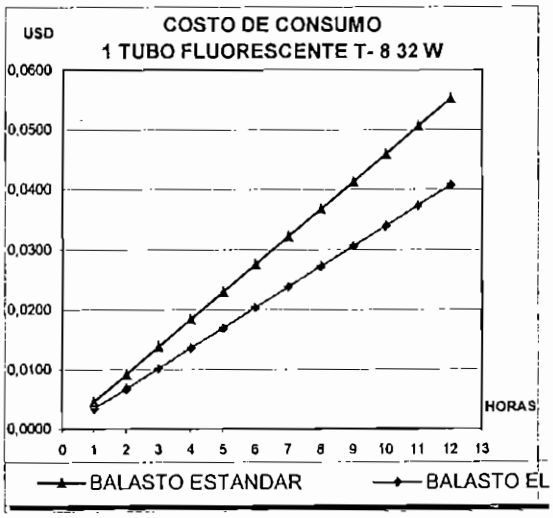
CONSUMO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES CON BALASTO ESTÁNDAR Y BALASTO ELECTRÓNICO

DATOS DE UN TUBO FLUORESCENTE

1 Tubo Fluorescente de 40 W		
Horas	Costo USD/kWh B. Estándar	Costo USD/kWh B.Electónico
1	0,0052	0,0040
2	0,0104	0,0080
3	0,0156	0,0120
4	0,0208	0,0160
5	0,0260	0,0200
6	0,0312	0,0240
7	0,0364	0,0280
8	0,0416	0,0320
9	0,0468	0,0360
10	0,0520	0,0400
11	0,0572	0,0440
12	0,0624	0,0480

1 Tubo Fluorescente de T-8 32 W		
Horas	Costo USD/kWh B. Estándar	Costo USD/kWh B. Electrónico
1	0,0046	0,0034
2	0,0092	0,0068
3	0,0138	0,0102
4	0,0184	0,0136
5	0,0230	0,0170
6	0,0276	0,0204
7	0,0322	0,0238
8	0,0368	0,0272
9	0,0414	0,0306
10	0,0460	0,0340
11	0,0506	0,0374
12	0,0552	0,0408

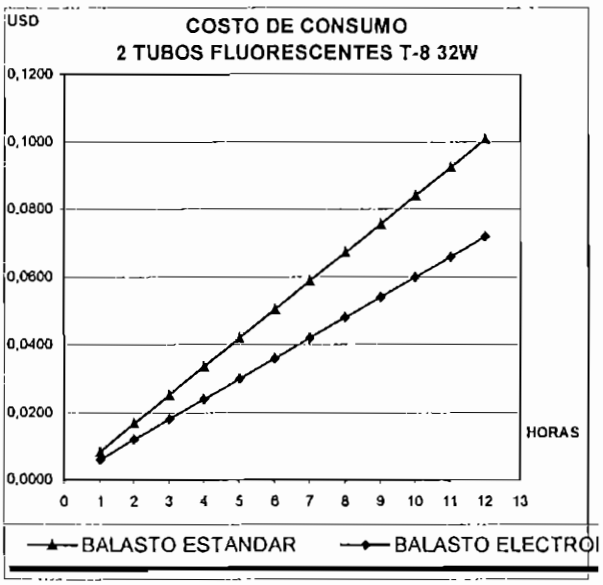


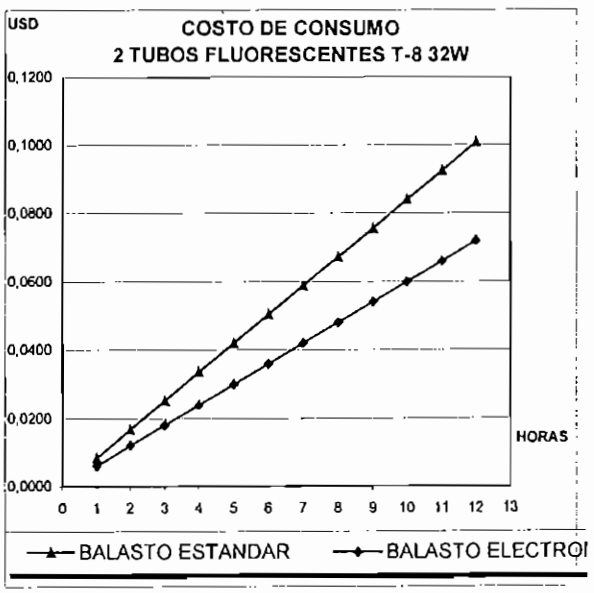


DATOS DE DOS TUBOS FLUORESCENTES

2 Tubos Fluorescentes de 40 W		
Horas	Costo USD/kWh B. Estándar	Costo USD/kWh B. Electrónico
1	0,0096	0,0069
2	0,0192	0,0138
3	0,0288	0,0207
4	0,0384	0,0276
5	0,0480	0,0345
6	0,0576	0,0414
7	0,0672	0,0483
8	0,0768	0,0552
9	0,0864	0,0621
10	0,0960	0,0690
11	0,1056	0,0759
12	0,1152	0,0828

2 Tubos Fluorescentes de T-8 32 W		
Horas	Costo USD/kWh B. Estándar	Costo USD/kWh B. Electrónico
1	0,0084	0,0060
2	0,0168	0,0120
3	0,0252	0,0180
4	0,0336	0,0240
5	0,0420	0,0300
6	0,0504	0,0360
7	0,0588	0,0420
8	0,0672	0,0480
9	0,0756	0,0540
10	0,0840	0,0600
11	0,0924	0,0660
12	0,1008	0,0720

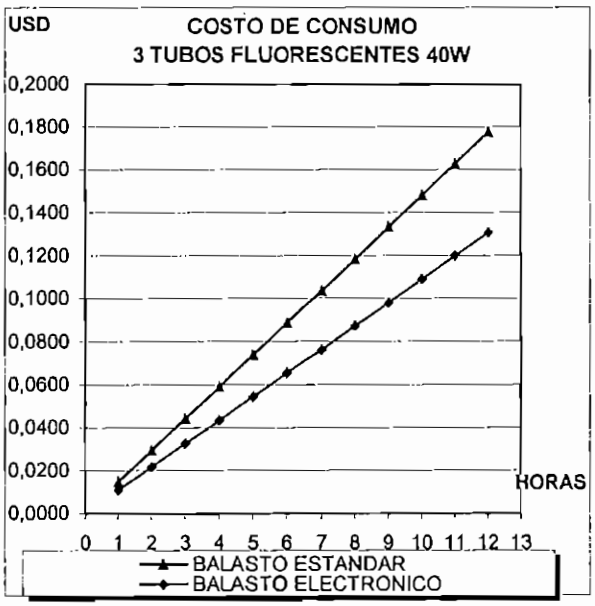


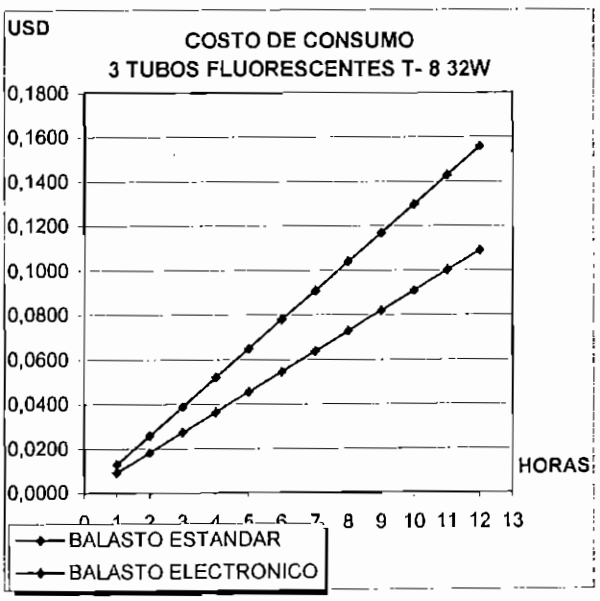


DATOS DE TRES TUBOS FLUORESCENTES

3 Tubos Fluorescentes de 40 W		
Horas	Costo USD/kWh B. Estándar	Costo USD/kWh B. Electrónico
1	0,0148	0,0109
2	0,0296	0,0218
3	0,0444	0,0327
4	0,0592	0,0436
5	0,0740	0,0545
6	0,0888	0,0654
7	0,1036	0,0763
8	0,1184	0,0872
9	0,1332	0,0981
10	0,1480	0,1090
11	0,1628	0,1199
12	0,1776	0,1308

3 Tubos Fluorescentes de T-8 32 W		
Horas	Costo USD/kWh B. Estándar	Costo USD/kWh B. Electrónico
1	0,0130	0,0091
2	0,0260	0,0182
3	0,0390	0,0273
4	0,0520	0,0364
5	0,0650	0,0455
6	0,0780	0,0546
7	0,0910	0,0637
8	0,1040	0,0728
9	0,1170	0,0819
10	0,1300	0,0910
11	0,1430	0,1001
12	0,1560	0,1092

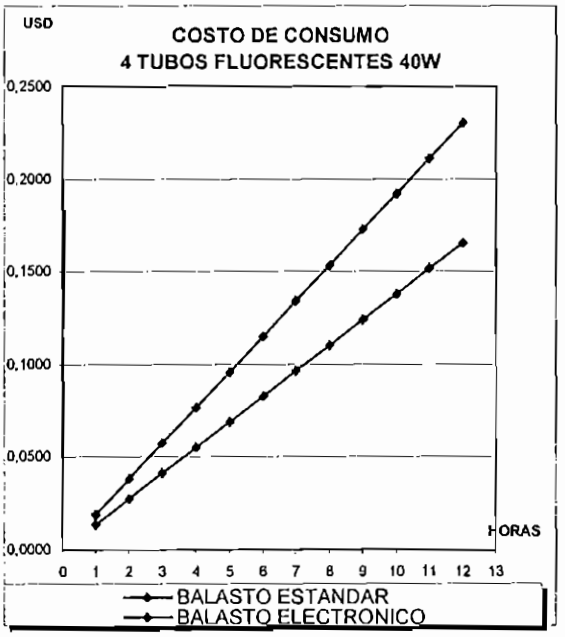


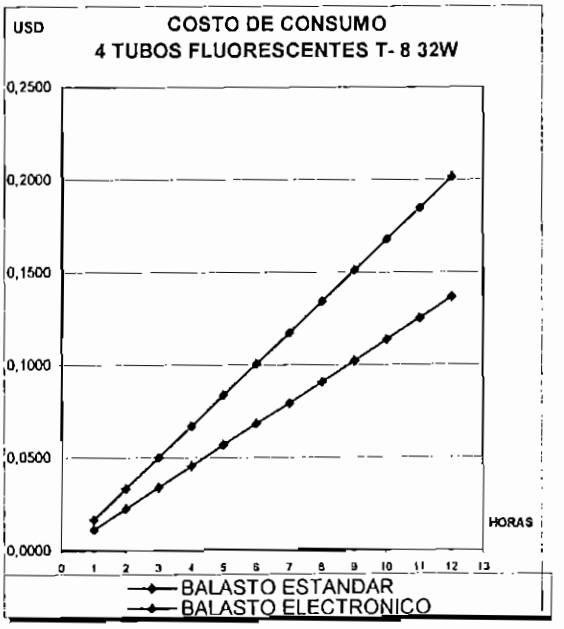


DATOS DE CUATRO TUBOS FLUORESCENTES

4 Tubos Fluorescentes de 40 W		
Horas	Costo USD/kWh B. Estándar	Costo USD/kWh B. Electrónico
1	0,0192	0,0138
2	0,0384	0,0276
3	0,0576	0,0414
4	0,0768	0,0552
5	0,0960	0,0690
6	0,1152	0,0828
7	0,1344	0,0966
8	0,1536	0,1104
9	0,1728	0,1242
10	0,1920	0,1380
11	0,2112	0,1518
12	0,2304	0,1656

4 Tubos Fluorescentes de T-8 32 W		
Horas	Costo USD/kWh B. Estándar	Costo USD/kWh B. Electrónico
1	0,0168	0,0114
2	0,0336	0,0228
3	0,0504	0,0342
4	0,0672	0,0456
5	0,0840	0,0570
6	0,1008	0,0684
7	0,1176	0,0798
8	0,1344	0,0912
9	0,1512	0,1026
10	0,1680	0,1140
11	0,1848	0,1254
12	0,2016	0,1368

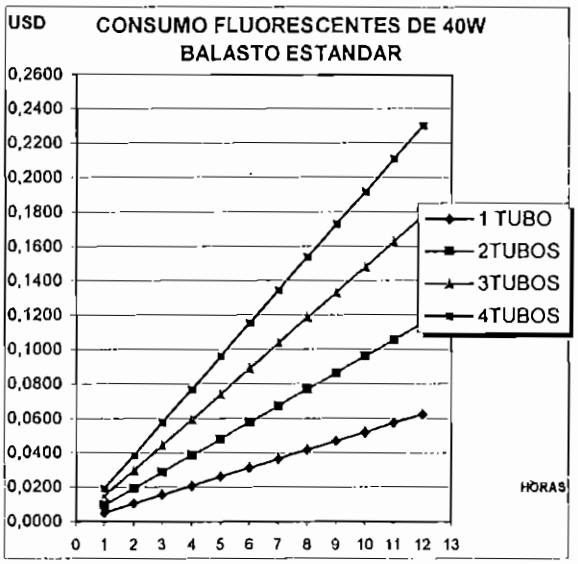


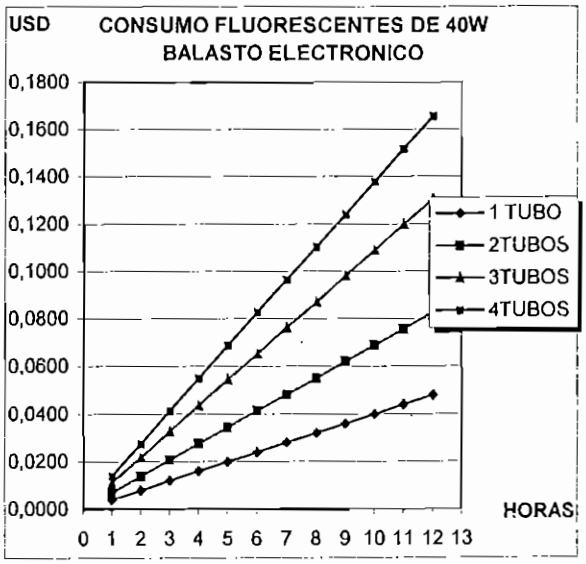


COMBINACIÓN DE LÁMPARAS

BALASTO ESTÁNDAR 40W				
	1TUBO	2TUBOS	3 TUBOS	4TUBOS
Horas	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh
1	0,0052	0,0096	0,0148	0,0192
2	0,0104	0,0192	0,0296	0,0384
3	0,0156	0,0288	0,0444	0,0576
4	0,0208	0,0384	0,0592	0,0768
5	0,0260	0,0480	0,0740	0,0960
6	0,0312	0,0576	0,0888	0,1152
7	0,0364	0,0672	0,1036	0,1344
8	0,0416	0,0768	0,1184	0,1536
9	0,0468	0,0864	0,1332	0,1728
10	0,0520	0,0960	0,1480	0,1920
11	0,0572	0,1056	0,1628	0,2112
12	0,0624	0,1152	0,1776	0,2304

BALASTO ELECTRÓNICO 40W				
	1TUBO	2TUBOS	3 TUBOS	4TUBOS
Horas	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh
1	0,0040	0,0069	0,0109	0,0138
2	0,0080	0,0138	0,0218	0,0276
3	0,0120	0,0207	0,0327	0,0414
4	0,0160	0,0276	0,0436	0,0552
5	0,0200	0,0345	0,0545	0,0690
6	0,0240	0,0414	0,0654	0,0828
7	0,0280	0,0483	0,0763	0,0966
8	0,0320	0,0552	0,0872	0,1104
9	0,0360	0,0621	0,0981	0,1242
10	0,0400	0,0690	0,1090	0,1380
11	0,0440	0,0759	0,1199	0,1518
12	0,0480	0,0828	0,1308	0,1656

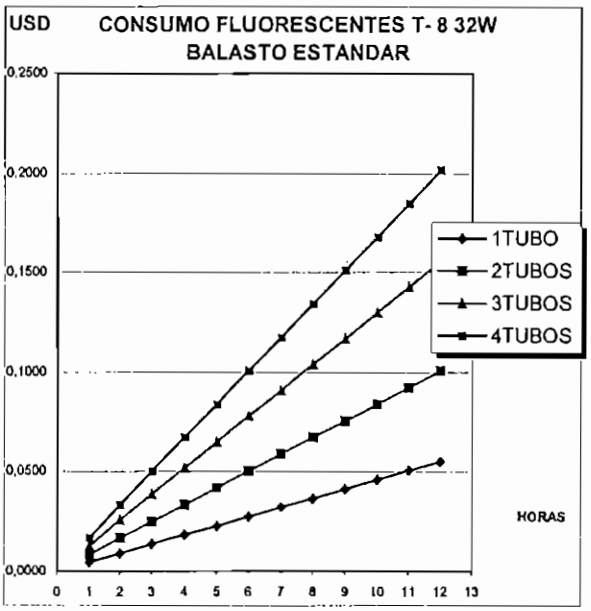


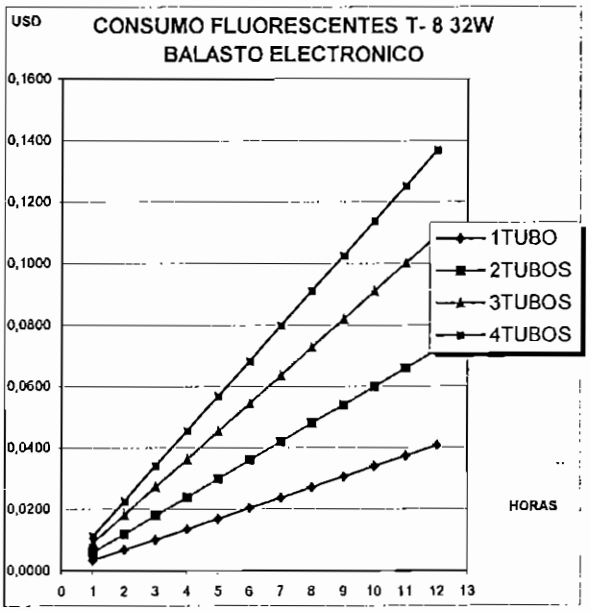


COMBINACIÓN DE LÁMPARAS

BALASTO ESTÁNDAR T-8 32W				
	1TUBO	2TUBOS	3 TUBOS	4TUBOS
Horas	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh
1	0,0046	0,0084	0,013	0,0168
2	0,0092	0,0168	0,026	0,0336
3	0,0138	0,0252	0,039	0,0504
4	0,0184	0,0336	0,052	0,0672
5	0,0230	0,042	0,065	0,084
6	0,0276	0,0504	0,078	0,1008
7	0,0322	0,0588	0,091	0,1176
8	0,0368	0,0672	0,104	0,1344
9	0,0414	0,0756	0,117	0,1512
10	0,0460	0,084	0,13	0,168
11	0,0506	0,0924	0,143	0,1848
12	0,0552	0,1008	0,156	0,2016

BALASTO ELECTRÓNICO T-8 32W				
	1TUBO	2TUBOS	3 TUBOS	4TUBOS
Horas	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh	Costo USD/kWh
1	0,0034	0,0060	0,0091	0,0114
2	0,0068	0,0120	0,0182	0,0228
3	0,0102	0,0180	0,0273	0,0342
4	0,0136	0,0240	0,0364	0,0456
5	0,0170	0,0300	0,0455	0,0570
6	0,0204	0,0360	0,0546	0,0684
7	0,0238	0,0420	0,0637	0,0798
8	0,0272	0,0480	0,0728	0,0912
9	0,0306	0,0540	0,0819	0,1026
10	0,0340	0,0600	0,0910	0,1140
11	0,0374	0,0660	0,1001	0,1254
12	0,0408	0,0720	0,1092	0,1368

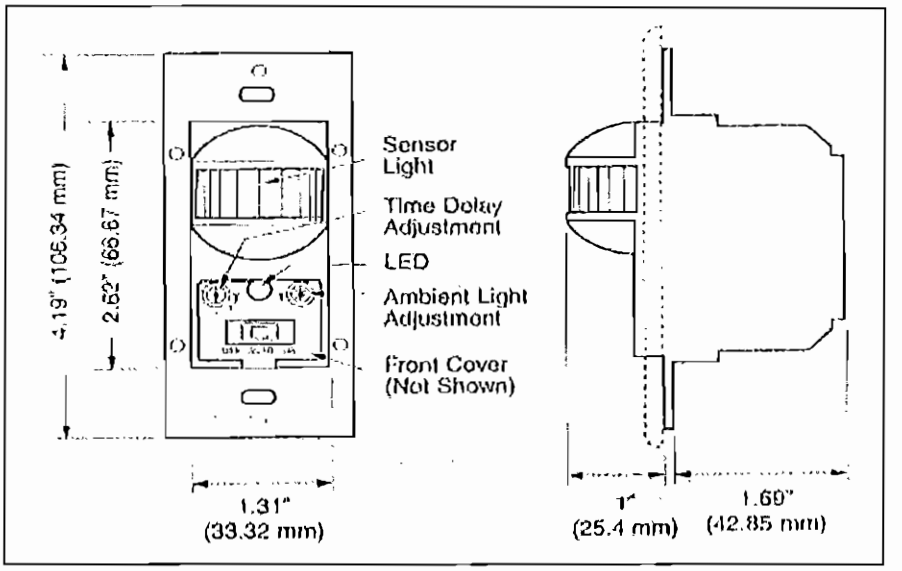


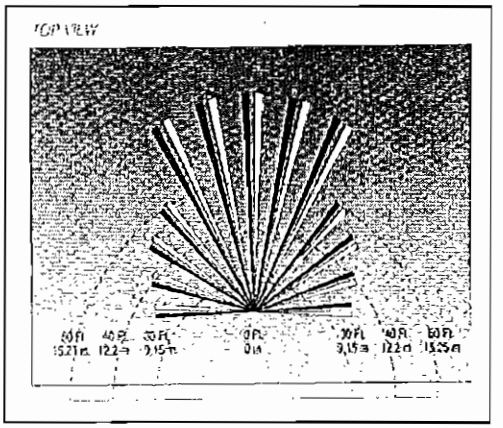


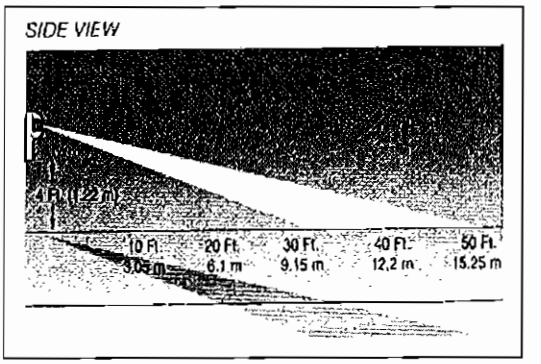
ANEXO 4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS SENSORES

Modelo 6775







Características Eléctricas

- Capacidad:
  - Entrada: 120 a 347VCA, 50/60Hz
  - Carga: Fluorescente / Bajo Voltaje 1200VA-120V
    2400VA-277V
    2000VA-347V
  - Incandescente 600W-120V
  - Motor 1/4 HP-120 o 240V

- Para 180, 15.24 m de ancho y 15.24 m de profundidad
- Ajuste de 30 s a 30 m y ajuste de luz ambiente
- Listado por UL y Certificado por CSA
- Garantía de 6 años.

Diagrama de Instalación

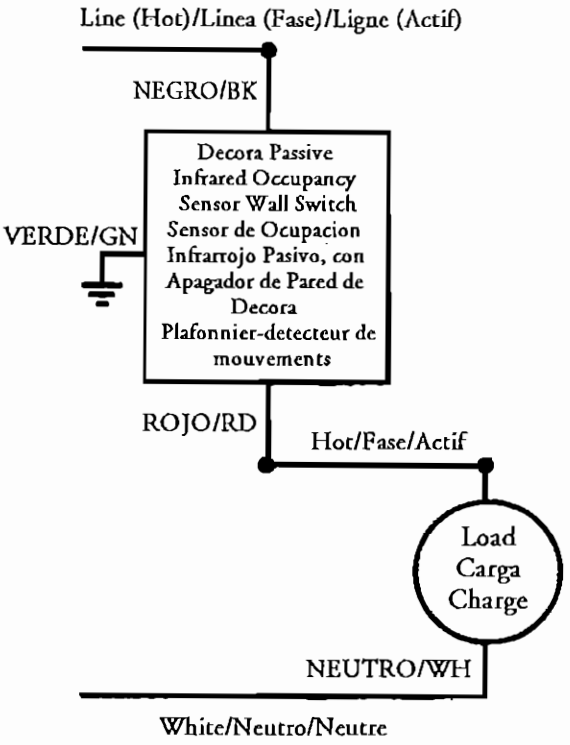
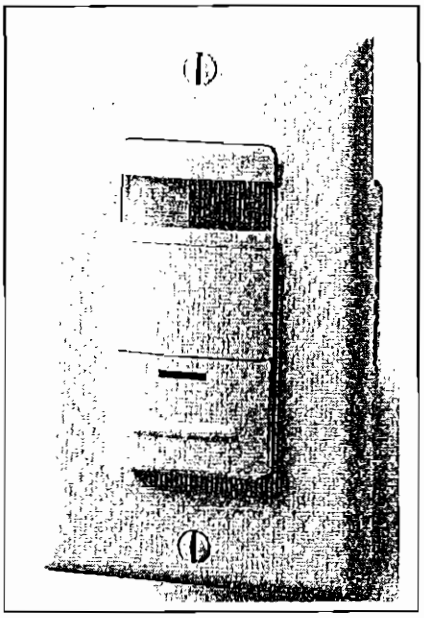
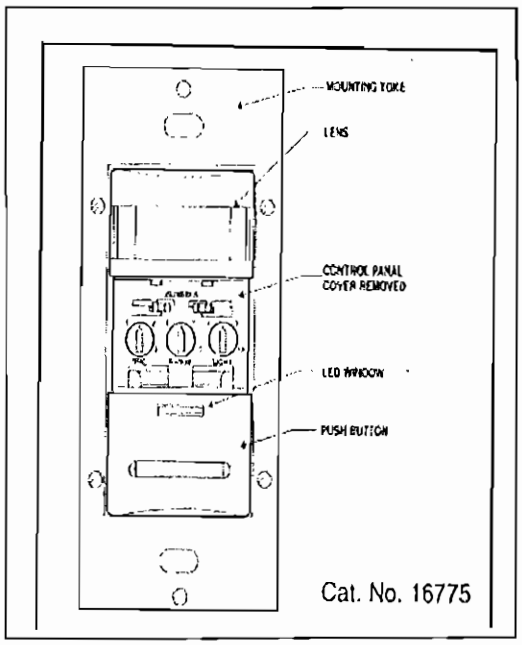
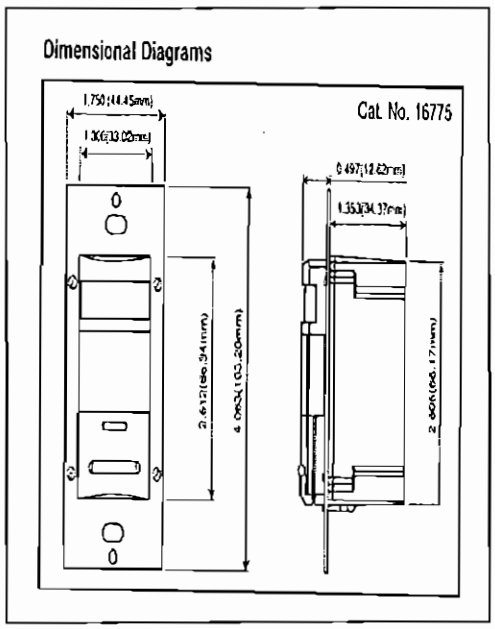


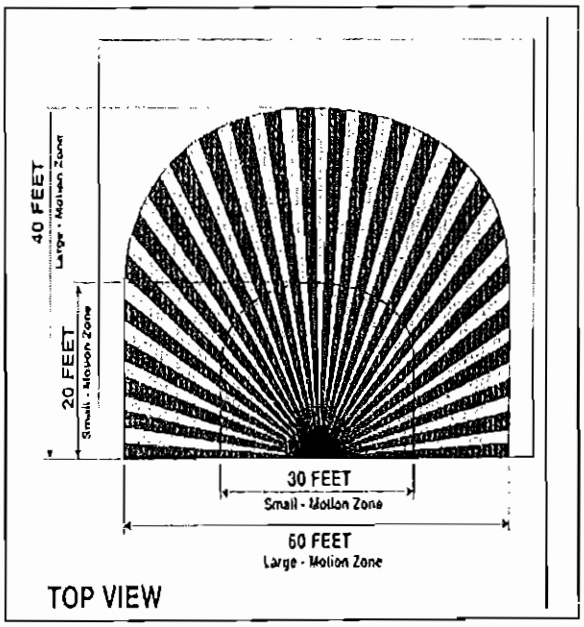
Fig. 3 - Single Pole Wiring Diagram
Fig. 3 Diagrama de Cableado, Unipolar
ill. 3 Schema de cablage, unipolaire

Modelo 16775









Características Eléctricas

- Capacidad:
  - Entrada: 120/277VCA, 60Hz
  - Carga: Incandescente 800W- 6.67A-120V
  - Fluorescente / Bajo Voltaje 1200VA-10A-120V
    2700VA-10A-277V
  - Motor 1/4 HP - 5.8A-120V

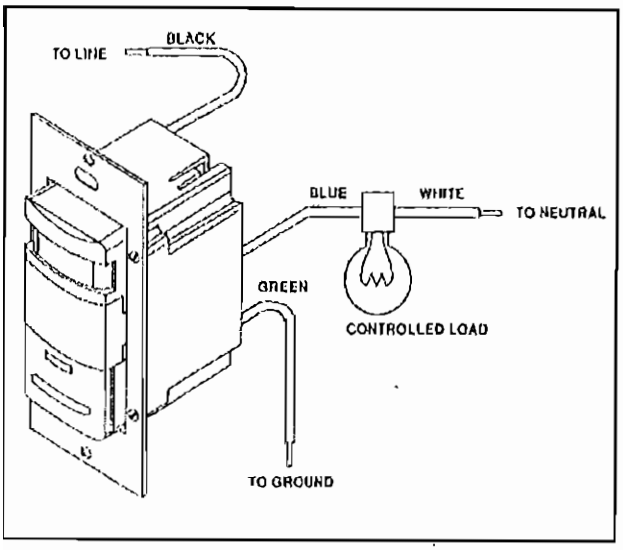
- Para 180°, 9.1 m de ancho y 12.2 m de profundidad
- Ajuste de 30 s a 30 m y ajuste de luz ambiente
- Listado por UL y Certificado por CSA
- Garantía de 6 años

Diagrama de Instalación

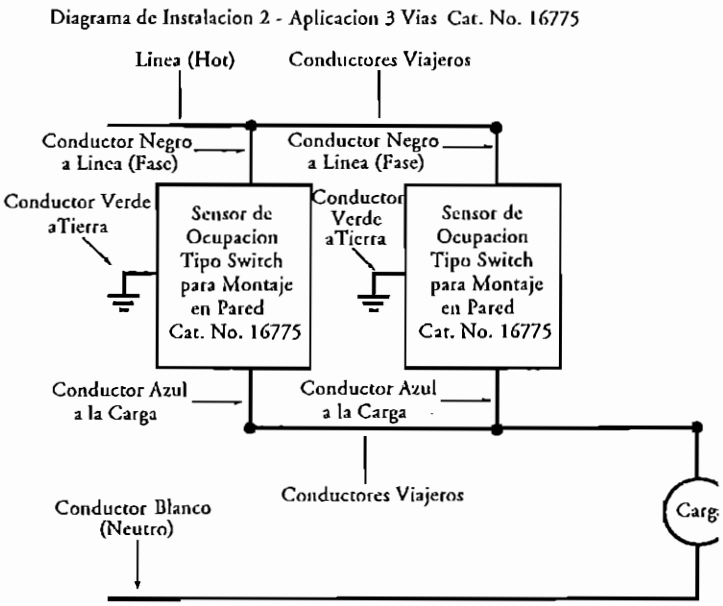
Diagrama Polo Sencillo

Diagrama de Instalación Aplicación tres vías

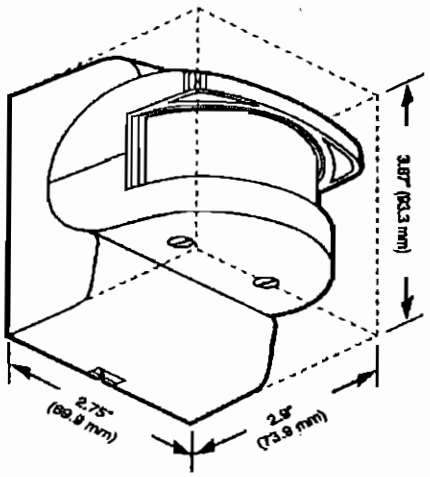
Wiring Diagram

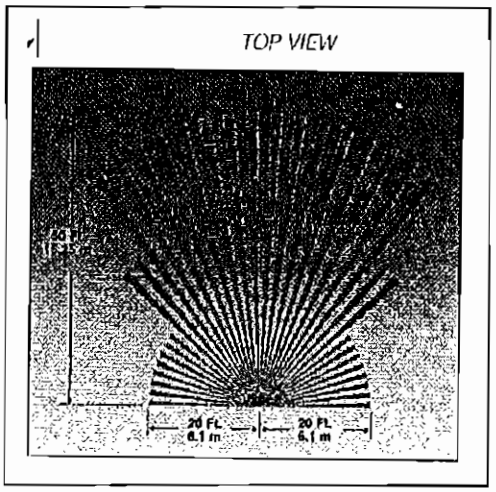


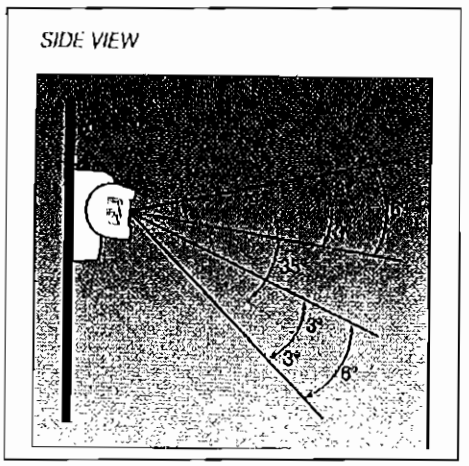
Cat. No. 16775



Modelo 6777



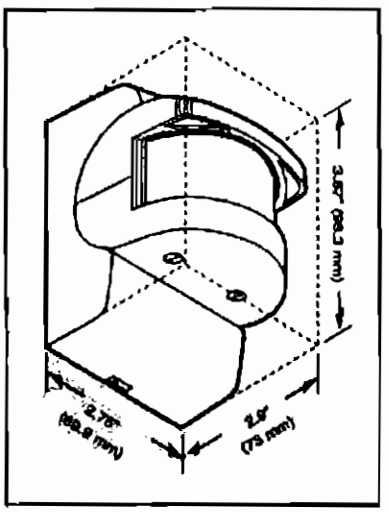




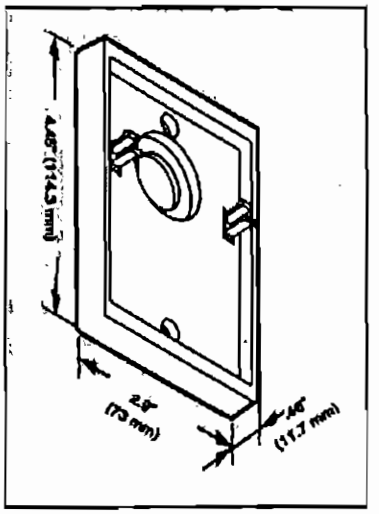
Características Eléctricas

- Capacidad: 12VCD @ 5 mA, la capacidad de manejo del tipo de carga la dicta la Unidad de Control, los catálogos de las mismas son: 6773-CBX, 6774-CBX, 6779, 16773-CBX
- Para 180, 12.2 m de ancho y 15.24 m de profundidad
- Ajuste Vertical de 35 grados
- Cubiertas para Ajustar el Campo de Visión Horizontal
- Ajuste de 30 s a 30 m y ajuste de luz ambiente
- Listado por UL y Certificado por CSA
- Garantía de 1 año

Modelo 6787



No. Cat. 6787

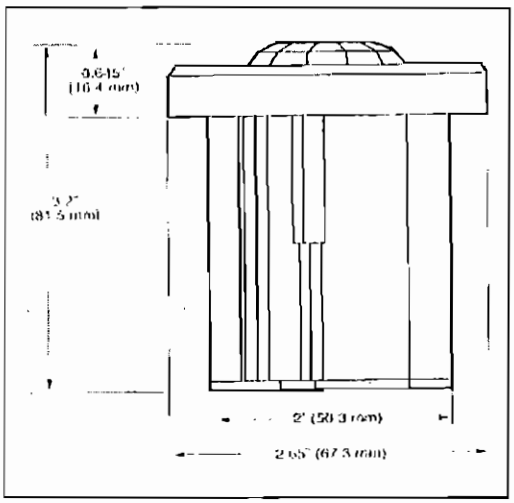


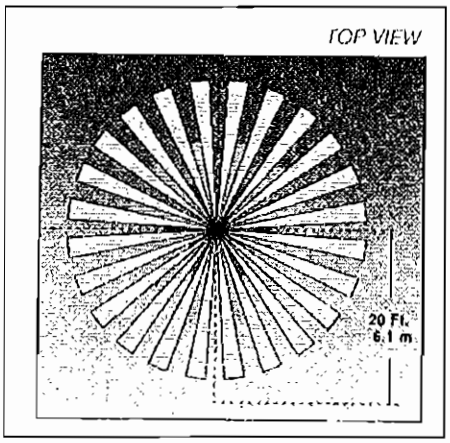
No. Cat. 6781

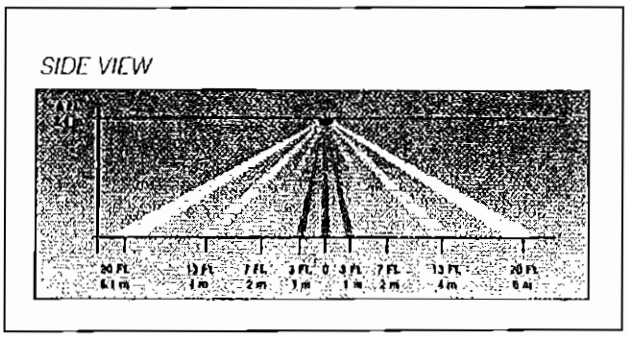
Características Eléctricas

- Capacidad: 12VCD @ 5 mA, la capacidad de manejo del tipo de carga la dicta la Unidad de Control, los catálogos de las mismas son: 6773-CBX, 6774-CBX, 6779, 16773-CBX
- Para 180, 4 m de ancho y 30 m de profundidad
- Ajuste Vertical de 35 grados
- Cubiertas para Ajustar el Campo de Visión Horizontal
- Ajuste de 30 s a 30 m y ajuste de luz ambiente
- Listado por UL y Certificado por CSA
- Garantía de 1 año

Modelo 6778





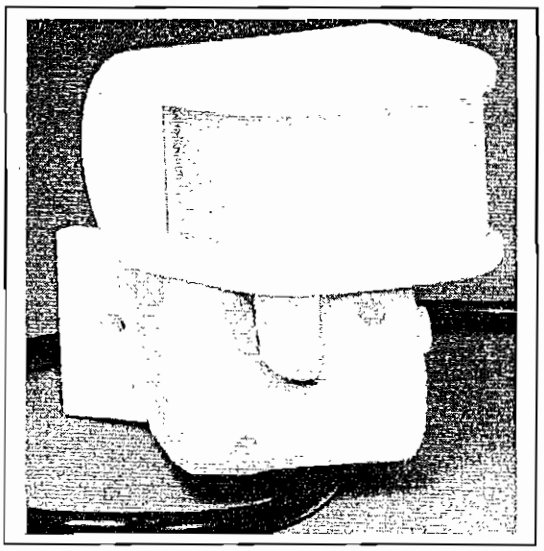


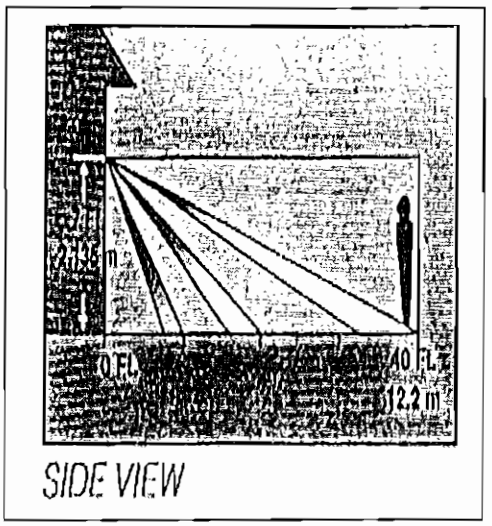
Características Eléctricas

- Capacidad: 12VCD @ 5 mA, la capacidad de manejo del tipo de carga la dicta la Unidad de Control, los catálogos de las mismas son: 6773-CBX, 6774-CBX, 6779, 16773-CBX
- Para 360°, 12 m de diámetro a una altura de 2.4 m
- Ajuste de 30 s a 30 m y ajuste de luz ambiente
- Listado por UL y Certificado por CSA
- Garantía de 5 años

- NOTA: Mientras mas alto se coloque el Sensor mayor será su diámetro de cobertura.

Modelo OS127





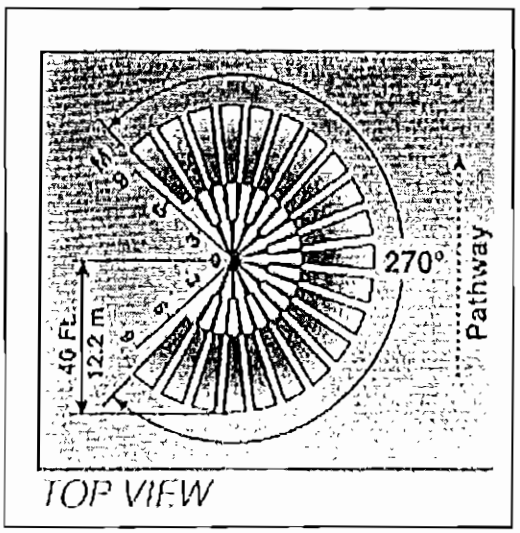


Diagrama de Instalación

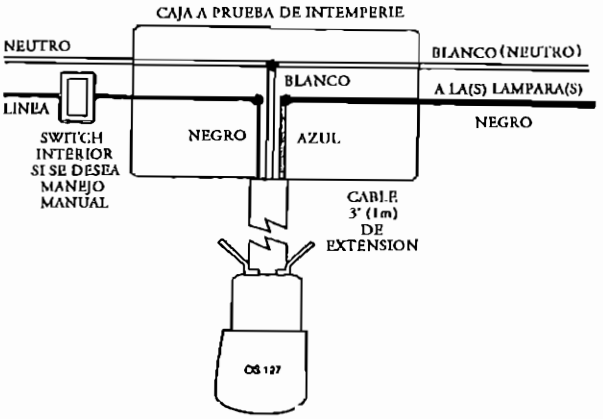


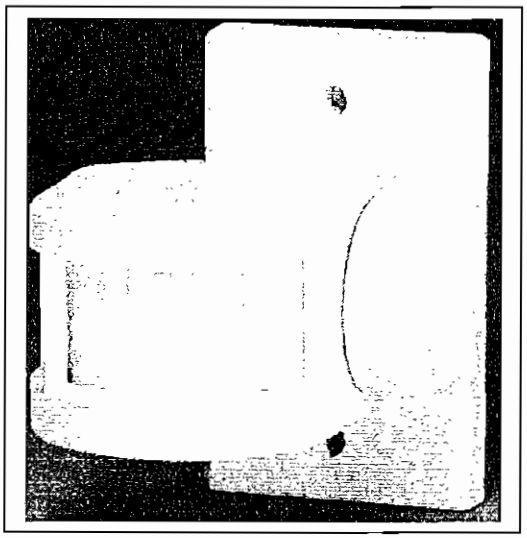
Figura 4 - Diagrama de Instalacion

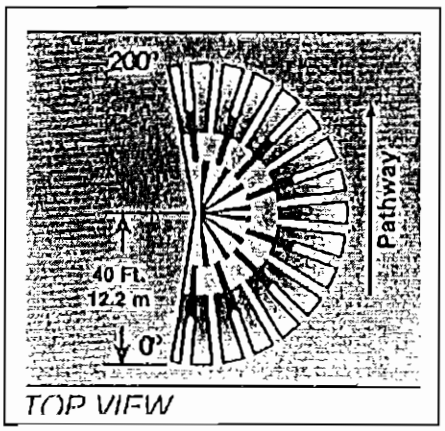
Características Eléctricas

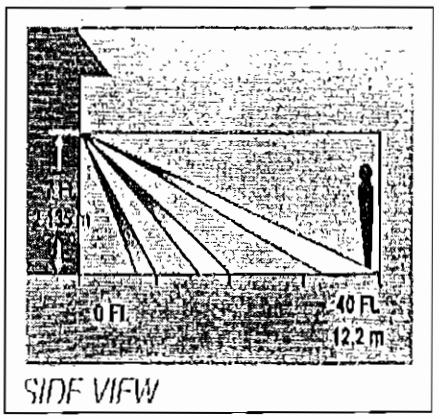
Capacidad:

- Entrada: 120VCA, 60Hz
- Carga: Incandescente 1000W
- Fluorescente / bajo Voltaje 500VA
- Consumo de Potencia 4W
- Aplicación Exterior
- Para 270, 12.2 m de diámetro a una altura de 2.1 m
- Ajuste de 20 s a 10 m y ajuste de luz ambiente
- Listado por UL y Certificado por CSA
- Garantía de 6 años

Modelo OS120







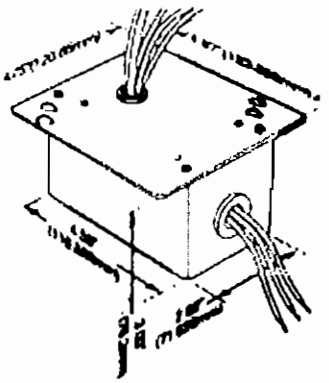
Características Eléctricas

Capacidad:

- *Entrada: 120VCA, 60Hz*
- *Carga: Incandescente 1500W*
- *Fluorescente / bajo Voltaje 500VA*
- *Consumo de Potencia 4W*
- Aplicación Exterior
- Para 200, 12.2 m de diámetro a una altura de 2.1 m
- Ajuste de 20 s a 10 m y ajuste de luz ambiente
- Listado por UL y Certificado por CSA
- Garantía de 6 años

Unidades de control

Cat. 6773-CBX y 6774-CBX



Cat. 6779

Características eléctricas

- Cat. 6773-CBX, Alimentación: 120VCA, Capacidad 1800 VA 120V, 660W Tungsteno a 120V, 1 HP a 120V, Tipo de Cargas Fluorescente Magnética o Electrónica, Bajo Voltaje Magnético o Electrónico, Incandescente y Motor. Maneja hasta 3 Sensores PIR.
- Cat. 6774-CBX, Alimentación: 277VCA, Capacidad 2700 VA a 277V, 660W, 1.5 HP a 277V, Tipo de Cargas Fluorescente Magnética o Electrónica, Incandescente y Motor. Maneja hasta 3 Sensores PIR.
- Cat. 6779, Fluorescente Magnética o Electrónica, Bajo Voltaje Magnético o Electrónico 2400 VA @ 120VCA, 60 Hz, 4800VA @ 277VCA, 60 Hz, Incandescente 2400W @ 120VCA, 60 Hz, Motor 1 HP @ 120 VCA, 2 HP @ 277 VCA, Consumo de Potencia 3VA @ 120VCA y 277VCA. Maneja hasta 5 sensores PIR.
- Cat. 16773-CBX, Alimentación: 120/277VCA, Capacidad Balasto: 2400 VA en 120V, 5500VA en 277V, Incandescente 1800W en 120V, Motor 1 HP en 120V y HVAC 1A en 30 VCD. Maneja hasta 7 Sensores PIR o dos Ultrasónicos, o una combinación de 1 Sensor Ultrasónico y 4 Sensores PIR

Diagrama de Instalación con Unidad de Control 6773-CBX

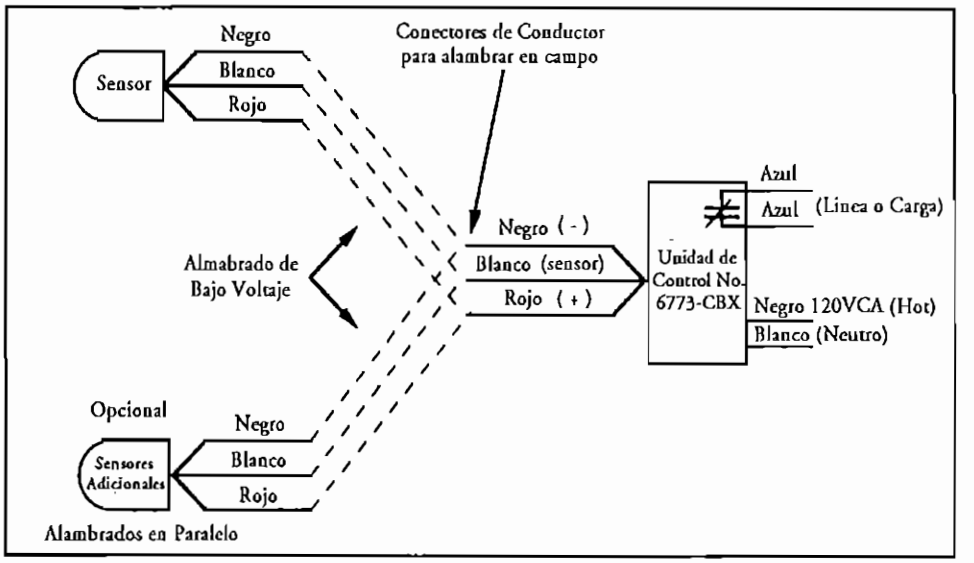


Figura 2 - Diagrama de Instalacion 6773-CBX

Diagrama de Instalación con Unidad de Control 6774-CBX

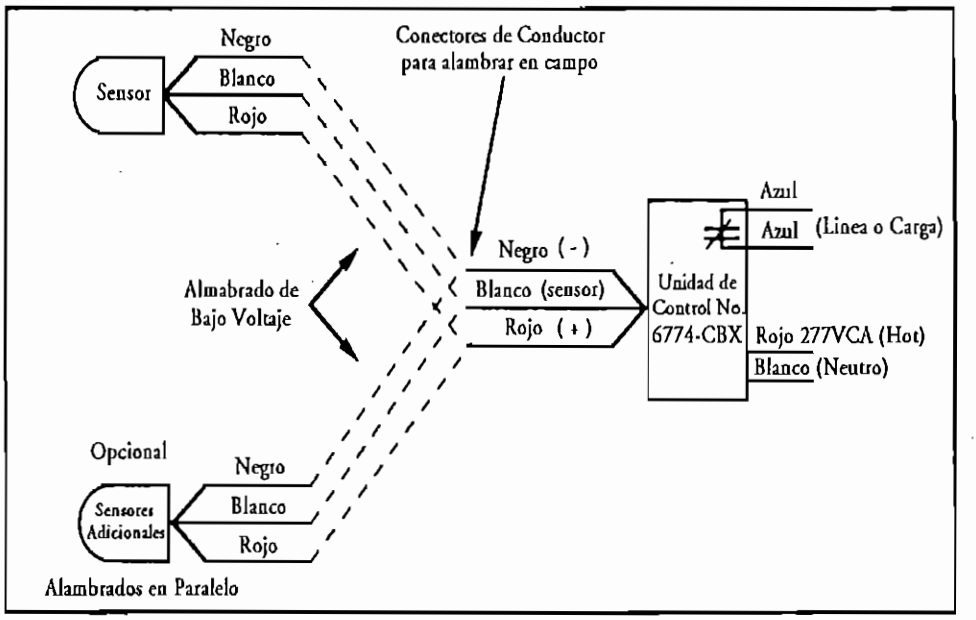


Figura 4 - Diagrama de Instalacion 6774-CBX

ANEXO 5

CAPACIDAD TOTAL INSTALADA

CODIGOS Y POTENCIA UNITARIA

CODIGO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA W
	COMPUTACION	
CL	Computadora lapton	300
IEX1	Impresora Epson LG 1170	240
IEX2	Impresora Epson DFX-8000	300
IHP	Impresora hp	300
INF	Infocus	150
MOP	Mop	30
PC	Computadora Compac	760
SC	Scaner	175
	ELECTRODOMESTICOS	
CF1	Cafetera1	1500
CF2	Cafetera2	1090
CF3	Cafetera3	900
CF4	Cafetera4	700
MC	Microondas	90
RG	Refrigeradora	746
WA	Waflera	1020
	EQUIPOS GRANDES	
CLF	Calefactor	1200
FRA	Fra	805
TC	Tanque calentador de agua	3500
EXA	Extractor aire	1500
	EQUIPOS ESPECIALES	
AB	Amarradora de billetes	185
EN	Enfajadora de billetes	200
RB	Recortadora de billetes	800
RM	Recortadora de monedas	1000
	EQUIPOS DE OFICINA	
FA	Fax	32
MEG	Maquina eléctrica grande	110
MEP	Maquina eléctrica pequeña	138
SU1	Sumadora1	26
SU2	Sumadora2	14
GRA	Grapadora	5
PZE	Pizarrón eléctrico	100
EP	Emplasticadora	200
SA	Sacapuntas	100
CP2	Copiadora 220v	1100
CC	Copiadora canon	1200
CH	Copiadora hp	1400
CM	Copiadora mita	1440
CTS	Copiadora	1270
CPX	Copiadora xerox	1500
CP	Corta papel	200
RE	Reloj	4
VE	Ventiladores	45

CODIGO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA W
	EQUIPOS TV-RADIO	
EQS	Equipo de sonido	100
GR1	Grabadora 1	6
GR2	Grabadora 2	10
GR3	Grabadora 3	11
GR4	Grabadora 4	14
GR5	Grabadora 5	30
GB	Grabadora soni con cd	20
INT	Intercomunicador	10
RA	Radio reloj	8
PA1	Parlantes1	5
PA2	Parlantes2	80
BE	Televisor	120
RBC	Cassette rewinder	5
PRY	Proyector	150
TV1	Televisor1	165
TV2	Televisor2	120
TV3	Televisor3	86
TV4	Televisor4	30
TVC	TV cable	400
VH1	VHS1	28
VH2	VHS2	18
AMP	Amplificador	120
CDB	Cargador de batería	23
	ILUMINACION	
13W	Lámpara ahorradora compacta 13w	13
26W	Lámpara ahorradora compacta 26w	26
DIC	Dicroicos	40
LIN	Lámpara incandescente	100
LIN1	Lámpara incandescentes	25
RF1	Reflector pequeño	150
TB32	Luminaria fluorescente alta ref. 2x32w	32
TB40	Luminaria fluorescente alta ref. 2x40w	40
TM20	Luminaria fluorescente 2x20w	20
TM32	Luminaria fluorescente 2x32w	32
TM40	Luminaria fluorescente 2x40w	40
	SECAMANOS	
SM1	Secamanos1	1860
SM2	Secamanos2	1650
	LIMPIEZA	
AS1	Aspiradora1	1200
AS2	Aspiradora2	1000
AS3	Aspiradora3	800

NÚMERO DE EQUIPOS PÓR GRUPOS

COMPUTACIÓN

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
CL	300		1	2	2			3					8	2400
IEX1	240	2	1	5	6	11	4		19	4			52	12480
IEX2	300	2	3	3	1		1	5	2				17	5100
IHP	300	4	10	11	7	7	5	13	23	7			87	26100
INF	150		1		1	1							3	450
MOP	30						1						1	30
PC	760	30	45	45	53	63	60	50	74	30			450	342000
SC	175			5	1	1		2	2	4			15	2625
		38	61	71	71	83	71	73	120	45	0	0	633	**391185**

ELECTRODOMESTICOS

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
CF1	1500	1		1									2	3000
CF2	1090	2	4		2	2	3	3	4	1			21	22890
CF3	900				2					2			4	3600
CF4	700			1					1	1			3	2100
MC	90		2		2	1	1	1					7	630
RG	746		1	2	4	3	2	3	3	4			22	16412
WA	1020				1								1	1020
		3	7	4	11	6	6	7	8	8	0	0	60	49652

EQUIPOS GRANDES

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
CLF	1200				1		1			1			3	3600
EP	200									1			1	200
FRA	805									2			2	1610
TC	3500		1										1	3500
EXA	1500		1										1	1500
		0	2	0	1	0	1	0	0	4	0	0	8	10410

NÚMERO DE EQUIPOS PÓR GRUPOS

EQUIPOS ESPECIALES

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
AB	185									1			1	185
EN	200									2			2	400
RB	800									1			1	800
RM	1000									1			1	1000
		0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	2385

EQUIPO TV-RADIO

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
EQS	100					1			2				3	300
GR1	6	2		8	5	4	2	2	1	1			25	150
GR2	10		5	19	4	10	3	12	7	2			62	620
GR3	11		2		1			1					4	44
GR4	14				1		3	1	1	1			7	98
GR5	30		1		2	3		4	2	2			14	420
GB	20			1		1			2	1			5	100
INT	10			6									6	60
RA	8	2	2		2		1						7	56
PA1	5		3	1	2								6	30
PA2	80				6	2							8	640
BE	120					2							2	240
RBC	5					2	1						3	15
PRY	150					1							1	150
TV1	165			1		2			1				4	660
TV2	120		2		1	5	2		1				11	1320
TV3	86				1	3	2	1					7	602
TV4	30					2				1			3	90
TVC	400					1		1					2	800
VH1	28					3	2						5	140
VH2	18					4							4	72
AMP	120					1							1	120
CDB	23			3		1	4						8	184
		4	15	39	25	48	20	22	17	8	0	0	198	**6911**

NÚMERO DE EQUIPOS PÓR GRUPOS

COMPUTACIÓN

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
CL	300		1	2	2			3					8	2400
IEX1	240	2	1	5	6	11	4		19	4			52	12480
IEX2	300	2	3	3	1		1	5	2				17	5100
IHP	300	4	10	11	7	7	5	13	23	7			87	26100
INF	150		1		1	1							3	450
MOP	30						1						1	30
PC	760	30	45	45	53	63	60	50	74	30			450	342000
SC	175			5	1	1		2	2	4			15	2625
		38	61	71	71	83	71	73	120	45	0	0	633	**391185**

ELECTRODOMESTICOS

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
CF1	1500	1		1									2	3000
CF2	1090	2	4		2	2	3	3	4	1			21	22890
CF3	900				2					2			4	3600
CF4	700			1					1	1			3	2100
MC	90		2		2	1	1	1					7	630
RG	746		1	2	4	3	2	3	3	4			22	16412
WA	1020				1								1	1020
		3	7	4	11	6	6	7	8	8	0	0	60	49652

EQUIPOS GRANDES

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
CLF	1200				1		1			1			3	3600
EP	200									1			1	200
FRA	805									2			2	1610
TC	3500		1										1	3500
EXA	1500		1										1	1500
		0	2	0	1	0	1	0	0	4	0	0	8	10410

NÚMERO DE EQUIPOS PÓR GRUPOS

EQUIPOS ESPECIALES

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
AB	185									1			1	185
EN	200									2			2	400
RB	800									1			1	800
RM	1000									1			1	1000
		0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	2385

EQUIPO TV-RADIO

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
EQS	100					1			2				3	300
GR1	6	2		8	5	4	2	2	1	1			25	150
GR2	10		5	19	4	10	3	12	7	2			62	620
GR3	11		2		1			1					4	44
GR4	14				1		3	1	1	1			7	98
GR5	30		1		2	3		4	2	2			14	420
GB	20			1		1			2	1			5	100
INT	10			6									6	60
RA	8	2	2		2		1						7	56
PA1	5		3	1	2								6	30
PA2	80				6	2							8	640
BE	120					2							2	240
RBC	5					2	1						3	15
PRY	150					1							1	150
TV1	165			1		2			1				4	660
TV2	120		2		1	5	2		1				11	1320
TV3	86				1	3	2	1					7	602
TV4	30					2				1			3	90
TVC	400					1		1					2	800
VH1	28					3	2						5	140
VH2	18					4							4	72
AMP	120					1							1	120
CDB	23			3		1	4						8	184
		4	15	39	25	48	20	22	17	8	0	0	198	**6911**

NÚMERO DE EQUIPOS PÓR GRUPOS

COMPUTACIÓN

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
CL	300		1	2	2			3					8	2400
IEX1	240	2	1	5	6	11	4		19	4			52	12480
IEX2	300	2	3	3	1		1	5	2				17	5100
IHP	300	4	10	11	7	7	5	13	23	7			87	26100
INF	150		1		1	1							3	450
MOP	30						1						1	30
PC	760	30	45	45	53	63	60	50	74	30			450	342000
SC	175			5	1	1		2	2	4			15	2625
		38	61	71	71	83	71	73	120	45	0	0	633	**391185**

ELECTRODOMESTICOS

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
CF1	1500	1		1									2	3000
CF2	1090	2	4		2	2	3	3	4	1			21	22890
CF3	900				2					2			4	3600
CF4	700			1					1	1			3	2100
MC	90		2		2	1	1	1					7	630
RG	746		1	2	4	3	2	3	3	4			22	16412
WA	1020				1								1	1020
		3	7	4	11	6	6	7	8	8	0	0	60	49652

EQUIPOS GRANDES

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
CLF	1200				1		1			1			3	3600
EP	200									1			1	200
FRA	805									2			2	1610
TC	3500		1										1	3500
EXA	1500		1										1	1500
		0	2	0	1	0	1	0	0	4	0	0	8	10410

NÚMERO DE EQUIPOS PÓR GRUPOS

EQUIPOS ESPECIALES

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
AB	185									1			1	185
EN	200									2			2	400
RB	800									1			1	800
RM	1000									1			1	1000
		0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	2385

EQUIPO TV-RADIO

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
EQS	100					1			2				3	300
GR1	6	2		8	5	4	2	2	1	1			25	150
GR2	10		5	19	4	10	3	12	7	2			62	620
GR3	11		2		1			1					4	44
GR4	14				1		3	1	1	1			7	98
GR5	30		1		2	3		4	2	2			14	420
GB	20			1		1			2	1			5	100
INT	10			6									6	60
RA	8	2	2		2		1						7	56
PA1	5		3	1	2								6	30
PA2	80				6	2							8	640
BE	120					2							2	240
RBC	5					2	1						3	15
PRY	150					1							1	150
TV1	165			1		2			1				4	660
TV2	120		2		1	5	2		1				11	1320
TV3	86				1	3	2	1					7	602
TV4	30					2				1			3	90
TVC	400					1		1					2	800
VH1	28					3	2						5	140
VH2	18					4							4	72
AMP	120					1							1	120
CDB	23			3		1	4						8	184
		4	15	39	25	48	20	22	17	8	0	0	198	6911

NÚMERO DE EQUIPOS PÓR GRUPOS

EQUIPO DE OFICINA

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
FA	32	1	4	4	2	4	1	4	7	2			29	928
MEG	110	4	1	10	2	2		2	6	6			33	3630
MEP	138			2	1	1		1					5	690
SU1	26	2	2						1	3			8	208
SU2	14		3	14	1	7		6	29	7			67	938
GRA	5		2		4	1	4	2	10				23	115
PZE	100		2		1	1							4	400
EP	200									1			1	200
SA	100		1	2	6	7	7	3	5				31	3100
CP2	1100									2			2	2200
CC	1200	1		1		2		1					5	6000
CH	1400				1		1						2	2800
CM	1440		1	2				1	1				5	7200
CTS	1270		2				2		1				5	6350
CPX	1500		2	2	1			1	2	3			11	16500
CP	200			1	1		1	3	1				7	1400
RE	4	2	1	2	2			2	5	2			16	64
VE	45	2		2	1			3	1	2			11	495
		12	21	42	23	25	16	29	69	28	0	0	265	53218

ILUMINACIÓN

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
13W	13		15	6	22	5		19					67	871
26W	26		1	19		18		1		15			54	1404
DIC	60	4	31		6		3		14	56			114	6840
LIN	100		8						1				9	900
LIN1	25		1										1	25
NA	250									49			49	12250
REF	100									10			10	1000
RF1	150		2										2	300
TB32	64	14	14	2	12	10	4	13	6				75	4800
TB40	80		21								12		33	2640
TM20	40		2	6	4	2	24	19	4	23			84	3360
TM32	64	138	103	121	136	174	117	156	170	135		16	1266	81024
TM40	80		6	50						40	178	49	323	25840
		156	204	204	180	209	148	208	195	269	190	65	2028	141254

NÚMERO DE EQUIPOS PÓR GRUPOS

SECAMANOS

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
SM1	1860	2	1	2	1	2		3	2	6			19	35340
SM2	1650	2	1		1		3	1		1			9	14850
		4	2	2	2	2	3	4	2	7	0	0	28	**50190**

LIMPIEZA

CODIGO	POTENCIA UNITARIA (W)	NUMERO DE EQUIPOS POR PISOS											TOTAL EQUIPOS	POTENCIA TOTAL (W)
		P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	MZ	PB	PR	CM		
AS1	1200				1			2					3	3600
AS2	1000								2				2	2000
AS3	800		1					1					2	1600
		0	1	0	1	0	0	3	2	0	0	0	7	**7200**

ANEXO 6

MEDICIONES DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN Y HORAS USO

Piso 9

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Dirección Administrativa							
Secretaría	2-2x32	300	200	50	128	25.60	
Sala	4-2x32	300	200	50	256	51.20	
Conserje	2-2x32	240	280	50	128	25.60	
Archivo	2-2x32	200	190	45	128	23.04	Se recomienda colocar sensor
Director	6-2x32	400	400	50	384	76.80	
Cafetería	1-2x32	100	90	40	64	10.24	
Pasillo	4-2x32	180	240	60	256	61.44	Se recomienda desconectar lámpara que da a la ventana
Sala Reunión	4-2x32	280	400	50	256	51.20	Se recomienda colocar sensor
Baño hombres	3x60	200	400	60	180	43.20	
Baño mujeres	1x60	220	200	60	60	14.40	
Remuneraciones							
Sala	2-2x32	220	270	50	128	25.60	
Of-1	4-2x32	320	200	50	256	51.20	
Of-2	2-2x32	300	340	50	128	25.60	
Of-3	2-2x32	220	250	50	128	25.60	
Prestamos Hipotecarios							
Entrada	1-2x32	200	220	60	64	15.36	
Div1	4-2x32	280	300	50	256	51.20	
Div2	2-2x32	450	600	50	128	25.60	Se recomienda desconectar lámpara entre div1-div2
Div3	2-2x32	480	600	50	128	25.60	
Div4	3-2x32	360	380	50	192	38.40	
Consultoría R.H.							
Div1	3-2x32	280	300	50	192	38.40	
Div2	4-2x32	220	250	50	256	51.20	
Div3	2-2x32	400	500	50	128	25.60	
Div4	4-2x32	420	500	50	256	51.20	
Div5	4-2x32	300	240	50	256	51.20	
Cafetería	1-2x32	180	200	40	64	10.24	

Piso 9

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W	Consumo kWh/mes	Observaciones
Sistemas de Información							
Div1	2-2x32	200	250	50	128	25.60	
Div2	2-2x32	280	300	50	128	25.60	
Div3	2-2x32	280	300	50	128	25.60	
Div4	2-2x32	240	300	50	128	25.60	
Div5	3-2x32	300	280	50	192	38.40	
Archivo	9-2x32	250	280	40	576	92.16	Se recomienda colocar sensor
Of-1	4-2x32	220	280	50	256	51.20	
Subprocesos de Proyectos							
Div1	5-2x32	220	260	50	320	64.00	
Div2	4-2x32	240	300	50	256	51.20	
Div3	3-2x32	260	280	50	192	38.40	
Baños							
Baño H y M Sur	4-2x32	90	100	30	256	30.72	
Baño H y M Norte	4-2x32	80	90	30	256	30.72	Se recomienda colocar sensor
Proyectos							
Cafetería	2-2x32	220	260	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Oficina	4-2x32	300	400	50	256	51.20	
Servicio Social							
Oficina	4-2x32	280	320	50	256	51.20	
Fondo de pensiones							
Oficina	4-2x32	340	300	50	256	51.20	
Acceso Común							
Corredor largo	9-2x32	120	180	60	576	138.24	Hay 4 lámparas que están desconectadas
Dirección de Recursos Humanos							
Of-1	4-2x32	250	320	50	256	51.20	
Of-2	1-2x32	300	280	50	64	12.80	
Of-3	8-2x32	300	320	50	512	102.40	
Copiadora	1-2x32	200	220	50	64	12.80	
Sala Reunión	6-2x32	250	300	50	384	76.80	Se recomienda colocar sensor

Piso 8

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Acceso Común							
Ascensor frontal	3x13	40	20	60	39	9.36	
Bajo gradas	3x13	150	100	60	39	9.36	
Corredor largo	6x13	40	20	60	78	18.72	
Ascensor posterior	3x13	40	15	60	39	9.36	
Baños							
Baño posterior H y M	2-2x20	1000	210	60	80	19.20	
Direc.Serv.Financieros							
Area Restringida	7-2x40	740	280	40	560	89.60	Independizar del circuito la lámpara de la sala
Archivo	1-2x40	180	200	40	80	12.80	
Sala Reunión	4-2x40	190	250	50	320	64.00	Se recomienda colocar sensor
Cafetería	1-2x40	480	500	40	80	12.80	
Direc.Riesgos.Financieros							
Of-Grande	13-2x32	200	380	50	832	166.40	
Subdirector1	4-2x32	500	300	50	256	51.20	
Subdirector2	4-2x32	520	300	50	256	51.20	
Archivo	2-2x32	100	175	40	128	20.48	
Pasillo	7-2x32	200	250	60	448	107.52	
Sala Reunión	5-2x32	560	320	50	320	64.00	Se recomienda colocar sensor
Director	7-2x32	260	240	50	448	89.60	
Direc.Serv.Financieros							
Secretaria	6-2x32	160	140	50	384	76.80	
Copiadora	2-2x32	300	260	50	128	25.60	
Of-Grande	15-2x32	140	280	50	960	192.00	
Subdirector1	2-2x32	700	400	50	128	25.60	
Subdirector2	2-2x32	140	280	50	128	25.60	
Director	6-2x32	800	420	50	384	76.80	

Piso 8

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Direc.Gen.Bancaria							
Of-Director	6-2x32	800	1000	50	384	76.80	
Of-Director	1x100	600	400	50	100	20.00	
Of-Director	4x60	500	380	50	240	48.00	
Baño	3x60	320	380	10	180	7.20	
Secretaría	6-2x32	180	240	50	384	76.80	
Cafetería	1-2x32	180	120	40	64	10.24	
Adjunto	2-2x32	240	260	40	128	20.48	
Sala Reunión	6-2x32	160	400	50	384	76.80	Se recomienda colocar sensor
Sala Reunión	3x60	300	200	50	180	36.00	Se recomienda colocar sensor
Direc.Desa.Organizacional							
Jardín	3x100	500	300	40	300	48.00	
Baño	2x60	300	260	10	120	4.80	
Secretaría	2-2x32	320	380	50	128	25.60	
Of-1	3-2x32	300	320	50	192	38.40	Se recomienda colocar sensor
Adjunto2	4-2x32	380	400	40	256	40.96	
Adjunto1	6-2x32	800	120	40	384	61.44	
Pasillo	3x100	80	100	60	300	72.00	
Baño	2x150	180	250	10	300	12.00	
Sala Reunión	6-2x32	180	280	50	384	76.80	Se recomienda colocar sensor
Sub-Gerente General							
Cafetería	3x60	600	320	40	180	28.80	Se recomienda colocar sensor
Cafetería	1x26	600	320	40	26	4.16	Se recomienda colocar sensor
Secretaria	9x60	550	500	50	540	108.00	
Secretaría	6-2x40	200	100	50	480	96.00	
Subgerente	4x60	550	450	50	240	48.00	
Subgerente	1x25	100	50	50	25	5.00	
Subgerente	1x100	150	200	50	100	20.00	
Subgerente	8-2x40	200	250	50	640	128.00	
Baño	3x60	500	250	10	180	7.20	

Piso 7

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Asesoría legal							
Cafetería	2-2x32	280	256	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Pasillo hacia Archivo	4-2x32	400	300	60	256	61.44	
Pasillo principal	8x26	100	220	60	208	49.92	
Of-1	2-2x32	100	280	50	128	25.60	
Of-10	2-2x32	380	320	50	128	25.60	
Of-11	1-2x32	400	420	50	64	12.80	
Of-12	1-2x32	300	240	50	64	12.80	
Of-13	1-2x32	250	300	50	64	12.80	
Of-14	1-2x32	380	250	50	64	12.80	
Of-15	4-2x32	420	350	50	256	51.20	Independizar 2 lámparas para oficina y 2 lámparas para archivo
Of-16	1-2x32	350	220	50	64	12.80	
Of-17	1-2x32	130	200	50	64	12.80	
Of-2	2-2x32	240	320	50	128	25.60	
Of-3	2-2x32	600	350	50	128	25.60	
Of-4	2-2x32	600	350	50	128	25.60	
Of-5	2-2x32	220	400	50	128	25.60	
Of-6	2-2x32	400	320	50	128	25.60	Desconectar lámpara que da a la ventana
Of-7	2-2x32	800	500	50	128	25.60	
Of-8	4-2x32	280	260	50	256	51.20	
Of-9	2-2x32	380	350	50	128	25.60	
Sala	6x13	420	400	50	78	15.60	
Sala Reunión	3-2x32	60	40	50	192	38.40	
Dirección de Inversiones							
Archivo	2-2x32	400	350	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Baño	1-2x32	300	250	10	64	2.56	
Conserje	1-2x20	100	200	50	40	8.00	
Corredor-Of7	1-2x20	400	350	40	40	6.40	Desconectar lámpara que da a la ventana
Of-1	2-2x32	1000	600	50	128	25.60	
Of-2	13-2x32	64	400	50	832	166.40	
Of-3	2-2x32	320	800	50	128	25.60	
Of-4	6-2x32	800	832	50	384	76.80	
Of-5	6-2x32	340	380	50	384	76.80	
Of-6	3-2x32	380	384	50	192	38.40	
Of-7	8-2x32	384	384	50	512	102.40	
Secretaría	8-2x32	384	384	50	512	102.40	

Piso 7

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Telefonía							
Operadores	5-2x32	180	200	50	320	64	
Of-Técnico	6-2x32	800	350	50	384	76.8	
Central-Telefónica	5-2x32	320	240	40	320	51.2	
Bodega	3-2x32	320	140	50	192	38.4	
Baños							
Baño posterior H y M	2-2x20	120	20	60	80	19.2	Se recomienda colocar sensor
Baño corredor H y M	2-2x20	120	30	50	80	16	Se recomienda colocar sensor
Direc.Recu.Finan.y Adm. Activos							
Archivo1	2-2x40	120	60	40	160	25.6	Se recomienda colocar sensor
Archivo2	3-2x40	460	120	40	240	38.4	Lámpara central esta desconectada, Recomendable sensor,
Copiadora	2-2x40	200	130	50	160	32	Desconectar lámpara que da a la ventana
Pasillo	4-2x40	420	800	60	320	76.8	
Of-1	2-2x40	180	200	50	160	32	
Of-2	4-2x40	600	500	50	320	64	
Of-grande	20-2x40	350	200	50	1600	320	Tres lámparas están desconectadas
Secretaría	3-2x40	400	250	50	240	48	
Subdirector 1	3-2x40	240	360	50	240	48	
Subdirector 2	3-2x40	340	180	50	240	48	
Recup. Fianan. Y Juz. Coacti.							
Of-1	2-2x32	340	180	50	128	25.6	
Of-2	4-2x32	220	140	50	256	51.2	
Sala	2-2x32	240	280	50	128	25.6	
Secretaría	4-2x32	280	256	50	256	51.2	
Acceso Común							
Ascensor frontal	5x26	120	20	60	130	31.2	Se recomienda colocar sensor
Corredor largo	6x26	120	20	60	156	37.44	
Ascensor posterior	4-2x40	120	20	60	320	76.8	Se recomienda colocar sensor

Piso 6

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Baños							
Baño posterior H y M	2-2x20	1000	400	60	80	19.20	Completamente iluminado, todas las paredes son de color blanco
Acceso Común							
Ascensor frontal	3x13	50	50	60	39	9.36	
Corredor largo	8x13	50	50	60	104	24.96	
Ascensor posterior	4x13	40	15	60	52	12.48	Se recomienda colocar sensor
Centro de Documentación DGE							
Secretaría	2-2x32	300	400	50	128	25.60	
Copiadora	2-2x32	280	250	50	128	25.60	
Conserje	1-2x32	500	300	50	64	12.80	
Direc.General de Estudios							
Baño	3x60	300	180	10	180	7.20	
Cafetería	1-2x32	400	300	40	64	10.24	
Secretaría	6-2x32	700	540	50	384	76.80	
Secretaría	3x60	160	180	50	180	36.00	
Copiadora	2-2x32	300	400	50	128	25.60	
Of-2	4-2x32	580	500	50	256	51.20	
Of-1	2-2x32	240	250	50	128	25.60	
Sala Reunión	6-2x32	400	300	50	384	76.80	Se recomienda colocar sensor
Pasaje1							
Of-A	2-2x32	380	380	50	128	25.60	
Of-B	2-2x32	300	200	50	128	25.60	
Of-C	2-2x32	200	200	50	128	25.60	
Of-D	2-2x32	800	500	50	128	25.60	
Of-E	2-2x32	400	300	50	128	25.60	
Of-F	2-2x32	400	300	50	128	25.60	
Of-G	2-2x32	150	200	50	128	25.60	
Norte	1-2x32	150	100	40	64	10.24	
Sala	1-2x32	220	200	50	64	12.80	
Sur	1-2x32	20	30	60	64	15.36	
Sur	1x13	220	200	60	13	3.12	

Piso 6

Pasaje2							
Of-A	2-2x32	220	200	50	128	25.60	
Of-B	2-2x32	180	200	50	128	25.60	
Of-C	2-2x32	240	190	50	128	25.60	
Of-D	2-2x32	340	350	50	128	25.60	
Of-E	2-2x32	280	300	50	128	25.60	
Of-F	2-2x32	240	190	50	128	25.60	
Of-G	2-2x32	200	300	50	128	25.60	
Of-H	2-2x32	300	280	50	128	25.60	
Norte	2-2x32	380	300	40	128	20.48	Lámparas Desconectadas
Norte	1x13	380	300	40	13	2.08	
Sur	2-2x32	380	250	60	128	30.72	Lámparas Desconectadas
Sur	1x13	380	300	60	13	3.12	Desconectada
Pasaje3							
Of-A	2-2x32	380	250	50	128	25.60	
Of-B	2-2x32	480	500	50	128	25.60	
Of-C	2-2x32	280	400	50	128	25.60	
Of-D	2-2x32	260	300	50	128	25.60	
Of-E	2-2x32	400	300	50	128	25.60	
Of-F	2-2x32	280	320	50	128	25.60	
Of-G	2-2x32	300	300	50	128	25.60	
Of-H	2-2x32	230	240	50	128	25.60	
Norte	2-2x32	460	500	40	128	20.48	Lámparas Desconectadas
Norte	1x13	380	300	40	13	2.08	
Sur	1x13	380	250	60	13	3.12	
Pasaje4							
Of-A	2-2x32	380	250	50	128	25.60	
Of-B	2-2x32	460	440	50	128	25.60	
Of-C	2-2x32	300	280	50	128	25.60	
Of-D	2-2x32	400	380	50	128	25.60	
Of-E	2-2x32	400	280	50	128	25.60	
Of-F	2-2x32	280	300	50	128	25.60	
Of-G	2-2x32	280	300	50	128	25.60	
Of-H	2-2x32	300	240	50	128	25.60	
Norte	2-2x32	300	240	40	128	20.48	Lámparas Desconectadas
Norte	1x13	380	300	40	13	2.08	
Sur	2-2x32	380	250	60	128	30.72	Lámparas Desconectadas
Sur	1x13	380	300	60	13	3.12	

Piso 6

Oficina Posterior Pasaje4							
Sala	2-2x32	380	250	50	128	25.60	
Of-Subdirector	3-2x32	440	460	50	192	38.40	
Secretaría	2-2x32	10	80	50	128	25.60	
Archivo	2-2x32	360	260	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Of-Director	3-2x32	200	140	50	192	38.40	
Cafetería	2-2x32	340	350	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Direc.Inves. Económicas							
Secretaría	2-2x20	300	300	50	80	16.00	
Of-1	2-2x32	180	180	50	128	25.60	
Of-2	2-2x32	300	200	50	128	25.60	
Of-3	2-2x32	300	200	50	128	25.60	
Sala	3-2x32	380	320	50	192	38.40	
Of-4	2-2x32	400	360	50	128	25.60	
Of-5	2-2x32	280	240	50	128	25.60	
Of-6	2-2x32	280	240	50	128	25.60	
Of-7	2-2x32	400	500	50	128	25.60	
Of-8	2-2x32	500	400	50	128	25.60	
Of-9	2-2x32	400	500	50	128	25.60	
Of-10	3-2x32	280	300	50	192	38.40	
Of-11	3-2x32	500	400	50	192	38.40	
Of-12	2-2x32	400	300	50	128	25.60	
Pasillo	4-2x32	380	400	60	256	61.44	

Piso 5

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Acceso Común							
Ascensor frontal	5x13	400	380	60	65	15.60	Se recomienda colocar sensor
Corredor largo	11x26	40	40	60	286	68.64	
Ascensor posterior	4x26	50	30	60	104	24.96	Se recomienda colocar sensor
Baños							
Baño posterior H y M	2-2x20	40	30	60	80	19.20	Se recomienda colocar sensor
Of-Entrada Ascensor Frontal							
Of-1	2-2x32	40	30	50	128	25.60	Se recomienda colocar sensor
Of-2	2-2x32	600	500	50	128	25.60	Se recomienda colocar sensor
Of-3	3-2x32	700	460	50	192	38.40	
Of-4	2-2x32	300	440	50	128	25.60	
Indicadores Monetarios							
Archivo1	2-2x32	320	300	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Archivo2	2-2x32	600	600	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Of-A	2-2x32	500	1000	50	128	25.60	
Of-B	2-2x32	300	360	50	128	25.60	
Of-C	2-2x32	300	360	50	128	25.60	
Of-D	2-2x32	500	800	50	128	25.60	
Of-E	2-2x32	300	320	50	128	25.60	
Of-F	2-2x32	280	280	50	128	25.60	
Of-G	2-2x32	300	300	50	128	25.60	
Of-H	2-2x32	300	240	50	128	25.60	
Of-I	2-2x32	280	320	50	128	25.60	
Pasaje	2-2x32	600	800	60	128	30.72	
Sala	5-2x32	480	480	50	320	64.00	
Sala Reunión	4-2x32	340	900	50	256	51.20	Se recomienda colocar sensor
Secretaría	3-2x32	360	360	50	192	38.40	
Estadísticas Económicas							
Recepción	3-2x32	800	700	50	192	38.40	
Sala reunión	6-2x32	200	220	50	384	76.80	1 lámpara quemada, se recomienda utilizar sensor
Cafetería	2-2x32	200	220	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor

Piso 5

Pasaje1							
Norte	2-2x32	320	340	40	128	20.48	
Of-A	2-2x32	380	320	50	128	25.60	
Of-B	2-2x32	400	400	50	128	25.60	
Of-C	2-2x32	260	260	50	128	25.60	
Of-D	2-2x32	800	1000	50	128	25.60	
Of-E	2-2x32	800	500	50	128	25.60	
Of-F	2-2x32	220	380	50	128	25.60	
Of-G	2-2x32	440	600	50	128	25.60	
Of-H	2-2x32	240	360	50	128	25.60	
Of-I	2-2x32	600	900	50	128	25.60	
Of-J	2-2x32	800	500	50	128	25.60	
Of-K	2-2x32	800	450	50	128	25.60	
Of-L	2-2x32	260	300	50	128	25.60	
Sur	2-2x32	800	100	50	128	25.60	
Pasaje2							
Norte	2-2x32	260	210	40	128	20.48	
Of-A	2-2x32	980	800	50	128	25.60	
Of-B	2-2x32	1000	1000	50	128	25.60	
Of-C	2-2x32	340	340	50	128	25.60	
Of-D	2-2x32	260	260	50	128	25.60	
Of-E	2-2x32	380	320	50	128	25.60	
Of-F	2-2x32	180	420	50	128	25.60	
Of-G	2-2x32	1000	900	50	128	25.60	
Of-H	2-2x32	800	900	50	128	25.60	
Of-I	2-2x32	300	280	50	128	25.60	
Of-J	2-2x32	240	280	50	128	25.60	
Of-K	2-2x32	360	400	50	128	25.60	
Of-L	2-2x32	1000	800	50	128	25.60	
Sur	1-2x32	980	800	50	64	12.80	

Piso 5

Pasaje3							
Norte	2-2x32	280	260	40	128	20.48	
Of-A	2-2x32	250	260	50	128	25.60	
Of-B	2-2x32	240	320	50	128	25.60	
Of-C	2-2x32	320	240	50	128	25.60	
Of-D	2-2x32	1000	700	50	128	25.60	
Of-E	2-2x32	980	800	50	128	25.60	
Of-F	2-2x32	280	220	50	128	25.60	
Of-G	2-2x32	320	320	50	128	25.60	
Of-H	2-2x32	300	220	50	128	25.60	
Of-I	2-2x32	280	260	50	128	25.60	
Of-J	2-2x32	1000	700	50	128	25.60	
Of-K	2-2x32	700	1000	50	128	25.60	
Of-L	2-2x32	240	260	50	128	25.60	
Sur	2-2x32	380	380	50	128	25.60	
Of-Despues-Pasaje3							
Of-A	3-2x32	220	280	50	192	38.40	
Of-B	4-2x32	800	1000	50	256	51.20	
Of-C	2-2x32	800	1000	50	128	25.60	
Of-D	2-2x32	240	300	50	128	25.60	
Of-E	2-2x32	380	380	50	128	25.60	
Of-F	2-2x32	240	360	50	128	25.60	
Of-G	2-2x32	220	280	50	128	25.60	
Pasaje Norte	2-2x32	500	420	60	128	30.72	
Pasaje Sur	1-2x32	600	600	60	64	15.36	
Direcc.Imagen Corporativa							
Archivo1	1-2x32	600	600	40	64	10.24	Se recomienda colocar sensor
Archivo2	1-2x32	580	180	40	64	10.24	Se recomienda colocar sensor
Of-1	2-2x32	580	180	50	128	25.60	
Of-2	2-2x32	360	320	50	128	25.60	Fluorescentes están desgastados, no se encienden pronto
Of-3	2-2x32	680	600	50	128	25.60	
Of-4	2-2x32	680	600	50	128	25.60	
Of-5	4-2x32	800	340	50	256	51.20	
Pasillo	1-2x32	510	380	60	64	15.36	
Pasillo	3x26	500	520	60	78	18.72	Quemado 1 Dulux de 13W
Producción Audiovisual	6-2x32	120	120	50	384	76.80	
Secretaría	4-2x32	360	320	50	256	51.20	

Piso 4

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Acceso Común							
Ascensor frontal	2-2x32	280	280	60	128	30.72	Se recomienda colocar sensor
Ascensor posterior	1-2x20	220	180	60	40	9.60	Se recomienda colocar sensor
Corredor largo	9-2x20	250	180	60	360	86.40	1 lámpara esta quemada, se recomienda utilizar sensor para 3 lámparas entrada al baño posterior
Baños							
Baño posterior H y M	2-2x20	220	120	60	80	19.20	Se recomienda colocar sensor
Recepción							
Secretaría	2-2x20	300	200	50	80	16.00	
Pasillo	3x60	120	220	60	180	43.20	Recomendable Cambiar por tres Dulux de 26 W
Sala	2-2x20	120	220	50	80	16.00	
Conserje	2-2x20	180	120	50	80	16.00	
Direc. Informática							
Secretaría	6-2x20	120	200	50	240	48.00	
Cafetería	2-2x32	260	240	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Of-1	8-2x32	180	240	50	512	102.40	
Bodega	1-2x32	180	240	50	64	12.80	Se recomienda colocar sensor
Pasillo	4-2x32	540	240	60	256	61.44	
Of-2	2-2x32	400	380	50	128	25.60	
Redes y Comunicaciones							
Of-1	1-2x32	200	250	50	64	12.80	
Of-7	2-2x32	100	180	50	128	25.60	
Of-2	1-2x32	300	300	50	64	12.80	
Of-3	2-2x32	240	180	50	128	25.60	
Of-4	3-2x32	300	220	50	192	38.40	
Of-5	4-2x32	100	180	50	256	51.20	
Of-6	2-2x32	400	440	50	128	25.60	
Pasillo	3-2x32	220	520	60	192	46.08	
Sala	1-2x32	440	300	50	64	12.80	

Piso 4

Servicios Informáticos							
Div1	9-2x32	120	180	50	576	115.20	
Div2	5-2x32	700	600	50	320	64.00	
Of-1	4-2x32	720	720	50	256	51.20	
Of-2	2-2x32	480	480	50	128	25.60	
Of-3	2-2x32	480	480	50	128	25.60	
Of-4	7-2x32	300	280	50	448	89.60	
Seguridades							
Of-1	4-2x32	480	480	50	256	51.20	
Of-2	2-2x32	600	500	50	128	25.60	
Of-3	1-2x32	220	180	50	64	12.80	
Of-4	1-2x32	660	420	50	64	12.80	
Of-5	1-2x32	140	200	50	64	12.80	
Of-6	1-2x32	220	180	50	64	12.80	
Of-7	1-2x32	220	180	50	64	12.80	
Of-8	1-2x32	220	180	50	64	12.80	
Of-9	2-2x32	220	180	50	128	25.60	1 Fluorescente quemado
Of-10	2-2x32	200	240	50	128	25.60	
Sala	3-2x32	480	420	50	192	38.40	
Ingeniería Software							
Cafetería	1-2x32	320	300	40	64	10.24	
Sala Reunión	4-2x32	300	200	50	256	51.20	Se recomienda colocar sensor
Of-1	2-2x32	200	200	50	128	25.60	
Of-2	2-2x32	420	500	50	128	25.60	
Of-3	4-2x32	720	600	50	256	51.20	
Div1,Div2,Div3	8-2x32	480	440	50	512	102.40	
Director							
Of-principal	4-2x32	480	440	50	256	51.20	
Sala Reunión	4-2x32	340	440	50	256	51.20	Se recomienda colocar sensor
Centro Seguridad							
Of-principal	5-2x32	600	420	50	320	64.00	
Baño	1-2x32	480	480	10	64	2.56	

Piso 3

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Acceso Común							
Ascensor frontal	5x13	140	100	60	65	15.60	Independizar las 2 lámparas frente al ascensor
Ascensor posterior	3-2x20	380	380	60	120	28.80	Lámparas empotradas en losa
Corredor largo	14x13	520	500	60	182	43.68	
Baños							
Baño posterior H y M	2-2x20	100	90	60	80	19.20	Se recomienda colocar sensor
Baño corredor H y M	2-2x20	100	90	50	80	16.00	Se recomienda colocar sensor
Serv.Finan."Custodia"							
Of-principal	5-2x20	100	90	50	200	40.00	2 lámparas permanecen encendidas constantemente por los equipos
Of-secundaria	2-2x32	100	90	50	128	25.60	
Of-monitoreo	4-2x32	220	280	50	256	51.20	Todas las lámparas permanecen encendidas constantemente
Direc.Gen.Serv.Corporativos							
Of-Director	7-2x32	300	280	50	448	89.60	
Baño	1-2x32	500	400	10	64	2.56	
Secretaria	9-2x32	280	300	50	576	115.20	
Secretaría	1-2x32	520	500	50	64	12.80	
Fondo Monet.Internacional							
Cafetería	1-2x32	480	320	40	64	10.24	
Secretaría	4-2x20	260	260	50	160	32.00	
Sala Reunión	3-2x32	60	70	50	192	38.40	Se recomienda colocar sensor
Copiadora	2-2x32	380	320	50	128	25.60	
Baño	1-2x32	380	560	10	64	2.56	
Of-1	6-2x32	340	200	50	384	76.80	
Of-2	6-2x32	480	420	50	384	76.80	
Dirección Auditoria General							
Secretaría	2-2x32	480	360	50	128	25.60	
Div1	2-2x32	220	280	50	128	25.60	
Div2	1-2x32	400	500	50	64	12.80	
Div3	2-2x32	260	360	50	128	25.60	
Div4	3-2x32	220	280	50	192	38.40	
Div5	3-2x32	300	300	50	192	38.40	
Div6	3-2x32	340	260	50	192	38.40	
Archivo	3-2x32	520	280	40	192	30.72	Se recomienda colocar sensor
Archivo	1x26	320	300	40	26	4.16	
Of-6	5-2x32	440	260	50	320	64.00	

Of-5	3-2x32	440	260	50	192	38.40	
Of-4	2-2x32	220	220	50	128	25.60	
Of-3	2-2x32	280	240	50	128	25.60	
Of-2	2-2x32	220	220	50	128	25.60	
Of-1	3-2x32	280	240	50	192	38.40	
Pasillo	8-2x32	220	220	60	512	122.88	La 6ta lámpara esta quemada
Sub-auditor	4-2x32	280	240	50	256	51.20	
Auditor	6-2x32	220	220	40	384	61.44	
Sala reunión	4-2x32	300	40	50	256	51.20	Se recomienda colocar sensor
Dirección Financiera							
Baño	1-2x32	340	380	10	64	2.56	
Secretaría	3-2x20	260	140	50	120	24.00	
Pasillo	12-2x32	180	180	60	768	184.32	
Of. Dir.Financiero	4-2x32	300	180	50	256	51.20	
Of-1	4-2x32	340	300	50	256	51.20	
Of-2	2-2x32	480	800	50	128	25.60	
Of-3	2-2x32	340	300	50	128	25.60	
Div-1-2	2-2x32	300	180	50	128	25.60	
Div-2-3	2-2x32	280	300	40	128	20.48	
Div-1-2	2-2x32	220	280	50	128	25.60	
Div-3-4	2-2x32	900	300	50	128	25.60	
Div-5-6	2-2x32	220	280	50	128	25.60	
Div-7-8	2-2x32	420	400	50	128	25.60	
Div-9-10	2-2x32	320	400	50	128	25.60	
Of-4	2-2x32	320	400	50	128	25.60	
Of-5	3-2x32	280	280	50	192	38.40	Eliminar lámpara que da a la ventana
Anal.Financ.Div-1-1	2-2x32	120	120	40	128	20.48	
Bodega	1-2x32	400	420	50	64	12.80	Se recomienda colocar sensor
Anal.Financ.Div-2-2	2-2x32	200	100	40	128	20.48	
Of-6	2-2x32	240	240	50	128	25.60	
Of-7	2-2x32	320	300	50	128	25.60	
Archivo	4-2x32	320	300	40	256	40.96	1era lámpara mover hacia la puerta,La 2da quemada, 3ra mover derecha,4ta colocar horizontal
Copiadora	2-2x32	320	300	50	128	25.60	independizar lámpara entre copiadora y cafetería
Conserje2	1-2x32	120	60	50	64	12.80	
Div-11-12	2-2x32	320	320	50	128	25.60	
Copiadora	2-2x32	120	120	50	128	25.60	
Proceso A	2-2x32	300	300	50	128	25.60	
Div1	2-2x32	300	260	50	128	25.60	

MEZANINE

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Adm.Cuentas Sist.Financiero							
Holl-Entrada	2-2x32	220	280	60	128	30.72	
Secretaría	4-2x32	250	280	50	256	51.20	
Of-1	4-2x32	300	300	50	256	51.20	
Bodega	1-2x32	340	280	50	64	12.80	Se recomienda colocar sensor
Of-2	2-2x32	280	260	50	128	25.60	
Of-3	2-2x32	220	230	50	128	25.60	2 lámparas están sobre la división innecesariamente
Recepción	2-2x32	220	230	50	128	25.60	Interuptor de 4 lámparas dañado
Archivo1	1-2x32	540	900	40	64	10.24	Se recomienda colocar sensor
Div1	2-2x32	240	250	50	128	25.60	
Div2	9-2x32	180	180	50	576	115.20	1 Fluorescente quemado
Div3	6-2x32	240	760	50	384	76.80	
Entra.Estados Cuenta	2-2x32	680	540	60	128	30.72	
Estados Cuenta	6-2x32	440	400	60	384	92.16	
Archivo2	2-2x32	500	300	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Acceso Común							
Pasillo Direc.Serv Ban.Nacionales	3-2x32	240	260	60	192	46.08	
Gradas	4-2x20	260	300	60	160	38.40	
Gradas	12x60	120	160	60	720	172.80	5 Dicroicos están quemados
Drec.Serv.Bancarios Nacionales							
Secretaría	3-2x32	120	160	50	192	38.40	
Cafetería	1x100	100	240	40	100	16.00	
Of-1	4-2x32	600	500	50	256	51.20	
Of-2	4-2x32	180	200	50	256	51.20	
Secretaría	5-2x32	190	200	50	320	64.00	
Subdirector	6-2x32	260	250	50	384	76.80	1 Fluorescente quemado en la entrada al baño
Baño	1-2x32	320	360	10	64	2.56	
Comercio Exterior -Cartas de crédito							
Archivo1	4-2x32	60	100	40	256	40.96	Se recomienda colocar sensor
Div1	6-2x32	360	420	50	384	76.80	
Div2	4-2x32	360	380	50	256	51.20	
Div3	4-2x32	380	340	50	256	51.20	

Div4	4-2x32	380	360	50	256	51.20	
Div5	4-2x32	290	300	50	256	51.20	
Copiadora	1-2x32	300	300	50	64	12.80	
Div6	3-2x32	90	100	50	192	38.40	
Archivo2	2-2x32	340	320	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Div7	6-2x32	220	300	50	384	76.80	
Archivo	1-2x32	380	300	40	64	10.24	Se recomienda colocar sensor
Direc.Deuda							
Secretaría	3-2x32	240	120	50	192	38.40	
Div1	2-2x32	340	300	50	128	25.60	
Div2	5-2x32	300	250	50	320	64.00	Lámpara que da a la ventana quemada
DIv3	7-2x32	250	200	50	448	89.60	
Cafetería	1-2x32	300	480	40	64	10.24	Independizar circuito entre archivo y cafetería
Archivo2	1-2x32	580	300	40	64	10.24	Se recomienda colocar sensor
Pasillo	2-2x32	140	200	60	128	30.72	
Archivo1	3-2x32	220	250	40	192	30.72	Se recomienda colocar sensor
Acceso Común							
Corredor Ascensor Posterior	5-2x32	380	300	60	320	76.80	
Ascensor posterior	2-2x32	380	300	60	128	30.72	
Pasillo Direc.Deuda	2-2x32	240	160	60	128	30.72	
Sala Espera	6-2x32	300	280	50	384	76.80	
Sala Espera	2x60	180	280	50	120	24.00	
Sector Público							
Entrada	2-2x32	180	280	60	128	30.72	
Div1	7-2x32	240	240	50	448	89.60	
Div2	6-2x32	300	300	50	384	76.80	
Of-Coordinador	2-2x32	400	380	50	128	25.60	
Secretaría	4-2x32	280	300	50	256	51.20	
Archivo1	2-2x32	280	340	40	128	20.48	Se recomienda colocar sensor
Archivo2	4-2x32	240	260	40	256	40.96	Se recomienda colocar sensor

PLANTA BAJA

Áreas ó Departamento	Luminarias	Iluminancia (lux)		Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Acceso Común							
Recepción Información	4x60	1000	940	60	240	57.60	
Entrada Biblioteca	16x60	200	180	168	960	645.12	1 Dicroico quemado, Se recomienda utilizar dicroicos de menor potencia
Hall	4-2x20	90	80	70	160	44.80	
Hall	4x60	120	100	70	240	67.20	
Ascensor frontal	4-2x20	100	120	60	160	38.40	Se recomienda colocar sensor
Adm.Documentaria							
Of	6x26	100	120	50	156	31.20	
Of	4-2x20	100	120	60	160	38.40	
Archivo y correspondencia							
Of	6-2x32	210	180	50	384	76.80	
Archivo	1-2x32	180	300	45	64	11.52	Se recomienda colocar sensor
Baño	2-2x32	60	60	40	128	20.48	Independizar lámpara entrada al baño
Pasillo	2-2x32	50	60	60	128	30.72	
Área Exterior							
Entrada al Edificio	32x60	340	240	84	1920	645.12	
Entrada al Edificio	10x100	240	280	84	1000	336.00	
Av 10 Agosto	9-2x250	240	280	84	4500	1512.00	
Sur de Edificio	4-2x250	1000	940	84	2000	672.00	
Norte de Edificio	5-2x250	1000	940	84	2500	840.00	
Oeste del Edificio	2-2x250	1000	940	84	1000	336.00	
Reloj Edificio	7-2x20	1000	940	84	280	94.08	
Biblioteca							
Sala Consulta	9-2x32	90	120	50	576	115.20	
Información	2-2x32	90	50	60	128	30.72	
Sala	4-2x32	300	340	60	256	61.44	
Paneles Libros	4-2x32	120	180	50	256	51.20	
Sala Lectura		300	400	84	2250	756.00	
Información Electrónica	4-2x32	500	400	40	256	40.96	
Bodega							
Pasillo	3-2x32	540	500	60	192	46.08	Se recomienda colocar sensor

Baño H y M	4-2x40	180	200	45	320	57.60	Se recomienda colocar sensor
Archivo1	36-2x40	240	220	45	2880	518.40	Se recomienda colocar sensor
Archivo2	16-2x32	240	230	45	1024	184.32	Se recomienda colocar sensor
Bóveda							
Pasillo	4-2x32	140	280	60	256	61.44	
Vent.Cambio de monedas	3-2x32	120	180	60	192	46.08	
Vent.Cambio billetes	2-2x32	340	300	60	128	30.72	
Vent.Pago cheques	2-2x32	380	400	60	128	30.72	
Of	5-2x32	440	400	50	320	64.00	
Bodega	2-2x32	220	200	50	128	25.60	1 Fluorescente quemado
Cafetería	1-2x32	120	120	40	64	10.24	
Baño H y M	3-2x32	180	180	45	192	34.56	Se recomienda colocar sensor
Área Libre	4-2x32	200	400	50	256	51.20	
Coord.Informaciones Económicas							
Sala Reunión	3-2x32	240	220	50	192	38.40	Se recomienda colocar sensor
Of-Director	4-2x32	500	600	50	256	51.20	
Of-Subdirector	3-2x32	500	540	50	192	38.40	
Secretaría	4-2x32	500	540	50	256	51.20	
Analistas	7-2x32	400	420	45	448	80.64	
Distribución de Publicaciones							
Secretaría	6-2x32	100	250	50	384	76.80	
Of-Public.Económicas	4-2x32	180	240	50	256	51.20	
Pasillo	4-2x32	120	200	60	256	61.44	
Pasillo	5x26	200	240	60	130	31.20	
Bodega Publicaciones	12-2x32	120	140	40	768	122.88	Se recomienda colocar sensor
Baño H y M	2-2x32	160	100	45	128	23.04	Se recomienda colocar sensor
Diagramación	6-2x32	300	160	50	384	76.80	
Guardia							
Baño	1-2x32	240	180	40	64	10.24	
Zona Común							
Sala Espera	4-2x20	240	280	60	160	38.40	
Sala Espera	4x26	120	100	60	104	24.96	

PARQUEADERO

Áreas ó Departamento	Código	Cantidad	Luminarias	Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Nivel 1							
Entrada Norte	TM40	8	4-2x40	60	320	76.80	1 Fluorescente quemado / Instalado 1 sensor 120 grados
Acceso Este	TM40	36	19-2x40	20	1440	115.20	Instalados 5 sensores OS120 2 lamp tienen 1 fluorescente
Acceso Oeste	TM40	40	20-2x40	20	1600	128.00	Instalados 4 sensores OS120
Area Central	TM40	16	8-2x40	60	640	153.60	Instalado 1 sensor OS120
Entrada MZ	TB40	12	6-2x40	60	480	115.20	Se recomienda colocar sensor
Baño hombres	TM40	6	3-2x40	60	240	57.60	Se recomienda colocar sensor
Baño mujeres	TM40	8	4-2x40	60	320	76.80	Se recomienda colocar sensor
Nivel 2							
Entrada Norte	TM40	4	2-2x40	60	160	38.40	
Acceso Este	TM40	36	18-2x40	20	1440	115.20	Instalado 6 sensores OS120
Acceso Oeste	TM40	48	24-2x40	20	1920	153.60	Instalados 6 sensores OS120 1 lámpara quemada
Area Central	TM40	16	8-2x40	60	640	153.60	Instalado 1 sensor OS120
Entrada PB	TB40	12	6-2x40	60	480	115.20	Se recomienda colocar sensor
Baño hombres	TM40	6	3-2x40	60	240	57.60	Se recomienda colocar sensor
Baño mujeres	TM40	8	4-2x40	60	320	76.80	Se recomienda colocar sensor
Nivel 3							
Entrada Norte	TM40	4	2-2x40	60	160	38.40	Se recomienda colocar sensor
Acceso Este	TM40	36	18-2x40	20	1440	115.20	Instalado 6 sensores OS120
Acceso Oeste	TM40	42	21-2x40	20	1680	134.40	Instalados 5 sensores OS120
Area Central	TM40	16	8-2x40	40	640	102.40	Instalado 1 sensor OS120
Entrada Subsuelo	TM40	12	6-2x40	60	480	115.20	Se recomienda colocar sensor
Baño hombres	TM40	8	4-2x40	60	320	76.80	Se recomienda colocar sensor
Baño mujeres	TM40	6	3-2x40	60	240	57.60	Se recomienda colocar sensor

CUARTO DE MÁQUINAS

Áreas ó Departamento	Código	Cantidad	Luminarias	Periodo de Utilización h/semana	Carga Instalada Total (W)	Consumo kWh/mes	Observaciones
Ingreso Cuarto de Maquinas	TM40	24	12-2x40	50	960	192.00	
Bodega	TM40	4	2-2x40	50	160	32.00	
Cuarto Tanques de H2O	TM32	16	8-2x32	50	512	102.40	
Cuarto Bombas	TM40	16	8-2x40	50	640	128.00	
Cuarto Tanque Diesel	TM40	12	6-2x40	50	480	96.00	
Acceso a Generadores	TM40	12	6-2x40	50	480	96.00	
Cuarto de Generadores	TM40	30	15-2x40	50	1200	240.00	
Cuarto de Generadores	TM32	16	8-2x32	50	512	102.40	

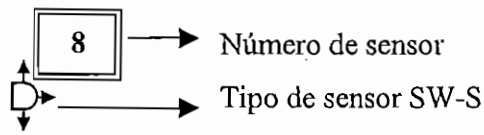
ANEXO 7

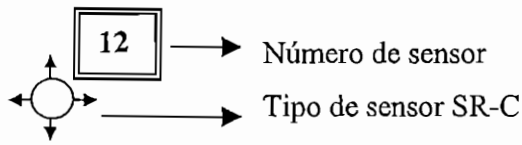
UBICACIÓN DE LOS SENSORES

UBICACIÓN DE SENSORES EN EL PISO 9

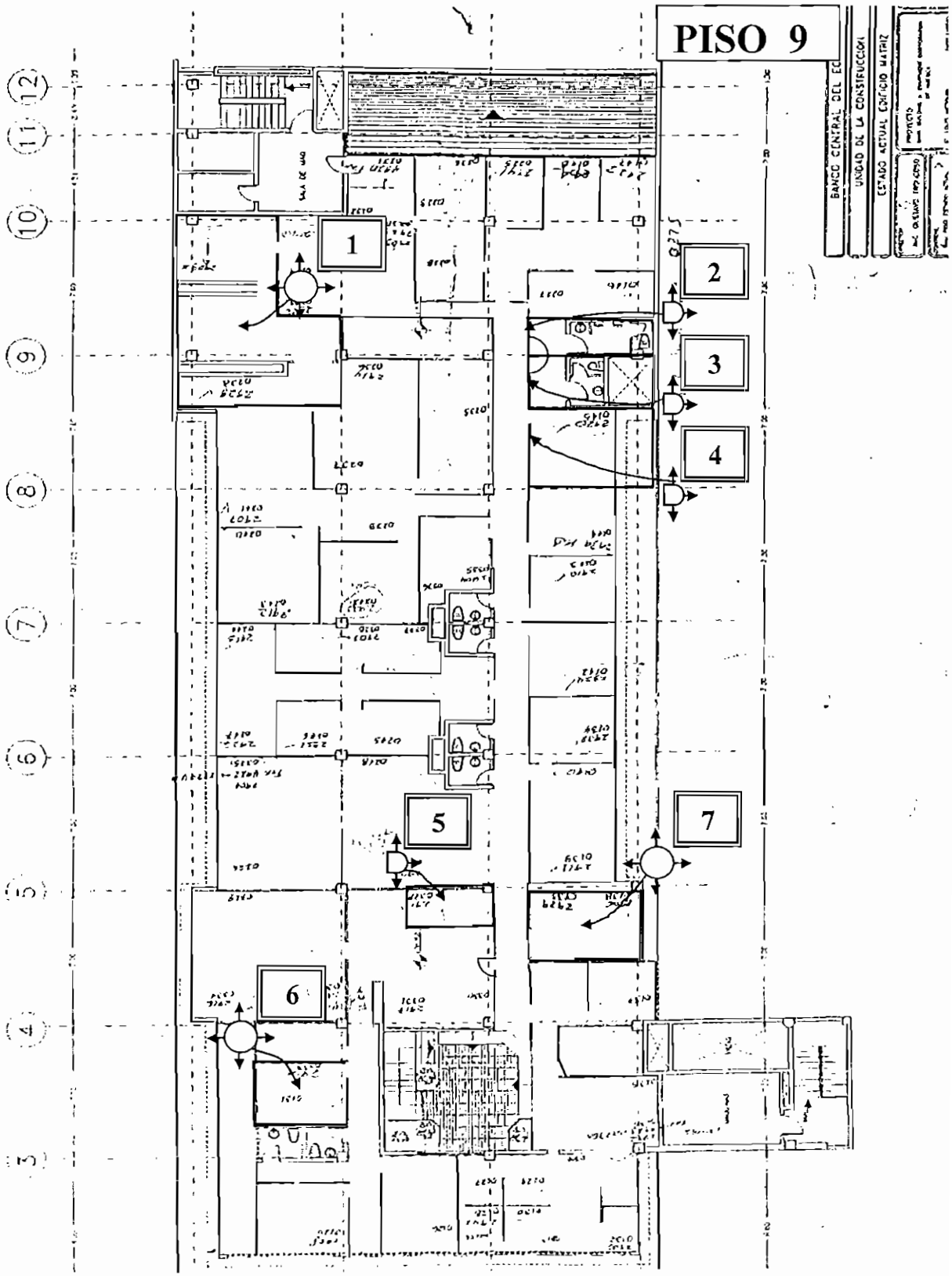
Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Numero Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
1	Sistemas de Información	Archivo	9-2x32	576	S-RC
2	Sistemas de información	Baño Hombres	2-2x32	128	S-WS
3	Sistemas de información	Baño Mujeres	2-2x32	128	S-WS
4	Proyectos	Cafetería	2-2x32	128	S-WS
5	Dirección Administrativa	Archivo	2-2x32	128	S-WS
6	Dirección Administrativa	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC
7	Direc. de Recursos Humanos	Sala Reunión	6-2x32	384	S-RC

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180°	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360°	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200°	OS120





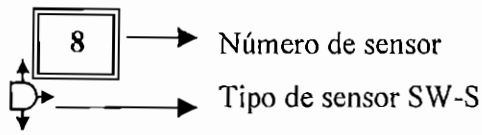
PISO 9

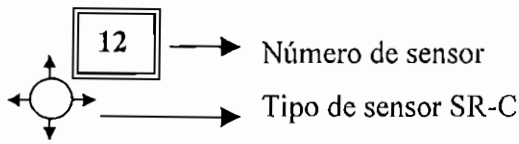

BANCO CENTRAL DEL EC
UNIDAD DE LA CONSTRUCCION
ESTADO ACTUAL EDIFICIO MATRIZ
PROYECTO
1
2
3
4
5
6
7

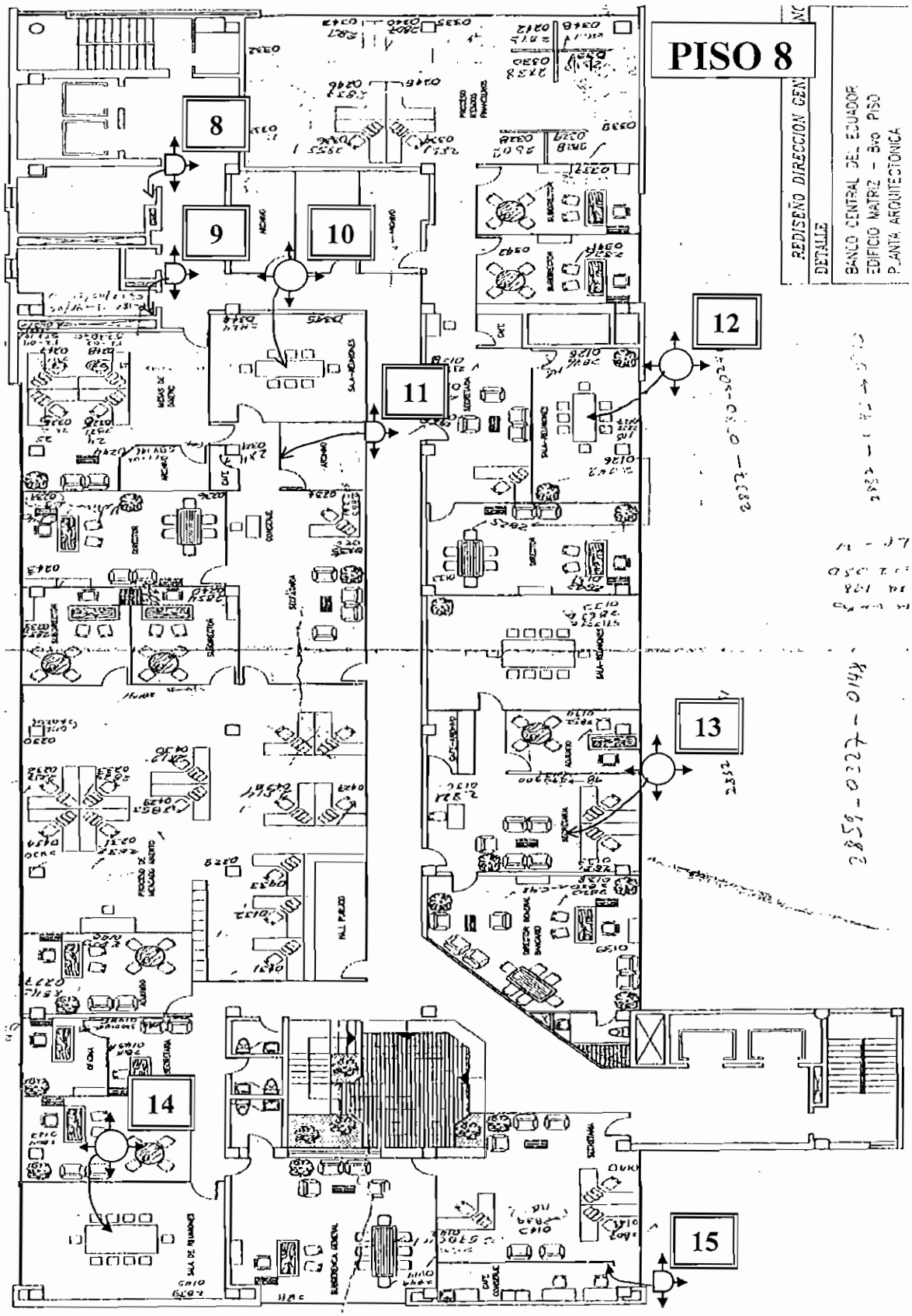
UBICACIÓN DE SENSORES EN EL PISO 8

Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Numero Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
8	Corredor posterior	Baño Hombres	2-2x20	80	S-WS
9	Corredor posterior	Baño Mujeres	2-2x20	80	S-WS
10	Direc. Serv. Financieros	Sala Reunión	4-2x40	320	S-RC
11	Direc. Serv. Financieros	Copiadora	2-2x32	128	S-WS
12	Direc. Riesgos. Financieros	Sala Reunión	5-2x32	320	S-RC
13	Direc. Gen. Bancaria	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC
14	Direc. Desarr. Organizacional	Sala Reunión	6-2x32	384	S-RC
15	Sub-Gerente General	Cafetería	3x60	180	S-WS

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180°	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360°	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200°	OS120



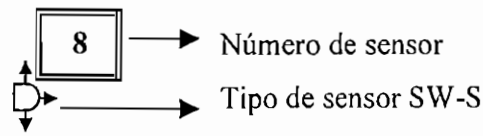


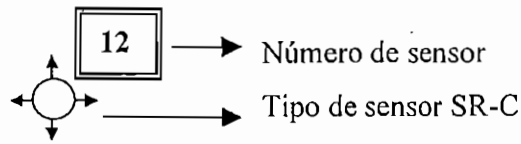

PISO 8
REDISEÑO DIRECCION GEN
DETALLE
BANCO CENTRAL DEL ECUADOR
EDIFICIO MATRIZ - 8vo PISO
PLANTA ARQUITECTONICA
8
9
10
11
12
13
14
15

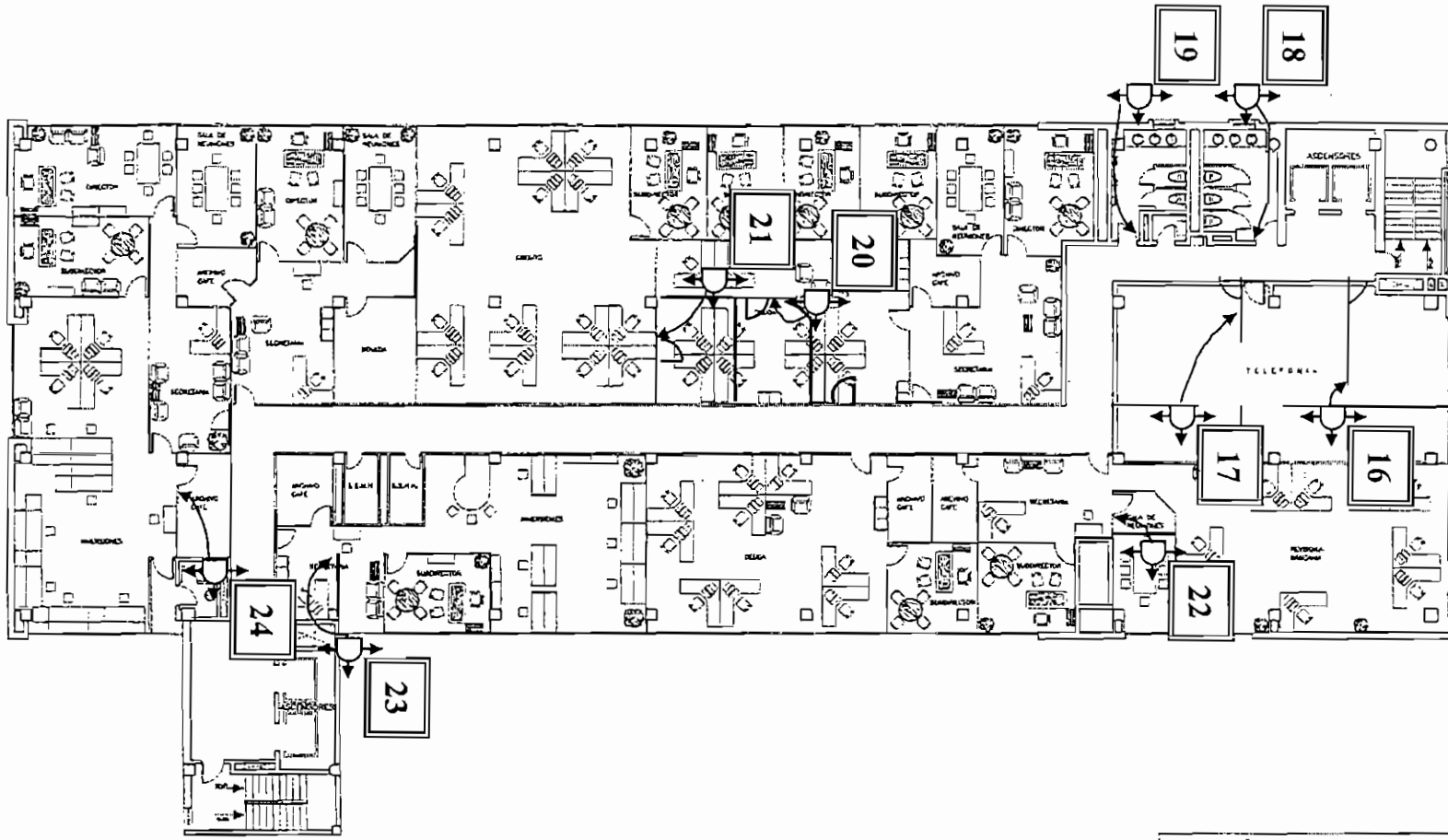
UBICACIÓN DE SENSORES EN EL PISO 7

Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Numero Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
16	Telefonía	Of-Técnico	3-2x32	192	S-WS
17	Telefonía	Of-Técnico	3-2x32	162	S-WS
18	Baño	Baño posterior H	1-2x20	40	S-WS
19	Baño	Baño posterior M	1-2x20	40	S-WS
20	Direc. Recu. Finan. y Adm. Activos	Archivo1	2-2x40	160	S-WS
21	Direc. Recu. Finan. y Adm. Activos	Archivo2	3-2x40	240	S-WS
22	Asesoria legal	Cafetería	2-2x32	128	S-WS
23	Asesoria legal	Of-15 Archivo	2-2x32	128	S-WS
24	Dirección de Inversiones	Archivo	2-2x32	128	S-WS

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180°	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360°	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200°	OS120







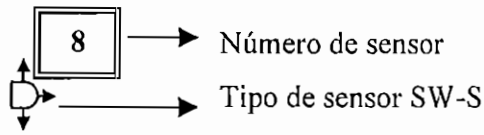
PISO 7

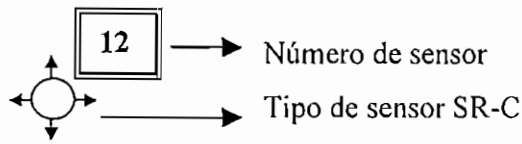
REDISEÑO DIRECCION GENERAL BANCARIA			
DETALLE			LAMINA
BANCO CENTRAL DEL ECUADOR EDIFICIO MATRIZ – 7mo. PISO PLANTA ARQUITECTONICA			
PROYECTO	REVISADO		DIBUJO
ARQ. IVAN SALGADO	ING. GUSTAVO SANCHEZ		RARS
NIVELES	PISO No	ESCALA	ARCHIVO
+24.06	7	1:100	PLANTA_7.DWG

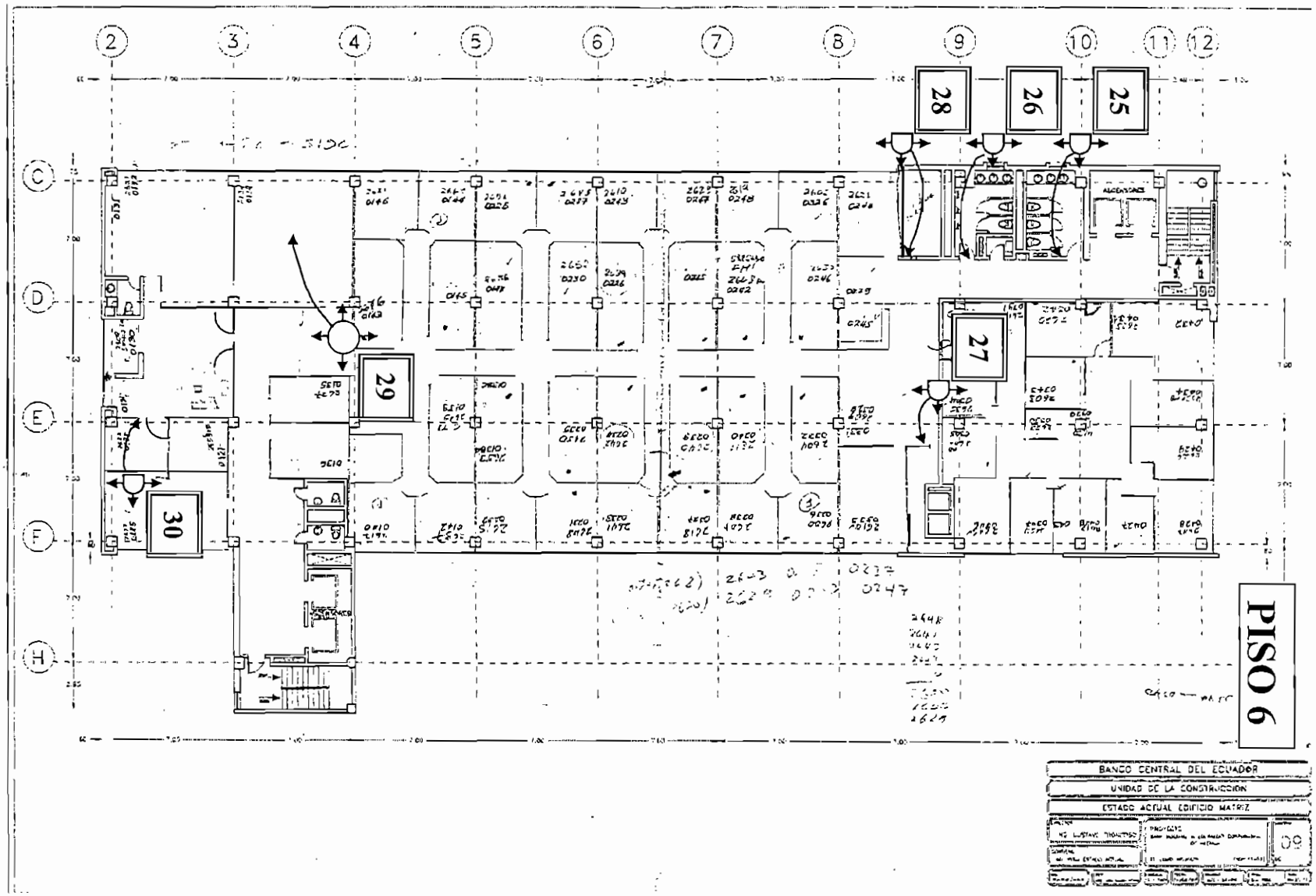
UBICACIÓN DE SENSORES EN EL PISO 6

Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Numero Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
25	Baño corredor posterior	Baño posterior Hombres	1-2x20	40	S-WS
26	Baño corredor posterior	Baño posterior Mujeres	1-2x20	40	S-WS
27	Oficina Posterior - Pasaje4	Archivo	2-2x32	128	S-WS
28	Oficina Posterior - Pasaje4	Cafeteria	2-2x32	128	S-WS
29	Direc. General de Estudios	Copiadora	2-2x32	128	S-WS
30	Direc. General de Estudios	Sala Reunión	6-2x32	384	S-RC

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180°	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360°	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200°	OS120







BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

UNIDAD DE LA CONSTRUCCION

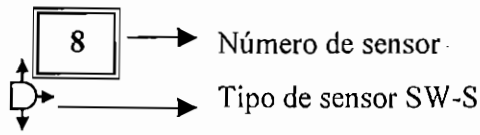
ESTADO ACTUAL EDIFICIO MATRIZ

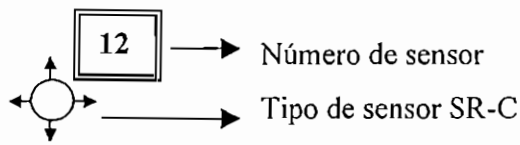
09

UBICACIÓN DE SENSORES EN EL PISO 5

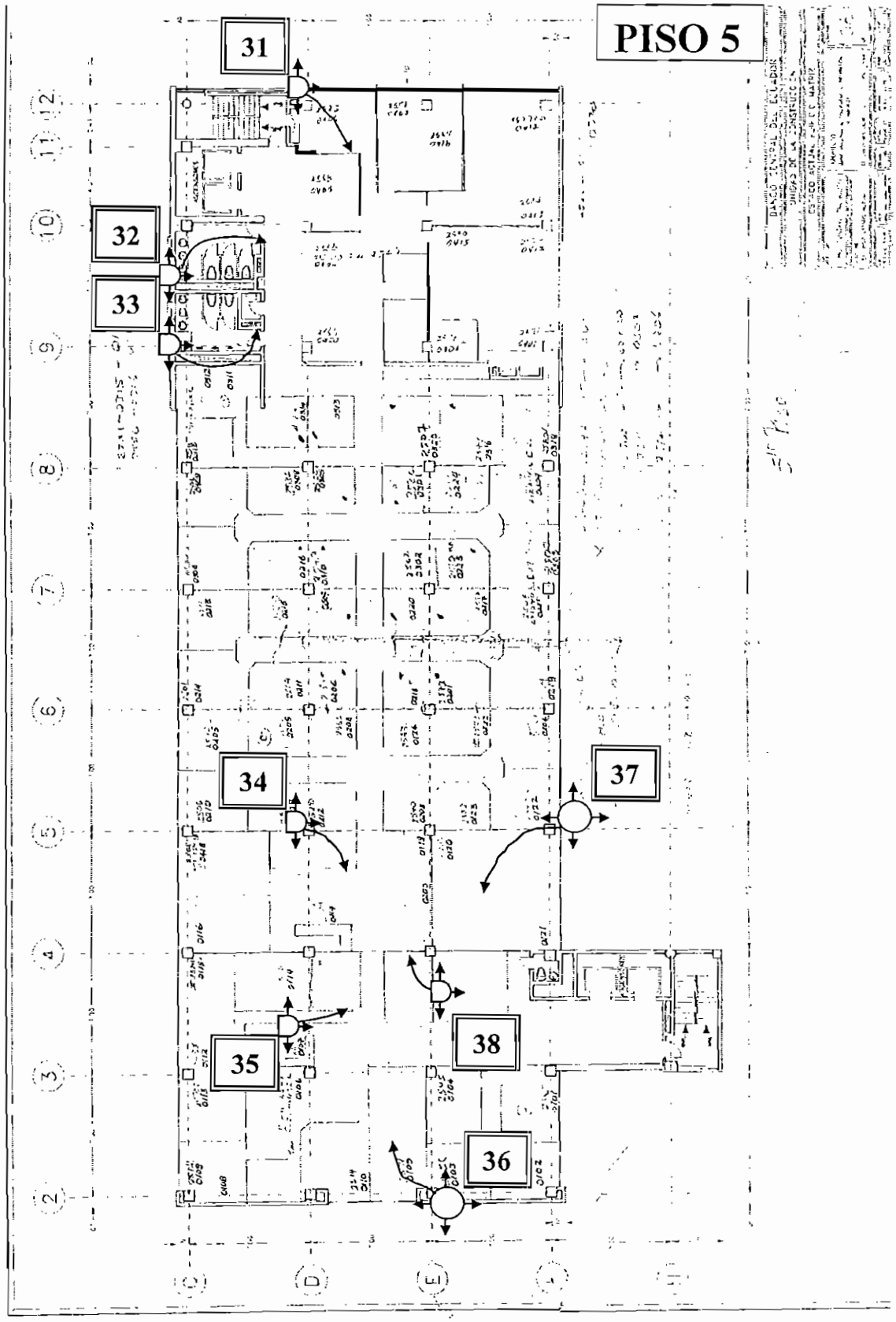
Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Numero Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
31	Direcc. Imagen Corporativa	Of-2	2-2x32	128	S-WS
32	Baño Corredor Posterior	Baño Hombres	1-2x20	40	S-WS
33	Baño Corredor Posterior	Baño Mujeres	1-2x20	40	S-WS
34	Indicadores Monetarios	Archivo2	2-2x32	128	S-WS
35	Indicadores Monetarios	Archivo1	2-2x32	128	S-WS
36	Indicadores Monetarios	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC
37	Estadísticas Económicas	Sala Reunión	6-2x32	384	S-RC
38	Estadísticas Económicas	Cafetería	2-2x32	128	S-WS

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180°	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360°	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200°	OS120





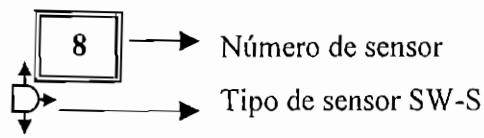
PISO 5

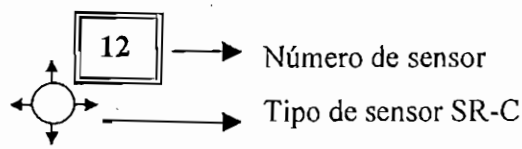


UBICACIÓN DE SENSORES EN EL PISO 4

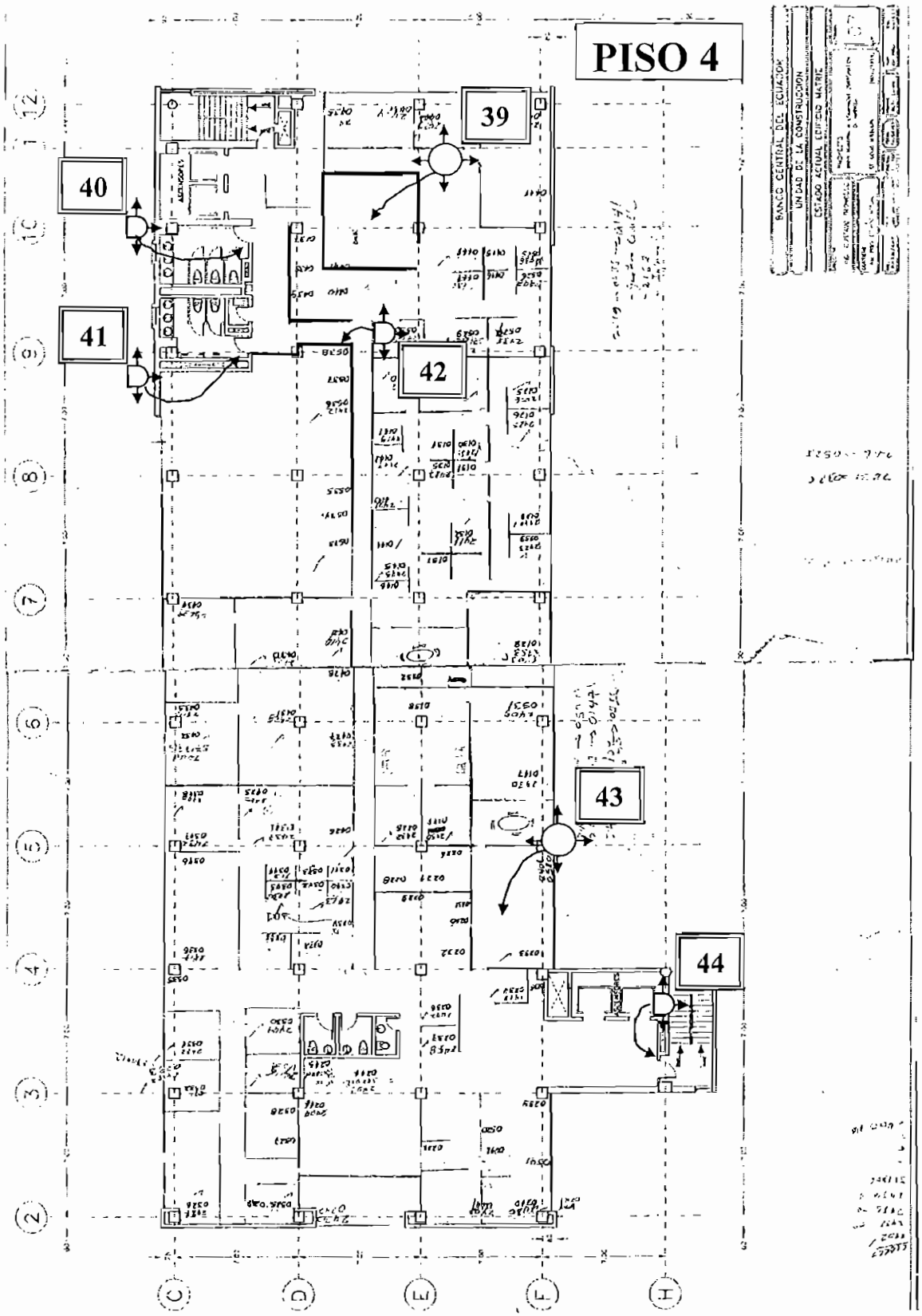
Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Número Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
39	Ingeniería Software	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC
40	Baño Posterior	Baño Hombres	1-2x20	40	S-WS
41	Baño Posterior	Baño Mujeres	1-2x20	40	S-WS
42	Acceso Común	Corredor posterior	6-2x20	240	S-WS
43	Director	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC
44	Acceso Común	Ascensor Frontal	2-2x32	128	S-WS

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180°	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360°	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200°	OS120





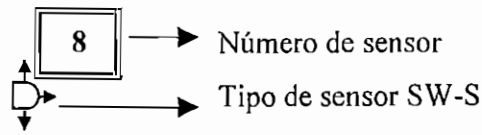
PISO 4

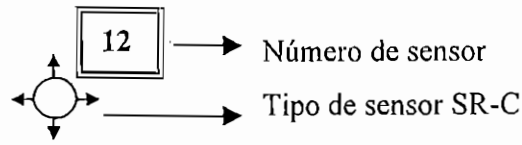

39
40
41
42
43
44
BANCO CENTRAL DEL ECUADOR
UNIDAD DE LA CONSTRUCCION
ESTADO ACTUAL EDIFICIO MATRIZ

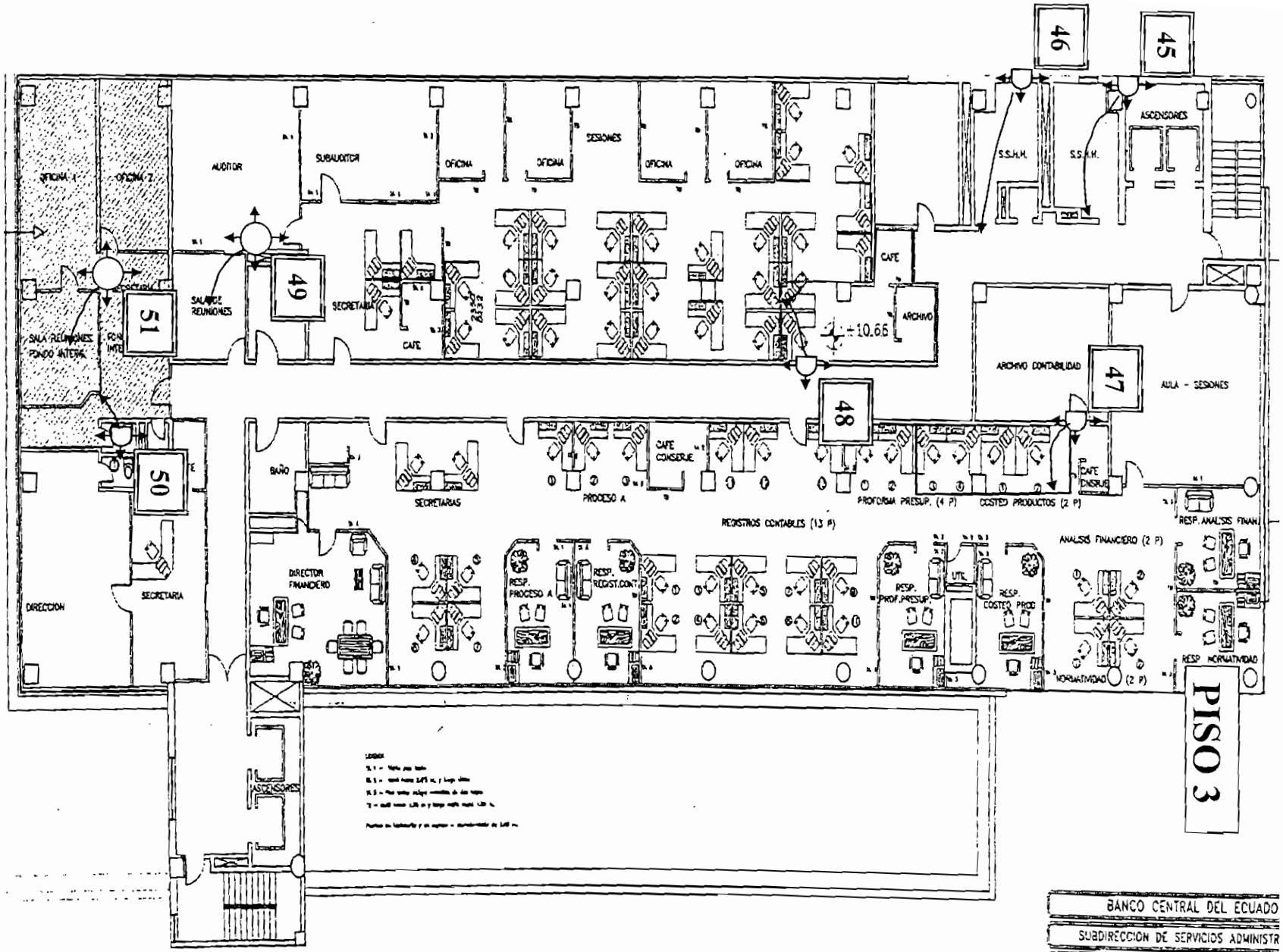
UBICACIÓN DE SENSORES EN EL PISO 3

Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Numero Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
45	Corredor Posterior	Baño Hombres	1-2x20	40	S-WS
46	Corredor Posterior	Baño Mujeres	21-2x20	40	S-WS
47	Dirección Financiera	Archivo	4-2x32	256	S-WS
48	Dirección Auditoría General	Archivo	3-2x32 1x26	218	S-WS
49	Dirección Auditoría General	Sala Reunión	4-2x32	256	S-RC
50	Fondo Monet. Internacional	Copiadora	2-2x32	128	S-WS
51	Fondo Monet. Internacional	Sala Reunión	3-2x32	192	S-RC

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180°	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360°	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200°	OS120



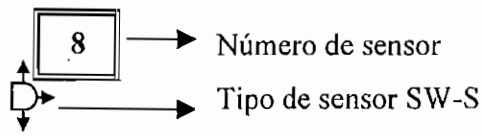


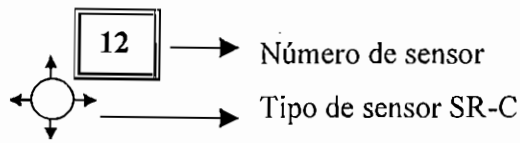

46
45
ASCENSORES
S.S.H.H.
S.S.H.H.
AUDITOR
SUBAUDITOR
OFICINA
OFICINA
SESIONES
OFICINA
OFICINA
OFICINA 1
OFICINA 2
CAFE
ARCHIVO
+10.66
SALA DE REUNIONES
49
SECRETARIA
CAFE
51
SALA REUNIONES PONDO INTERN
ARCHIVO CONTABILIDAD
47
AULA - SESIONES
48
50
BAÑO
SECRETARIAS
CAFE CONSERJE
PROCESO A
PROFORMA PRESUP. (4 P)
COSTEO PRODUCTOS (2 P)
CAFE CONSRJE
REGISTROS CONTABLES (13 P)
RESP. ANALISIS FINANC
ANALISIS FINANCIERO (2 P)
DIRECCION
SECRETARIA
DIRECTOR FINANCIERO
RESP. PROCESO A
RESP. REGIST.CONT
RESP. PROF.PRESUP.
UTIL
RESP. COSTEO PROD
NORMATIVIDAD (2 P)
RESP. NORMATIVIDAD
ASCENSORES
PISO 3
BANCO CENTRAL DEL ECUADO
SUBDIRECCION DE SERVICIOS ADMINISTR

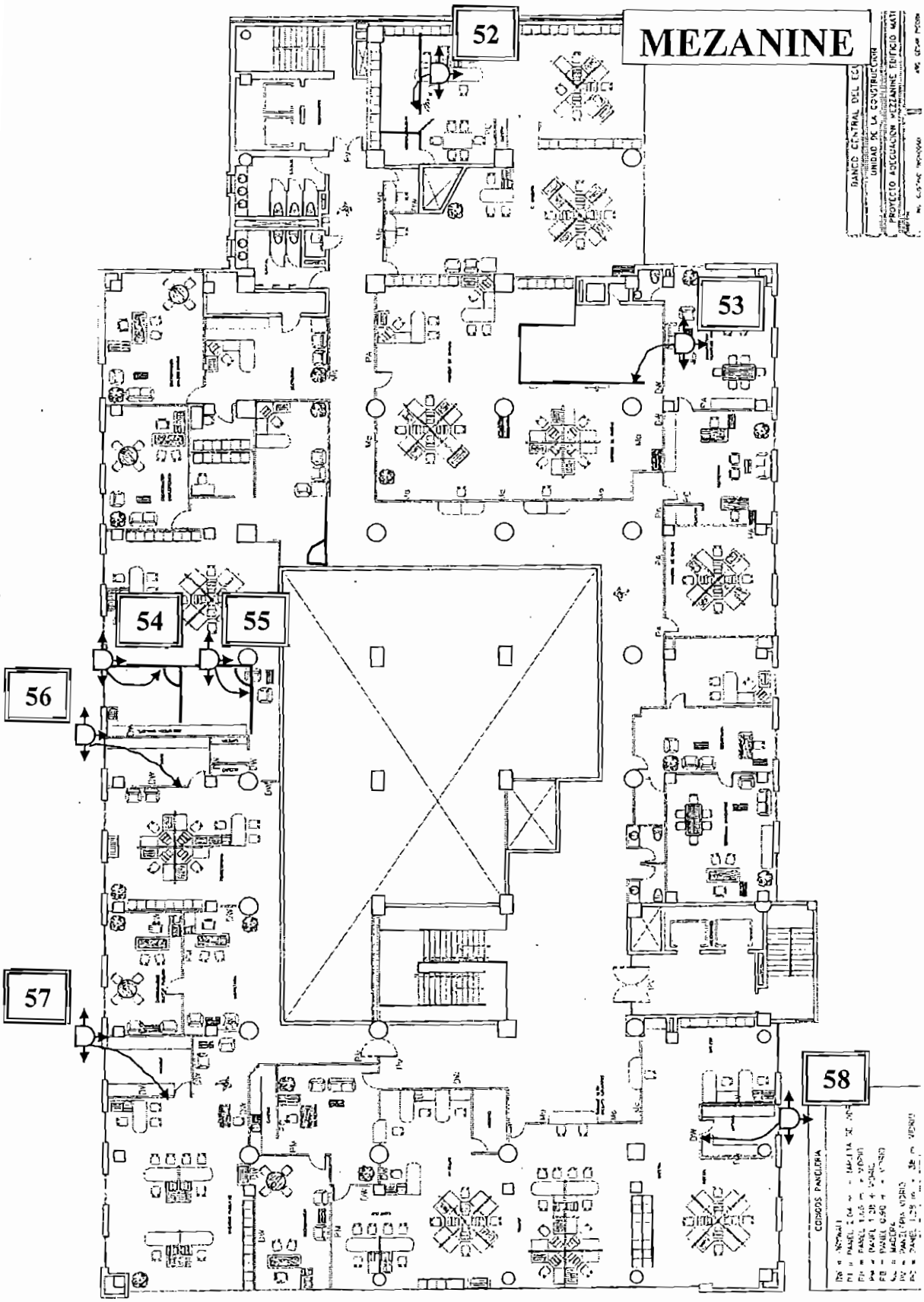
UBICACIÓN DE SENSORES EN EL MEZANINE

Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Numero Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
52	Comercio Ext -Cartas de crédito	Archivo2	2-2x32	128	S-WS
53	Comercio Ext -Cartas de crédito	Archivo1	4-2x32	256	S-WS
54	Dirección Deuda	Cafetería	1-2x32	64	S-WS
55	Dirección Deuda	Archivo1	3-2x32	192	S-WS
56	Sector Público	Archivo2	4-2x32	256	S-WS
57	Sector Público	Archivo1	2-2x32	128	S-WS
58	Adm. Cuentas Sist. Financiero	Archivo2	2-2x32	128	S-WS

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180º	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360º	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200º	OS120



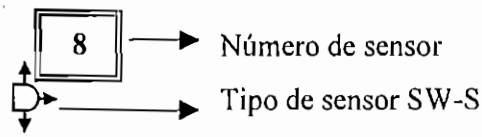


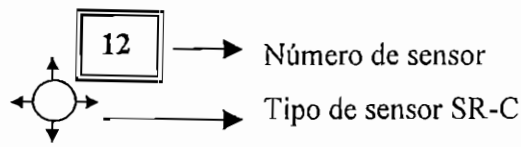

MEZANINE
52
53
54
55
56
57
58

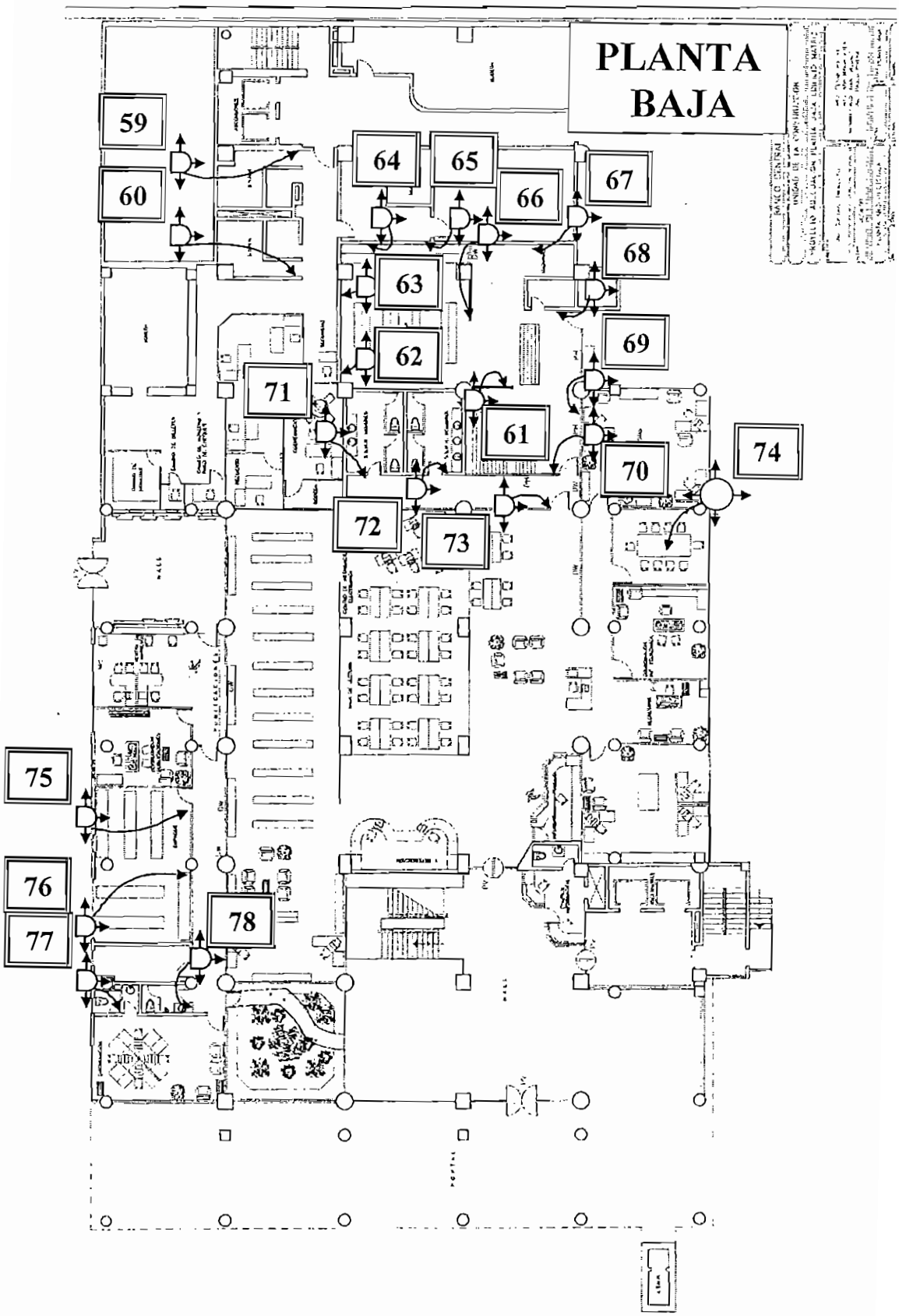
UBICACIÓN DE SENSORES EN LA PLANTA BAJA

Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Numero Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
59	Bóveda	Baño Hombres	3-2x32	192	S-WS
60	Bóveda	Baño Mujeres	3-2x32	192	S-WS
61	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS
62	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS
63	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS
64	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS
65	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS
66	Bodega	Archivo1	6-2x40	480	S-WS
67	Bodega	Archivo2	4-2x32	256	S-WS
68	Bodega	Archivo2	4-2x32	256	S-WS
69	Bodega	Archivo2	4-2x32	256	S-WS
70	Bodega	Archivo2	4-2x32	256	S-WS
71	Entrada a Bodega	Baño Hombres	4-2x40	320	S-WS
72	Entrada a Bodega	Baño Mujeres	4-2x40	320	S-WS
73	Entrada a Bodega	Pasillo	5-2x32	320	S-WS
74	Coord. Informaciones Económicas	Sala Reunión	3-2x32	192	S-RC
75	Distribución de Publicaciones	Bodega	6-2x32	384	S-WS
76	Distribución de Publicaciones	Bodega	6-2x32	384	S-WS
77	Distribución de Publicaciones	Baño Hombres	1-2x32	64	S-WS
78	Distribución de Publicaciones	Baño Mujeres	1-2x32	64	S-WS

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180º	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360º	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200º	OS120



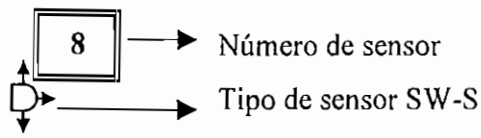


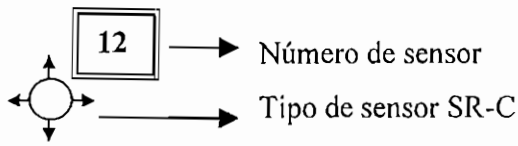

PLANTA BAJA
59
60
64
65
66
67
68
63
62
69
71
61
70
74
72
73
75
76
77
78

UBICACIÓN DE SENSORES EN LA EL PARQUEADERO

Número de Sensor	Departamento	Área a colocarse	Numero Lamp.	Potencia (W)	Tipo De Sensor
79	Nivel 1	Área Central	4-2x40	320	S-WV
80	Nivel 1	Área Central	4-2x40	320	S-WV
81	Nivel 1	Entrada MZ	6-2x40	480	S-WS
82	Nivel 1	Baño Hombres	3-2x40	240	S-WS
83	Nivel 1	Baño Mujeres	4-2x40	320	S-WS
84	Nivel 2	Área Central	4-2x40	320	S-WV
85	Nivel 2	Área Central	4-2x40	320	S-WV
86	Nivel 2	Entrada PB	6-2x40	480	S-WS
87	Nivel 2	Baño Hombres	3-2x40	240	S-WS
88	Nivel 2	Baño Mujeres	4-2x40	320	S-WS
89	Nivel 3	Área Central	4-2x40	320	S-WV
90	Nivel 3	Área Central	4-2x40	320	S-WV
91	Nivel 3	Entrada Subsuelo	6-2x40	480	S-WS
92	Nivel 3	Baño Hombres	4-2x40	320	S-WS
93	Nivel 3	Baño Mujeres	3-2x40	240	S-WS

TIPO	Catalogo No	NOMBRE	Cod L
S-WS	16775	Sensor tipo Interruptor 180º	6800-W
S-RC	6778	Sensor de techo Infrarrojo 360º	ODCOS-L1W
S-H	6777	Sensor de pared	
S-WV	200C	Sensor de pared Infrarrojo 200º	OS120





ANEXO 8

CÁLCULO DEL NUMERO DE LUMINARIAS CON DOS COLORES DIFERENTES DE PARED

DISEÑO DE ALUMBRADO

CALCULO PARA OFICINAS TIPO

			Largo	Ancho	Altura montaje	Nivel de ilumi	Area	Indice de local	Flujo Lam.	COEFICIENTE DE UTILIZACION		Factor mantenimiento	Cálculo del Número de Lámparas =E.A/CU.Fm.Flujo lamp			Periodo de Utilización	Consumo kWh/mes		AHORRO
P	DEPARTAMENTO	Areas ó Departamento	(m)	(m)	(m)	E (lux)	A (m2)	k	(lm)	Pared BLANCO ESMALTE FR = 85%	Pared BEIGE FR=45%	Fm	Pared Color Beige	Pared Color Blanco Esmalte	% Ahorro	h/semana	Pared Color Blanca Esmalte	Pared Color Beige	kWh/mes
9	Direccion Administrativa	Director	7,0	7,0	3	300	49,00	1,17	3000	0,42	0,37	0,80	17	15	11,90%	50	105,946	93,333	12,613
9	Sistemas de Informac	Archivo	8,7	7,3	3	300	63,19	1,32	3000	0,42	0,37	0,80	21	19	11,90%	40	109,302	96,290	13,012
9	Subprocesos de Proy	Div1	6,7	7,0	3	300	47,04	1,14	3000	0,42	0,37	0,80	16	14	11,90%	50	101,708	89,600	12,108
9	Acceso Común	Corredor largo	8,7	7,3	3	300	63,19	1,32	3000	0,42	0,37	0,80	21	19	11,90%	60	163,953	144,435	19,518
9	Direcc. de Recursos I	Of-3	8,1	7,3	3	300	59,11	1,28	3000	0,42	0,37	0,80	20	18	11,90%	50	127,813	112,597	15,216
9	Direcc. de Recursos I	Sala Reunión	7,0	7,0	3	300	49,00	1,17	3000	0,42	0,37	0,80	17	15	11,90%	50	105,946	93,333	12,613
8	Direc.Serv.Financiero	Area Restringida	7,4	3,7	3	300	27,59	0,83	3000	0,30	0,24	0,80	14	11	20,00%	40	73,578	58,863	14,716
8	Direc.Riesgos.Financ	Of-Grande	8,0	6,9	3	300	54,86	1,23	3000	0,42	0,37	0,80	19	16	11,90%	50	118,610	104,490	14,120
8	Direc.Riesgos.Financ	Sala Reunión	8,0	6,9	3	300	54,86	1,23	3000	0,42	0,37	0,80	19	16	11,90%	50	118,610	104,490	14,120
8	Direc.Riesgos.Financ	Director	8,0	6,9	3	300	54,86	1,23	3000	0,42	0,37	0,80	19	16	11,90%	50	118,610	104,490	14,120
8	Direc.Serv.Financiero	Secretaría	5,7	5,7	3	300	32,65	0,95	3000	0,36	0,30	0,80	14	11	16,67%	50	87,075	72,562	14,512
8	Direc.Serv.Financiero	Of-Grande	8,6	8,3	3	300	71,02	1,40	3000	0,47	0,42	0,80	21	19	10,64%	50	135,277	120,886	14,391
8	Direc.Serv.Financiero	Director	5,7	5,7	3	300	32,65	0,95	3000	0,36	0,30	0,80	14	11	16,67%	50	87,075	72,562	14,512
8	Direc.Gen.Bancaria	Of-Director	6,3	6,3	3	300	39,51	1,05	3000	0,36	0,30	0,80	16	14	16,67%	50	105,361	87,800	17,560
8	Direc.Gen.Bancaria	Secretaría	6,3	6,3	3	300	39,51	1,05	3000	0,36	0,30	0,80	16	14	16,67%	50	105,361	87,800	17,560
8	Direc.Gen.Bancaria	Sala Reunión	7,4	6,3	3	300	46,69	1,13	3000	0,42	0,37	0,80	16	14	11,90%	50	100,960	88,941	12,019
8	Direc.Desa.Organizac	Adjunto1	7,4	7,4	3	300	55,18	1,24	3000	0,42	0,37	0,80	19	16	11,90%	40	95,453	84,089	11,363
8	Direc.Desa.Organizac	Sala Reunión	8,6	7,4	3	300	63,67	1,33	3000	0,42	0,37	0,80	22	19	11,90%	50	137,672	121,283	16,390
8	Sub-Gerente General	Secretaría	7,7	4,9	3	300	37,47	0,99	3000	0,36	0,30	0,80	16	13	16,67%	50	99,918	83,265	16,653
8	Sub-Gerente General	Subgerente	8,6	4,9	3	300	41,63	1,03	3000	0,36	0,30	0,80	17	14	16,67%	50	111,020	92,517	18,503
7	Direc.Recu.Finan.y A	Of-grande	10,9	8,0	3	300	86,86	1,54	3000	0,47	0,42	0,80	26	23	10,64%	50	165,442	147,842	17,600
7	Direccion de Inversior	Of-2	11,7	7,1	3	300	83,67	1,48	3000	0,47	0,42	0,80	25	22	10,64%	50	159,378	142,423	16,955
7	Direccion de Inversior	Of-4	7,1	7,1	3	300	51,02	1,19	3000	0,42	0,37	0,80	17	15	11,90%	50	110,314	97,182	13,133
7	Direccion de Inversior	Of-5	7,1	7,1	3	300	51,02	1,19	3000	0,42	0,37	0,80	17	15	11,90%	50	110,314	97,182	13,133
7	Direccion de Inversior	Of-7	10,0	7,1	3	300	71,43	1,39	3000	0,47	0,42	0,80	21	19	10,64%	50	136,054	121,581	14,474
7	Direccion de Inversior	Secretaría	10,0	7,1	3	300	71,43	1,39	3000	0,47	0,42	0,80	21	19	10,64%	50	136,054	121,581	14,474

7	Telefonía	Operadores	6,0	3,7	3	300	22,29	0,76	3000	0,30	0,24	0,80	12	9	20,00%	50	74,286	59,429	14,857
7	Telefonía	Of-Técnico	8,6	3,7	3	300	31,84	0,86	3000	0,30	0,24	0,80	17	13	20,00%	50	106,122	84,898	21,224
7	Telefonía	Central-Telefónica	7,7	3,7	3	300	28,65	0,84	3000	0,30	0,24	0,80	15	12	20,00%	40	76,408	61,127	15,282
6	Direc.General de Est	Secretaría	7,1	6,6	3	300	46,94	1,14	3000	0,42	0,37	0,80	16	14	11,90%	50	101,489	89,407	12,082
6	Direc.General de Est	Sala Reunión	7,1	6,6	3	300	46,94	1,14	3000	0,42	0,37	0,80	16	14	11,90%	50	101,489	89,407	12,082
5	Indicadores Monetari	Sala	7,6	6,7	3	300	50,80	1,19	3000	0,42	0,37	0,80	17	15	11,90%	50	109,845	96,768	13,077
5	Estadísticas Económ	Sala reunión	2,6	6,7	3	300	17,42	0,62	3000	0,21	0,17	0,80	13	10	19,05%	50	81,968	66,355	15,613
5	Direcc.Imagen Corpo	Producción Audiovis	3,0	7,6	3	300	22,86	0,72	3000	0,30	0,24	0,80	12	10	20,00%	50	76,205	60,964	15,241
4	Direc. Informática	Secretaría	6,9	6,9	3	300	47,82	1,15	3000	0,42	0,37	0,80	16	14	11,90%	50	103,398	91,089	12,309
4	Direc. Informática	Of-1	8,8	5,4	3	300	46,93	1,11	3000	0,36	0,30	0,80	20	16	16,67%	50	125,134	104,279	20,856
4	Servicios Informáticos	Div1	10,2	9,3	3	300	94,65	1,62	3000	0,47	0,42	0,80	28	25	10,64%	50	180,281	161,102	19,179
4	Servicios Informáticos	Div2	5,9	5,6	3	300	33,46	0,96	3000	0,36	0,30	0,80	14	12	16,67%	50	89,230	74,358	14,872
4	Servicios Informáticos	Of-4	6,8	6,8	3	300	45,89	1,13	3000	0,42	0,37	0,80	16	14	11,90%	50	99,221	87,409	11,812
4	Centro Seguridad	Of-principal	6,8	6,8	3	300	45,89	1,13	3000	0,42	0,37	0,80	16	14	11,90%	50	99,221	87,409	11,812
3	Serv.Finan."Custodia	Of-principal	8,8	5,7	3	300	50,06	1,15	3000	0,42	0,37	0,80	17	15	11,90%	50	108,228	95,344	12,884
3	Fondo Monet.Interna	Of-1	8,0	4,2	3	300	33,33	0,91	3000	0,36	0,30	0,80	14	12	16,67%	50	88,889	74,074	14,815
3	Fondo Monet.Interna	Of-2	8,0	4,2	3	300	33,33	0,91	3000	0,36	0,30	0,80	14	12	16,67%	50	88,889	74,074	14,815
3	Dirección Auditoría G	Of-6	8,3	5,5	3	300	45,83	1,10	3000	0,36	0,30	0,80	19	16	16,67%	50	122,222	101,852	20,370
3	Dirección Auditoría G	Auditor	11,0	5,5	3	300	60,50	1,22	3000	0,42	0,37	0,80	20	18	11,90%	40	104,649	92,190	12,458
MZ	Adm.Cuentas Sist.Fi	Estados Cuenta	10,8	7,4	3	300	79,35	1,46	3000	0,47	0,42	0,80	24	21	10,64%	60	181,377	162,081	19,295
MZ	Direc.Operaciones In	Secretaría	6,4	6,0	3	300	37,95	1,03	3000	0,36	0,30	0,80	16	13	16,67%	50	101,198	84,332	16,866
MZ	Direc.Operaciones In	Subdirector	8,2	6,0	3	300	48,91	1,15	3000	0,42	0,37	0,80	17	15	11,90%	50	105,757	93,167	12,590
MZ	Comercio Exterior -Ca	Div1	9,4	7,1	3	300	66,26	1,34	3000	0,42	0,37	0,80	22	20	11,90%	50	143,266	126,211	17,056
MZ	Direc.Deuda	Div2	6,8	7,1	3	300	48,19	1,16	3000	0,42	0,37	0,80	16	14	11,90%	50	104,194	91,790	12,404
MZ	Direc.Deuda	Div3	7,1	7,1	3	300	50,20	1,18	3000	0,42	0,37	0,80	17	15	11,90%	50	108,535	95,614	12,921
MZ	Sector Público	Div1	7,7	4,3	3	300	32,53	0,91	3000	0,36	0,30	0,80	14	11	16,67%	50	86,741	72,284	14,457
MZ	Sector Público	Div2	5,4	5,1	3	300	27,47	0,87	3000	0,30	0,24	0,80	14	11	20,00%	50	91,560	73,248	18,312
PB	Archivo y correspond	Of	7,0	7,0	3	300	49,00	1,17	3000	0,42	0,37	0,80	17	15	11,90%	50	105,946	93,333	12,613
PB	Bóveda	Of	7,5	7,5	3	300	56,25	1,25	3000	0,42	0,37	0,80	19	17	11,90%	50	121,622	107,143	14,479
PB	Coord.Informaciones	Analistas	7,5	7,9	3	300	58,93	1,28	3000	0,42	0,37	0,80	20	18	11,90%	45	114,672	101,020	13,651
PB	Distribución de Public	Secretaría	5,3	6,0	3	300	31,80	0,94	3000	0,36	0,30	0,80	13	11	16,67%	50	84,800	70,667	14,133
PB	Distribución de Public	Diagramación	5,3	7,8	3	300	41,36	1,05	3000	0,36	0,30	0,80	17	14	16,67%	50	110,280	91,900	18,380
							2831,74						1015	877	13,94%		6423,930	5555,743	868,187