



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MINATITLÁN

TESIS

**“OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS
SERVICIOS PROPIOS DE LAS SUBESTACIONES DE POTENCIA DE
LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD”**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRO EN:
INGENIERÍA ENERGÉTICA**

PRESENTA:

ING. GUILLERMO MIGUEL MARTÍNEZ RODRÍGUEZ

ASESOR: DR. JUAN JOSÉ AMBRIZ GARCIA.



MINATITLÁN , VERACRUZ, ENERO 2009



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MINATITLAN

TESIS

**“OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS
SERVICIOS PROPIOS DE LAS SUBESTACIONES DE POTENCIA DE
LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD”**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRO EN:
INGENIERÍA ENERGÉTICA**

PRESENTA:

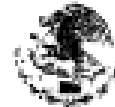
ING. GUILLERMO MIGUEL MARTÍNEZ RODRÍGUEZ

ASESOR: DR. JUAN JOSÉ AMBRIZ GARCIA.



MINATITLÁN , VERACRUZ, ENERO 2009

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MINATITLÁN



"60 Años de Excelencia en Educación Tecnológica"

Minatitlán, Ver., 16/Diciembre /2008
DIV. DE EST. DE POSGRADO E INVEST.
OFICIO No. DEPI-TIT-081-2008

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

**ING. GUILLERMO MIGUEL MARTINEZ RODRIGUEZ,
PRESENTE**

Después de haber satisfecho los requisitos establecidos en el procedimiento académico para obtener el Grado de Maestro en Ingeniería en los Institutos Tecnológicos, y de conformidad con el H. Comité Revisor, es grato autorizarle la impresión de su Tesis:

**"OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS SERVICIOS PROPIOS DE LAS
SUBESTACIONES DE POTENCIA DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD"**

ATENTAMENTE

M.C. MARCIA LORENA HERNANDEZ NIETO
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN



AGRADECIMIENTO

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios por permitirme lograr este sueño tan anhelado.

Mi agradecimiento al Dr. Juan José Ambriz García por su grandioso apoyo siempre tan entusiasta, su motivación y guía para la realización de este trabajo.

Mi agradecimiento al Dr. Roberto Ramírez Mesa por su gran apoyo y la enseñanza hacia mi persona para lograr los estudios de la maestría.

Mi agradecimiento al Instituto Tecnológico de Minatitlan, lugar de enseñanza en el que a través de los estudios realizados me hizo una persona mas competitiva.

Mi agradecimiento a mis profesores que siempre trataron de impartir sus conocimientos hacia mi persona.

Mi agradecimiento a mi empresa que me ha dado tantas satisfacciones a la Comisión Federal de Electricidad por permitir la realización del estudio.

Mi agradecimiento al personal de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos que me apoyaron en todo momento para la realización de este trabajo, al Ing. Rosauro V. Navarro Alegría, Ing. José M. Anzures Huerta, Ing. Adrián Nolasco Ortiz, Ing. Jorge C. Mendoza Romero, Ing. Alfonso Gutiérrez Álvarez.

Mi agradecimiento al Ing. Sebastián Jiménez Jiménez por su valiosa participación en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

DEDICATORIA

Este Trabajo se lo dedico con todo mi amor y cariño a mi familia que me han dado todo su amor, comprensión y apoyo, por el tiempo que no pude estar con ellos para lograr la meta propuesta.

A mi Madre: Maria Elena Rodríguez García.

A mi Padre: Baltasar Martínez Soto.†

A mi Esposa: Migxi Tirado Cabanzo.

A mi Hija: Migxi Mariam Martínez Tirado.

A mi Hijo: Guillermo Martínez Tirado.

RESUMEN

RESUMEN

El proyecto de optimización de consumo de energía eléctrica de los servicios propios de las Subestaciones de potencia de la CFE, se llevo a cabo en la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos, abarcando la subestación; Coatzacoalcos Dos y el edificio de las oficinas generales en la ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz.

El proyecto se inicio en base a las metodologías de diagnósticos energéticos, de la cual se realizo una metodología para el diagnostico a edificios y/o casetas de control de las Subestaciones, se verificaron los consumos de energía eléctrica en las instalaciones apoyados de equipos de medición, se tomaron datos de los parámetros eléctricos con los equipos de medición apropiados, se hicieron levantamientos de las áreas operativas y locales, se realizó el calculo de iluminación, del balance térmico de la edificación y factor de potencia.

Los recursos necesarios para realizar el diagnostico y toma de datos, fueron compartidos entre la CFE y el proponente, y para la realización total de la propuesta del proyecto, se tiene contemplado el apoyo de los programas de ahorro de energía, con instituciones como el PAESE y el FIDE, otra parte se solicitara una partida presupuestal a un nivel superior a la Gerencia Regional de Transmisión Oriente, para la conclusión del proyecto.

A la conclusión del proyecto, se espera obtener un ahorro de energía del 30 % en comparación del consumo actual.

ABSTRAT

ABSTRAT

The project of optimization of the consumption of electric energy from the services of the power sub-stations took place in the Coatzacoalcos transmission sub area; Coatzacoalcos two and the headquarters building in Coatzacoalcos city.

Energetic diagnostic methodologies were considered to start this projects from which a single one was created so as to diagnostic building and/or control station booths of the substations, consumption of electric energy was verified from the installations, this was supported by instrumentations equipment, data were retaken from the electric parameters by the appropriate instrumentation equipment. Surveys were taken in the operational areas and premises, calculation of the lighting from the thermal balance of the building and power factor.

All the resource to do the diagnostic and taking of the data were shared between CFE (Federal Electric Commission) and the proponent and the support of the saving energy programs with organization such as PAESE and FIDE is being considered for the final proposal.

Another part for the project es going to be requested by a financial allotment in a high level to the Regional Management of the East Transmission for the completion of the project.

It is expected to obtain a 30% of energy saving in the completion of the Project compared to the present consumption.

INDICE

INDICE

CONTENIDO	Pag.
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	IV
RESUMEN	VI
ABSTRAC	VIII
INDICE CAPITULOS	X
INTRODUCCIÓN	2
CAPITULO I.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	
1.1 Introducción.....	9
1.2 Ámbito de atención de la Gerencia Regional de Transmisión Oriente.....	10
1.3 Ámbito de atención de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos.....	10
1.4 Instalaciones atendidas por la Subárea Coatzacoalcos.....	11
1.5 Características de las Subestaciones.....	12
1.6 Principales componentes de una subestación eléctrica.....	14
1.7 Estructura organizacional de la Subárea.....	17
1.8 Plan de actividades por las especialidades.....	19
1.9 Obras en proyecto.....	22
CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO.	
2.1 Antecedentes.....	25
2.2 Diagnósticos a Sistemas auxiliares Centrales Termoeléctricas.....	26
2.3 Programas de ahorro de energía en PEMEX Exploración y Producción, Región Sur.....	28
2.4 Programa de ahorro de energía en Cuba.....	30
2.5 Planta Sensores y Controles, Texas Instruments México (Ahorro de energía eléctrica).....	31
2.6 Uso Eficiente de la Energía Eléctrica en el corporativo 3M México.....	33
2.7 Ahorro de Energía Eléctrica en Instituciones Educativas.....	37

2.8 Ahorro de Energía en Bellota México S.A. de C.V.....	40
2.9 Metodología del uso eficiente de energía en instituciones de educación superior: El caso de la Universidad de Campeche.....	44
2.10 NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización).....	48
2.11 NORMA Oficial Mexicana NOM-007-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado de edificios no residenciales.....	55
2.12 NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.....	61
2.13 Diagnósticos Energéticos.....	65
2.14 Auditorias EADC-IAC.....	68
CAPITULO III.- DESARROLLO DE METODOLOGÍA.	
3.1 Metodología de diagnóstico energético.....	72
3.1.1. Solicitud, recuperación y análisis de la información histórica.....	73
3.1.2 Evaluación del impacto del consumo de energéticos en los costos de producción.....	74
3.1.3 Recorrido por la instalación.....	74
3.1.4 Identificación de oportunidades de ahorro.....	76
3.1.5 Planteamiento de la estrategia a seguir.....	78
3.1.6 Instrumentación y medición.....	79
3.1.7 Evaluación del potencial de ahorro.....	79
3.1.8 Consulta de factibilidad de realización de las propuestas.....	80
3.1.9 Desarrollo de las alternativas más atractivas.....	81
3.1.10 Evaluación económica.....	82
3.1.11 Elaboración del informe del diagnóstico.....	84
3.1.12 Manejo de información.....	85
3.2 Análisis del nivel de Iluminación. NOM-025-STPS-1999.....	89
3.3 Acondicionamiento de aire.....	94
3.3.1 Balance térmico de una edificación.....	95
3.3.1.1 Intercambio térmico por muros y techumbre.....	95

3.3.1.2 Contribuciones energéticas por ventanas.....	98
3.3.1.3 Efecto de la ventilación.....	99
3.3.1.4 Ganancia de energías por equipos y ocupantes.....	100
3.3.1.5 Balance general.....	101
3.4 Evaluación energética de motores eléctricos de inducción.....	101
3.4.1 Bases teóricas para realizar la evaluación de las medidas de ahorro de energía.....	104
3.4.2 Factor de Carga.....	105
3.4.3 Eficiencia del motor para las condiciones actuales de operación.....	105
3.4.4 Ajuste por Variación de Voltaje (AVV).....	107
3.4.5 Ajuste por Desbalanceo de Voltaje (ADV).....	108
3.4.6 Ajuste por Reembobinado.....	109
3.4.7 Determinación del consumo de energía del motor al año.....	109
3.4.8 Determinación de los costos de operación del motor al año.....	109
3.4.9 Determinación de los ahorros de energía.....	110
3.4.9.1 Por Sustitución de Motores.....	110
3.4.9.2 Ahorro de Energía por Disminución en el Consumo.....	111
3.4.9.3 Determinación de los ahorros económicos.....	111
3.4.10 determinación de la rentabilidad financiera.....	112
3.5 Mejoramiento del factor de potencia.....	113
3.5.1 Definición de la Potencia Aparente.....	113
3.5.2 Potencia Real o Activa y Potencia Reactiva.....	114
3.5.3 Definición de Factor de Potencia.....	115
3.5.4 Determinación de la capacidad del banco de capacitores.....	117
3.5.4.1 Determinación gráfica del valor del capacitor.....	119
3.5.4.2 Determinación del valor del capacitor por medio de tablas.....	121
3.5.5 Cargos y bonificaciones por factor de potencia.....	121

CAPITULO IV.- DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN LA SUBÁREA DE TRANSMISIÓN COATZACOALCOS.

4.1 Descripción de las instalaciones.....	124
4.2 Definición del proyecto.....	126
4.3 Análisis de la información histórica del consumo de energía.....	127
4.3.1 Facturación de energía eléctrica.....	127
4.3.2 Consumo de energía eléctrica en la SATC año 2006-2007.....	129
4.3.3 Costos de energía eléctrica en la SATC año 2007.....	132
4.3.4 Historial del consumo de energía eléctrica en la Subestación Coatzacoalcos Dos y Oficinas generales.....	134
4.3.5 Descripción del proceso.....	135
4.4 Índices energéticos.....	138
4.5 Recorrido por la Instalación.....	145
4.5.1 Análisis de los sistemas de Iluminación S.E. Coatzacoalcos Dos.....	145
4.5.2 Resumen de los sistemas de Iluminación S.E. Coatzacoalcos Dos.....	165
4.6 Medición de los principales parámetros eléctricos en la Subestación de Servicios Propios.....	170
4.6.1 Análisis de resultados de los principales parámetros eléctricos en la Subestación de Servicios Propios.....	171
4.7 Análisis de los sistemas de iluminación en el edificio de oficinas generales de la Subárea.....	180
4.7.1 Resumen de los niveles de iluminación Edificio Oficinas en Coatzacoalcos.....	195
4.8 Análisis de los sistemas de Aire Acondicionado.....	201

CAPITULO V.- PROPUESTA DE MEJORA.

5.- Evaluación del potencial de ahorro en la Subestación Coatzacoalcos Dos y oficinas generales.....	208
5.1. Subestación Coatzacoalcos Dos.....	208
5.1.1 Identificación de oportunidades de ahorros Subestación Coatzacoalcos Dos.....	212

5.2. Edificio oficinas generales en Coatzacoalcos.....	215
5.2.1 Identificación de oportunidades de ahorros edificio oficinas generales en Coatzacoalcos.....	218
5.3 Desarrollo de las alternativas más atractivas en la Subestación Coatzacoalcos Dos.....	220
5.3.1 Sistema de enfriamiento del Banco de Transformación T-1.....	220
5.3.2 Iluminación área operativa.....	222
5.3.3 Iluminación en casetas de la S.E. Coatzacoalcos Dos.....	230
5.3.4. Iluminación banco de baterías.....	234
5.3.5 Aire acondicionado.	239
5.3.6 Factor de Potencia.	242
5.4 Desarrollo de las alternativas más atractivas en las oficinas generales Coatzacoalcos.....	245
5.4.1. Aire acondicionado.....	245
5.4.2 Iluminación edificio de oficinas generales	258
5.5 Evaluación del ahorro energético en el balance de energía e índices energéticos en las Oficinas generales de la Subárea.....	274
5.6 Evaluación del ahorro energético en el balance de energía e índices energéticos en la Subestación Coatzacoalcos Dos.....	277
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	284
BIBLIOGRAFIA	288
INCIDE DE FIGURAS	
Figura 1.1 Ubicación geográfica de la Subárea Coatzacoalcos.....	11
Figura 1.2 Localización geográfica de la Subárea Coatzacoalcos	12
Figura 3.3.1.2.1.- Factor de ganancia a través de las ventanas.....	98
Figura 3.3.1.3.1.- Factor de incremento del área para aberturas diferentes.....	100
Figura 3.4.4.1 Cambios de las Características Operativas del Motor por Variación de Voltaje.....	107
Figura 3.4.5.1 Ajuste por desbalanceo de voltaje.....	108
Figura 3.4.10.1 Determinación de la Tasa Interna de Retorno.....	113

Figura 3.5.3.1 Diagrama vectorial del triángulo de potencias y corrientes.....	116
Figura . 3.5.4.1.1 Nomograma para el calculo del capacitor.....	120
Figura. 4.2.1 Ubicación de áreas operativas y edificios de la S.E. Coatzacoalcos Dos.....	127
Figura. 4.3.2.1 Consumos de energía eléctrica de la Subárea Coatzacoalcos año 2006.....	130
Figura. 4.3.2.2 Consumos de energía eléctrica de la Subárea Coatzacoalcos año 2007.....	131
Figura. 4.3.2.3 Comparativo de los Consumos de energía eléctrica de la Subárea Coatzacoalcos año 2006- 2007.	132
Figura. 4.3.3.1 Costo de Energía Eléctrica total de la SATC. año 2007.....	133
Figura 4.3.5.1 Diagrama de flujo S.E. Coatzacoalcos Dos.....	137
Figura 4.4.1.- Índice energético de la LT A3350. Energía consumida por unidad de producción en (kWh).....	139
Figura 4.4.2.- Índice energético entrando al bus 115 kV del banco T-1. Energía consumida por unidad de producción en (kWh).....	141
Figura 4.4.3.- Índice energético energía recibida de las Líneas de 115 kV, al bus. Energía consumida por unidad de producción en (kWh).....	142
Figura 4.4.4.- Índice energético energía total consumida por unidad de producción en (kWh). de la oficina Coatzacoalcos (se considera la producción del banco T-1).....	144
Figura 4.5.1.1 Ejemplo de medición de los niveles de iluminación en la caseta de control.....	146
Figura 4.5.1.2. Ejemplo de medición de los niveles de iluminación en el almacén.....	146
Figura. 4.5.1.3 Luxometro (LIGTH METER modelo LX-1108 con capacidad de 200 klux marca LT Lutron).....	147
Figura. 4.5.1.4 Caseta de control con canaleta de lámparas fluorescentes de 2 x 75 W.....	149

Figura. 4.5.1.5 Almacén General con gabinetes de lámparas fluorescentes de 2 x 59 W.....	149
Figura. 4.5.1.6 Medición de los niveles de iluminación Caseta de control S.E. CTS.....	151
Figura. 4.5.1.7 Medición de los niveles de iluminación Almacén general S.E. CTS.....	153
Figura. 4.5.1.8 Medición de los niveles de Iluminación Alojamiento Seguridad Física de la S.E. CTS.....	155
Figura 4.5.1.9. Medición de los niveles de Iluminación Alojamiento personal SEDENA. S.E. CTS.....	157
Figura. 4.5.1.10 Medición de los niveles de iluminación Bodega-Taller de Subestaciones de la S.E. Coatzacoalcos Dos.....	159
Figura. 4.5.1.11 Medición de los niveles de iluminación Alumbrado Perimetral de la S.E. CTS.....	160
Figura. 4.5.1.12 Medición de los niveles de iluminación área operativa 115 kV de la S.E. CTS.....	162
Figura. 4.5.1.13 Medición de los niveles de iluminación área operativa 400 kV de la S.E. CTS.....	163
Figura 4.6.1 Transformador tipo estación de 300 kVA, de los Servicios Propios	170
Figura. 4.6.1.1 Demanda del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008.....	172
Figura. 4.6.1.2 Consumo de energía del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008.....	173
Figura. 4.6.1.3 Voltajes del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008.....	174
Figura. 4.6.1.4 Corrientes del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008.....	176
Figura. 4.6.1.5 Factores de potencia de cada fase y total del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008.	177

Figura. 4.6.1.6 Frecuencia del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008.....	178
Figura 4.7.1. Ejemplo de medición de los niveles de iluminación en el edificio de oficinas generales de la Subárea.....	181
Figura 4.7.2 Pasillo del 1er piso de las oficinas generales lámparas de 2 x 75 W.....	183
Figura. 4.7.3 Medición de los niveles de iluminación en el edificio de la Subárea (Planta baja- estacionamiento).....	184
Figura. 4.7.4 Distribución de luminarias instaladas en el edificio de la Subárea (Primer Piso).....	186
Figura. 4.7.5 Medición de los niveles de iluminación en el edificio de la Subárea (Primer Piso).....	187
Figura. 4.7.6 Distribución de luminarias instaladas en el edificio de la Subárea (Segundo Piso).....	191
Figura. 4.7.7 Medición de los niveles de iluminación en el edificio de la Subárea (Segundo Piso).....	192
Figura. 4.8.1 Ubicación del Sistema de Aire acondicionado en el primer piso de las Oficinas Coatzacoalcos.....	204
Figura. 4.8.2 Ubicación del Sistema de Aire acondicionado en el segundo piso de las Oficinas Coatzacoalcos.....	205
Figura. 4.8.3 Ubicación de las Unidades Condensadoras del sistema de aire acondicionado en la azotea del edificio de oficinas Coatzacoalcos.....	206
Figura 5.1 Área operativa de 400 kV, de la S.E. Coatzacoalcos Dos.....	208
Figura 5.2 (Balance de energía) Watthora eléctricos por la unidad de producción/día.....	208
Figura 5.2.1 Edificio de las oficinas generales de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos.....	216
Figura 5.2.2. (Balance de energía) Watthora eléctricos por la unidad de producción/día.....	217

Figura 5.3.2. Diagrama (Isopiescandela) para el reflector novalite II VSAP 400 W.....	224
Figura 5.3.3. Ubicación de luminarias propuestas área operativa de 115 kV....	225
Figura 5.3.4. Ubicación de luminarias propuestas área operativa de 400 kV....	228
Figura 5.3.4.1. Grafica de factor de degradación.....	236
Figura 5.4.2.1. Pantalla del programa DIALux, editor de locales.....	259
Figura 5.4.2.2. Pantalla del programa DIALux, nombre del local y plan de mantenimiento.....	259
Figura. 5.4.2.3. Pantalla del programa DIALux, vistas planos simbólicos X-Y y en 3D.....	260
Figura. 5.4.2.4. Pantalla del programa DIALux, insertar disposición de luminarias.....	261
Figura. 5.4.2.5. Pantalla del programa DIALux, calcular nivel de iluminación....	261
Figura. 5.4.2.6. Pantalla del programa DIALux, (muestra colores falsos en CAD).....	262
Figura.- 5.4.2.7.- Ubicación de la luminarias (sala de juntas).....	263
Figura.- 5.4.2.8.- Resultados luminotécnicos. (sala de juntas).....	263
Figura.- 5.4.2.9.- Rendering (procesado) en 3D.....	264
Figura 5.4.2.10. Grafica de factor de degradación.....	272
Figura 5.5.1. Comparación balance de energía actual con el propuesto en las oficinas generales.....	275
Figura 5.5.2. Índice energético propuesto en las oficinas generales de la Subárea	277
Figura 5.6.1. Comparación balance de energía actual con el propuesto en la Subestación Coatzacoalcos..	279
Figura 5.6.2. Índice energético propuesto en la Subestación Coatzacoalcos Dos.....	282
INDICE DE TABLAS	
Tabla 1.8.1 Características de Líneas de Transmisión.	20
Tabla 2.10.1 .- Niveles mínimos de iluminación requeridos.....	50

Tabla 2.10.2 .- Características de la reflectancia del pavimento.....	52
Tabla 2.10.3 Valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx).....	53
Tabla 2.10.4 Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida para estacionamientos abiertos.....	53
Tabla 2.10.5 Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida para estacionamientos abiertos.....	54
Tabla 2.11.1 Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA).....	57
Tabla 2.11.2 Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado DPEA) para estacionamientos abiertos.....	58
Tabla 2.12.1 Niveles Mínimos de Iluminación NOM-025-STPS.....	63
Tabla 3.1.12.1 Control de consumos Energéticos Globales.....	86
Tabla 3.1.12.2. Energía consumida por unidad de producción.....	86
Tabla 3.1.12.3 Energía consumida en producción (mensual).....	87
Tabla 3.1.12.4 Consumo de energía eléctrica en iluminación.....	87
Tabla 3.1.12.5 Censo de carga de motores eléctricos.....	88
Tabla 3.1.12.6 Censo de equipo de aire comprimido.....	88
Tabla 3.2.1 Relación entre el índice de área y el número de zonas de medición.....	90
Tablas 3.2.2 Niveles máximos permisibles del factor de reflexión K_f	92
Tabla 3.2.3 de registro de datos de luxes.....	93
Tabla 3.3.1.4.1.- Ganancias de energía debidas a los ocupantes.....	101
Tabla 3.5.4.2.1. Mejora del factor de potencia.....	121
Tabla 4.1.1 Edificios de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos.....	124
Tabla 4.3.4.1 Historial de la facturación S.E Coatzacoalcos Dos Año 2007.....	134
Tabla 4.3.4.2 Historial de la facturación Oficinas Coatzacoalcos Año 2007.....	135
Tabla 4.4.1.- Relación de (mWh) entrando y saliendo de la LT A3350.....	138
Tabla 4.4.2.- Relación de (mWh) entrando al banco de transformación.....	140
Tabla 4.4.3.- Relación de (mWh) entrando al bus de 115 kV.....	142
Tabla 4.4.4.- Relación de índice energético de las oficinas de Coatzacoalcos..	143
Tabla. 4.4.5. Resumen global índices energéticos Se Coatzacoalcos Dos.....	144

Tabla 4.5.1.1. Levantamiento de Iluminación, Caseta de Control de la S.E. CTS.....	152
Tabla 4.5.1.2. Levantamiento de Iluminación Almacén General de la S.E. CTS.	154
Tabla 4.5.1.3. Levantamiento de Iluminación Alojamiento Seguridad Física de la S.E. CTS.....	156
Tabla 4.5.1.4. Levantamiento de Iluminación Alojamiento Sedena de la S.E. CTS.....	158
Tabla 4.5.1.5. Levantamiento de Iluminación Bodega-Taller de Subestaciones de la S.E. CTS.....	159
Tabla 4.5.1.6. Levantamiento de Iluminación Alumbrado Perimetral de la S.E. CTS.....	161
Tabla 4.5.1.7. Consumo de energía eléctrica en iluminación (estado actual) área de 115 kV de la S.E. CTS.....	162
Tabla 4.5.1.8. Estado actual del Consumo de energía eléctrica en iluminación área de 400 kV de la S.E. CTS.....	164
Tabla. 4.5.2.1 Niveles de iluminación promedio cubículos de la caseta de control.....	165
Tabla. 4.5.2.2 Niveles de iluminación promedio Almacén general.....	167
Tabla. 4.5.2.3 Niveles de iluminación promedio Alojamiento Seguridad Física...	168
Tabla. 4.5.2.4 Niveles de iluminación promedio Bodega-Taller de Subestaciones.....	168
Tabla. 4.5.2.5 Niveles de iluminación promedio Alojamiento Sedena de la S.E. Coatzacoalcos Dos.....	169
Tabla. 4.5.2.6 Niveles de iluminación promedio Alumbrado perimetral de la S.E. Coatzacoalcos Dos de la SATC.....	169
Tabla 4.7.1. Levantamiento de Iluminación Edificio de la Subárea (Planta baja y estacionamiento).....	185
Tabla 4.7.2. Levantamiento de Iluminación Edificio de la Subárea (Primer piso).	188
Tabla 4.7.2-1. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Primer piso).....	189

Tabla 4.7.2-2. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Primer piso).....	190
Tabla 4.7.3. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Segundo piso).....	193
Tabla 4.7.3-1. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Segundo piso).....	194
Tabla 4.7.4. Levantamiento de Iluminación edificio de la Subárea (azotea).....	194
Tabla 4.7.1.1 Levantamiento de Iluminación edificio de la Subárea (Planta baja).....	195
Tabla. 4.7.1.2. Niveles de iluminación promedio edificio oficinas generales primer piso.....	196
Tabla. 4.7.1.3 Niveles de iluminación promedio edificio oficinas generales segundo piso.....	198
Tabla. 4.7.1.4. Niveles de iluminación promedio edificio oficinas generales azotea.....	200
Tabla. 4.8.1 Inventario de equipos de aire acondicionado S.E CTS.....	201
Tabla. 4.8.2 Inventario de equipos de aire acondicionado Oficinas Coatzacoalcos.....	203
Tabla 5.1 Resumen de los equipos instalados y porcentajes de consumos eléctricos en los Servicios propios de la S.E. Coatzacoalcos.....	210
Tabla 5.2.1 Resumen de los equipos instalados y porcentajes de consumos eléctricos en el transformador de las oficinas generales en Coatzacoalcos.....	217
Tabla. 5.3.1.1 Situación actual sistema de enfriamiento del Banco T-1.....	221
Tabla. 5.3.1.2 Propuesta como acción inmediata temporal del sistema de enfriamiento del Banco T-1.....	221
Tabla. 5.3.1.3. Ahorros de energía grupo del sistema de enfriamiento del Banco T-1.....	221
Tabla. 5.3.1.4. Consumos de energía y costos por cada grupo del sistema de enfriamiento del Banco T-1.....	222

Tabla. 5.3.2.1 Propuesta de iluminación del área de 115 kV S.E. Coatzacoalcos Dos.....	226
Tabla. 5.3.2.2 Propuesta de iluminación del área de 400 kV S.E. Coatzacoalcos Dos.....	229
Tabla. 5.3.2.3. Evaluación instalación de iluminación áreas operativas S.E. CTS.....	229
Tabla. 5.3.2.4. Evaluación de la iluminación operando normalmente en las áreas operativas S.E. CTS.....	230
Tabla. 5.3.2.5. Ahorros de energía y económicos de iluminación áreas operativas S.E. CTS.....	230
Tabla. 5.3.3.1. Situación actual del sistema de iluminación casetas de la S.E. CTS.....	231
Tabla. 5.3.3.2. Situación propuesta del sistema de iluminación casetas de la S.E. CTS.....	232
Tabla. 5.3.3.3. Ahorros de energía y económicos del sistema de iluminación casetas de la S.E. CTS.....	233
Tabla 5.3.4.1 Coeficiente de utilización.....	235
Tabla. 5.3.4.2. Situación actual iluminación local del banco de baterías de la S.E. CTS.....	238
Tabla. 5.3.4.3. Situación propuesta iluminación local del banco de baterías de la S.E. CTS.....	239
Tabla. 5.3.4.4. Ahorros de energía y económicos iluminación local del banco de baterías de la S.E. CTS.....	239
Tabla 5.3.5.1 Relación de la capacidad necesaria de aire acondicionado para locales SE CTS.....	240
Tabla. 5.3.5.2. Situación actual del sistema de aire acondicionado en las casetas de la S.E. CTS.....	241
Tabla. 5.3.5.3. Situación propuesta del sistema de aire acondicionado en las casetas de la S.E. CTS.....	241

Tabla. 5.3.5.4. Ahorros de energía y económicos de sistema de aire acondicionado en las casetas de la S.E. CTS.....	242
Tabla. 5.3.6.1.- Mediciones del medidor (OPH) de la S.E. Coatzacoalcos Dos.	243
Tabla 5.4.1.1 Relación de la capacidad necesaria de aire acondicionado de los cubículos del edificio de las oficinas generales.....	252
Tabla. 5.4.1.2. Situación actual del sistema de aire acondicionado en las oficinas generales de la Subárea.....	255
Tabla. 5.4.1.3. Situación propuesta del sistema de aire acondicionado en las oficinas generales de la Subárea.....	256
Tabla. 5.4.1.4. Ahorros de energía y económicos de sistema de aire acondicionado en las oficinas generales de la Subárea.....	257
Tabla 5.4.2.1. Relación de lámparas a instalar de LED's en el 1er piso oficinas generales de la Subárea.....	265
Tabla 5.4.2.2. relación de lámparas a instalar de LED's en el 2do piso oficinas generales oficinas de la Subárea.....	266
Tabla. 5.4.2.3. Situación actual del sistema de iluminación de las generales oficinas de la Subárea.....	267
Tabla. 5.4.2.4. Situación propuesta del sistema de iluminación de las generales oficinas de la Subárea.....	268
Tabla. 5.4.2.5. Ahorros de energía y económicos del sistema de iluminación de las generales oficinas de la Subárea.....	268
Tabla 5.4.2.6 Coeficiente de utilización.....	271
Tabla 5.5.1. Comparación balance de energía actual vs propuesta de mejora oficinas generales.....	274
Tabla 5.5.2. Ahorros de energía y económicos en las oficinas generales de la Subárea.....	275
Tabla 5.5.3. Ahorros en demanda y económicos en las oficinas generales de la Subárea.....	276
Tabla 5.6.1. Comparación balance de energía actual vs propuesta de mejora oficinas generales.....	278

Tabla 5.6.2. Ahorros de energía y económicos en la Subestación Coatzacoalcos Dos.....	279
Tabla 5.6.3. Ahorros en demanda y económicos en la Subestación Coatzacoalcos Dos.....	280
Tabla 5.6.4. Ahorros en demanda y económicos en la Subestación Coatzacoalcos Dos. (con inversión).	280
Tabla 5.6.5 Índices energéticos propuestos.....	283

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La Comisión Federal de Electricidad tiene el interés de superarse y ser más eficiente y competitiva mejorando sus índices energéticos; el uso racional de la energía eléctrica. La CFE contempla optimizar energéticamente sus procesos y métodos de producción o los servicios que ofrece mediante la aplicación de mejores hábitos de consumo, técnicas y equipos más avanzados y la actualización de sistemas operativos y organizacionales orientados a reducir el consumo y la demanda de energía eléctrica.

Con el estudio se pretende plantear una metodología para reducir el consumo de energía eléctrica en todos sus parámetros, en los servicios propios de las subestaciones eléctricas de potencia de CFE. Validar la metodología aplicándola a las subestaciones y edificios perteneciente a la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos de CFE. Se analizará la operación eficiente de los equipos instalados, verificando las condiciones adecuadas de operación.

Del estudio realizado se propondrán mejoras para efficientar el consumo de energía y como consecuencia minimizar el índice de consumo de la Subárea de Transmisión. Con la realización del proyecto mencionado se contará con la información necesaria para instalar equipos más eficientes en lugares donde con base en el estudio se considere necesario, así como proponer mejoras de operación en los equipos instalados y alcanzar el ahorro económico.

El objetivo general del proyecto de tesis es: Desarrollar e implementar una metodología que permita optimizar los consumos eléctricos en las Subestaciones de Potencia partiendo de la aplicación de las normativas existentes para ello. Los objetivos particulares son:

1. Evaluar el consumo actual de energía y la operación de los equipos instalados en los servicios propios.
2. Analizar y reducir el índice (kWh/m^2) de consumo de energía eléctrica.
3. Analizar la demanda máxima en kW , la energía consumida en kWh y mejorar el factor de potencia.
4. Realizar un estudio de factibilidad para comprobar el beneficio en el consumo eléctrico.

El problema científico al que obedece en la Subárea de Transmisión se tienen índices que reflejan el alto consumo de energía eléctrica; se elaborará una metodología que permita evaluar los equipos instalados en los servicios propios, desde la toma de datos, como temperatura, cargas térmicas, para verificar el funcionamiento de los aires acondicionados, se verificarán parámetros de factor de potencia, voltajes y corrientes. Este estudio servirá a la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos, para el cumplimiento de su Política en donde se encuentra declarado prevenir la contaminación, cumplir con la legislación, reglamentación y otros requisitos aplicables, y mejorar continuamente la eficacia del sistema de Gestión Integral Corporativo.

Las preguntas de investigación son:

1. ¿ Qué porcentaje del consumo de energía actual representará la propuesta de mejora?
2. ¿Cuál será el costo beneficio de la inversión?
3. ¿ Cual será la variación de voltaje y corriente que se tiene en los equipos?
4. ¿ Cual es la variación que se tiene de Factor de Potencia?.

La justificación y viabilidad técnica económica y social. La Comisión Federal de Electricidad dentro de su Misión, tiene implementado contribuir con el ahorro de energía apoyado de otros organismos para el logro de este programa. Se tiene

previsto impulsar el desarrollo sustentable utilizando los recursos naturales para la mejora continua de la calidad de vida de la humanidad.

Análisis ecológico e impacto ambiental del proyecto tiene como finalidad reducir el consumo de energía y con esto disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera, que contribuyen a los gases de efecto invernadero, con la sustitución de equipos de mayor duración y más eficientes se prevé impactar menos el ambiente

Hipótesis científica y forma en que se probará la misma.

H1: Con el aprovechamiento de la energía, (kW) demanda máxima y (KWh) energía consumida en los servicios propios se obtendrá un ahorro hasta de 30% del consumo actual, mediante la propuesta de mejora.

H2: El costo de inversión del proyecto podrá ser recuperado durante los primeros 10 meses de que se concluya el proyecto.

H3: El factor de potencia se mantendrá arriba del 90%.

H4.: Los valores de corriente y voltaje se mantendrán en el porcentaje permitido.

La definición de variables de investigación son las siguientes:

1. La energía consumida kWh y la demanda máxima kW en los servicios propios como variables independientes cuantitativas, se obtendrá a través de instrumentos de medición y el costo de ahorro energético (\$/kWh) y (\$/kW) como variables dependientes cualitativas.
2. El costo del ahorro energético (\$/kWh) y (\$/kW), como variables independientes cuantitativas y la tasa (\$/mes) de la recuperación de la inversión como variable dependiente cuantitativa.
3. El factor de potencia mayor de 90% en los equipos instalados como variable independiente se obtendrá del costo de inversión.
4. El mejoramiento de la corriente (I) y el voltaje (V) en el equipo como variable dependiente se obtendrá a través del costo (\$) de la inversión del equipo, como variable independiente.

El tipo de estudio que se va realizar es de investigación descriptiva.- Se verificará el funcionamiento óptimo de los equipos eléctricos conectados a los servicios propios, considerando su capacidad y se estudiarán propuestas de mejora.

La forma de recopilación de datos; se tomarán datos de los instrumentos de medición del equipo instalado, amperímetros, se solicitará información adicional de los parámetros energéticos de los medidores digitales, se efectuarán mediciones directas a los equipos con instrumentos de medición, se solicitarán lecturas e histogramas del consumo de energía.

El costo de la investigación; se solicitará apoyo de recursos humanos, financieros y equipos para realizar la investigación. (Se estima que el costo total del estudio sea de \$ 138,000.00.

- 1.- Luxómetro \$ 3000.00
 - 2.- Termómetros \$ 3000.00
 - 3.- Medidores de velocidad del aire. \$ 4000.00
 - 4.- Analizador digital de redes \$ 4000.00
 - 5.- Horas-Hombre 1200 X \$65.00 = \$ 78,000.00 anual.
 - 6.- Gasolina (vales de CFE) \$ 24, 000.00
 - 7.- Peajes (por cuenta CFE) \$ 12,000.00
 - 8.- Equipo de medición OPH, Omnipotencihorimetro, instalado en CFE.
 - 9.- Computadora.- \$ 10,000.00
 - 10.- Vehículo Oficial de CFE para el traslado a las instalaciones.
- Estos costos serán cubiertos parcialmente por CFE y por el proponente.

El presente trabajo se conforma de cinco capítulos y muestra una estructura en la que puede seguirse la evolución de la investigación misma.

El Capítulo I explica las funciones de la red troncal del Sistema Eléctrico Nacional, la estructura organizacional a partir de la Subdirección de transmisión de la CFE, también se describen las subestaciones y líneas de transmisión atendidas por la Subárea Coatzacoalcos, Además, se hace una descripción de las especialidades que intervienen para el proceso de transmisión, así como los principales componentes de una Subestación, más los nuevos proyectos de ampliación en beneficio de la Subárea.

El Capítulo 2 hace una descripción de los programas de ahorro de energía implementados en distintas empresas, se explican los resultados obtenidos, se mencionan los aspectos teóricos indicados de las Normas aplicables a la eficiencia energética, se describe la metodología para realizar diagnósticos energéticos.

El Capítulo 3 describe los pasos a seguir para realizar una auditoria energética a una instalación, desde la definición del alcance del diagnostico hasta la utilidad de formatos para ello, del mismo modo se evaluarán los niveles de iluminación del centro de trabajo comparándolos con los valores mínimos establecidos, también se describe el balance térmico de la edificación y verificar el funcionamiento de sistema de aire acondicionado, se describe la metodología para realizar la evaluación energética de un motor de inducción, de igual manera se describen las formas para mejorar el factor de potencia, incluyendo los beneficios técnicos-económicos.

El Capítulo 4 se analiza la información histórica del consumo de energía de la empresa, se proponen índices energéticos con los costos de producción, se realiza el recorrido por la Subestación Coatzacoalcos Dos y Oficinas generales en Coatzacoalcos, se toman datos en campo con equipo de medición y tiempos de operación de los equipos instalados, se actualizaron los planos de algunos edificios y áreas operativas, se analiza el resultado de los parámetros eléctricos tomados a la llegada de los servicios propios en la Subestación Coatzacoalcos Dos, se realiza el levantamiento del equipo de aire acondicionado en las instalación y se actualizan el sistema de aire acondicionado en las Oficinas generales en Coatzacoalcos.

El Capítulo 5 se identifican oportunidades de ahorro y se realizan los balances de energía en la Subestación Coatzacoalcos Dos y las Oficinas Generales de la Subárea, se proponen acciones inmediatas de ahorro en la subestación Coatzacoalcos Dos, se realizaron los cálculos de iluminación exterior en áreas operativas de 400 y 115 kV, e interior en el local de las baterías , se realizan propuestas técnico económicas en los aires acondicionados e iluminación, también se propone mejorar el factor de potencia de la Subestación. en las oficinas generales se realizó el balance térmico de la edificación del edificio se proponen cambio de equipos, se propone el cambio de lámparas fluorescentes a lámparas de LED, apoyado en los cálculos del nivel de iluminación con un programa, también se realizó el calculo de iluminación para el estacionamiento, se presentan propuestas de índices energéticos y balances de energía con las propuestas de ahorro.

CAPITULO I

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1 Introducción

Una Subárea de Transmisión y Transformación opera lo que se conoce en la industria eléctrica como red de transmisión de potencia; considera los niveles de tensión de 400 y 230 kV, cubre un área geográfica y está conformado por Líneas de Transmisión y Subestaciones.

Las Líneas de Transmisión de Potencia conducen la electricidad desde las centrales generadoras hasta las Subestaciones de Transmisión, para llevarla a los puntos de entrega con Distribución. Las líneas áreas son un elemento del sistema de potencia, los conductores están suspendidos de la torres y aislados de ella y de los demás conductores a través de los aisladores, el tipo de conductor es de aluminio ACSR, consiste en un núcleo central (alma) de acero y rodeado por capas de hilos de aluminio.

Para mejorar la transmisión de esta energía a lo largo de grandes distancias, la tensión de traslado tiene que ser muy elevada; por ello las líneas operan a voltajes de 400 y 230 kV.

Las subestaciones son la componente de los sistemas de potencia en donde la transformación es el proceso que permite cambiar las características de la electricidad (voltaje y corriente) y sirven de punto de interconexión para facilitar la transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Las líneas y subestaciones están interconectadas entre sí, lo que permite intercambios instantáneos de energía para la operación eficiente del Sistema Eléctrico Nacional. Se controla por medio del Centro Nacional de Control de Energía, de este modo, es posible atender a cualquier hora y en cualquier punto la demanda de electricidad de los usuarios en el país.

1.2 Ámbito de atención de la Gerencia Regional de Transmisión Oriente.

En nuestro país, la Comisión Federal de Electricidad opera el sistema de transmisión de energía, mediante 7 Gerencias Regionales de Transmisión; una de ellas, la Gerencia Regional de Transmisión Oriente, se extiende a lo largo del golfo de México, y abarca desde el sur de Tamaulipas, atraviesa el estado de Veracruz hasta la Venta, Tabasco, junto con algunas porciones de los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Oaxaca. Las oficinas generales están ubicadas en la ciudad de Veracruz, y de la misma manera esta formada por 7 Subáreas de Transmisión, cada una de estas Subáreas, atiende subestaciones eléctricas de potencia parecidas en tipo, voltaje y capacidad; la Subárea Tampico atiende 9, la Subárea Poza Rica atiende 5, la Subárea Xalapa atiende 4, la Subárea Veracruz atiende 4, la Subárea Cordoba atiende 2, la Subárea Temascal atiende 4 y la Subárea Coatzacoalcos atiende 4, teniendo la Gerencia Regional de Transmisión Oriente un total de 32 subestaciones eléctricas de Potencia.

1.3 Ámbito de atención de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos.

La Subárea de Transmisión y Transformación Coatzacoalcos comprende desde la población de Lerdo de Tejada, Veracruz, hasta La Venta, Tabasco; sus oficinas centrales se localizan en las ciudades de Coatzacoalcos y Acayucan, Ver. Su función principal es el transporte y transformación de la energía eléctrica de 400, a 230 y 115 KV, en la zona geográfica del sur del estado veracruzano. Abastece del fluido eléctrico en 115 kv, a los complejos petroleros de Pajaritos, La Cangrejera, Cosoleacaque, la refinería Lázaro Cárdenas en Minatitlán, empresas como Cloro de Tehuantepec, Celanese, las ciudades de La Venta, Agua Dulce, S.E. Teapa, las Choapas, Acayucan y la S.E. Chinameca Dos, en 230 KV, abastece a Juchitán, Oaxaca.

Figura 1.2.- Localización geográfica de la Subárea.



1.5 Características de las Subestaciones.

La subestación eléctrica Coatzacoalcos Dos se encuentra localizada en la carretera Nanchital-Moloacan Km 21, Col. El Arenal, Municipio de Moloacan. Ver; comenzó a operar en el año 1983, su clasificación de acuerdo a su función es una subestación reductora, de tipo intemperie, cuenta con 1 transformador monofásico con una capacidad de 375 MVA, opera con una relación de transformación de 400,115 y 13.8 kV, cuenta con 2 Líneas de 400 kV, se recibe energía de Mal Paso dos por la Línea CTS-A3250-MPD, que se interconecta con la Línea CTS-A3350-MID a la S.E. Minatitlán Dos, tiene un banco de capacitores paralelo en 115 kV, y 8 Líneas de 115 kV, para abastecer a la industria petroquímica de la región y a la zona urbana de varias ciudades. Como algunas de las acciones emprendidas para el medio ambiente

se encuentra en proceso los planes de acción para la certificación en Industria Limpia en esta Subestación.

La subestación eléctrica Minatitlán Dos se encuentra localizada en la carretera Nanchital-Ixhuatlan Km 9, Municipio de Ixhuatlan del Sureste, Ver.; comenzó a operar en el año 1968, se clasifica de acuerdo a su función como una subestación reductora, del tipo intemperie, actualmente cuenta con 2 transformadores de potencia monofásicos, con una capacidad de 450 MVA, opera con una relación de transformación e 400,115 y 13.8 kV, a la llegada cuenta con 3 Líneas de 400 kV, se recibe energía con 2 líneas de la S.E. Mal Paso Dos MID-A3160-MPD y MID-A3060-MPD, y una de la S.E. Coatzacoalcos Dos CTS-A3350-MID, se interconecta con la S.E. Temascal Dos, a través de la Línea, MID-A3360-TMD y con la S.E. Chinameca Potencia por la línea MID-A3T10-CHM, 9 líneas de 115 kV, y un banco de capacitores paralelo en 115 kV.

La subestación eléctrica Chinameca Potencia, se encuentra localizada en el camino vecinal a Vieja Bellavista Km. 1, Municipio de Chinameca, Ver., Comenzó a operar en el año 1999, su clasificación de acuerdo a su función es una subestación reductora, de tipo intemperie, cuenta 1 transformador monofásico con una capacidad de 375 MVA, opera con una relación de transformación de 400,115 y 13.8 kV, cuenta con 2 líneas de 400 Kv, se recibe energía de la S.E. Minatitlán Dos por la línea MID-A3T10-CHM, y con la línea CHM-A3260-TMD se interconecta a la S.E. Temascal Dos, tiene un banco de capacitores paralelo en 115 kV, y 7 Líneas de 115 kV, para abastecer a la industria petroquímica de la región y a la zona urbana de la ciudad de Minatitlán, Acayucan y S.E. Chinameca Dos. Esta Subestación, desde el año 2005, se encuentra certificada como Industria Limpia, por parte de la PROFEPA.

La subestación eléctrica El Juile se encuentra localizada en la carretera Transistmica tramo Acayucan-Matías Romero Km. 29, Municipio de San Juan Evangelista, Ver. Comenzó a operar en el año 1980, su clasificación de acuerdo a su función es una

subestación reductora, de tipo intertemperie, cuenta con 1 transformador monofásico con una capacidad de 225 MVA, opera con una relación de transformación de 400, 230 y 13.8 kV, cuenta con 3 líneas de 400 kV, se recibe energía de la generadora de Mariano Moreno Torres a través de las líneas JUI-A3140-MMT, JUI-A3040-MMT y JUI-A3T90-MMT, se interconecta con la S.E. Temascal Dos por medio de la línea JUI-A3340-TMT, y con la Cerro de Oro, por medio de las líneas JUI-A3U10-EDO y JUI-A3U10-EDO, cuenta con 3 reactores en 400 kV, 3 bancos de capacitores serie en 400 kV, 2 líneas de 230 KV, JUI-93950-JUD y JUI-93000-JUD, para abastecer a la S.E. Juchitán dos, al Istmo de Tehuantepec, industria petroquímica de la región y a la zona urbana de varias ciudades. Como algunas de las acciones emprendidas para contribuir en el medio ambiente, se encuentra en proceso los planes de acción para la certificación en Industria Limpia en esta Subestación.

1.6 Principales componentes de una subestación eléctrica.

-Transformador de potencia.-

-Interruptores de potencia.- Es un dispositivo cuya función consiste en interrumpir y restablecer la conducción de corriente en un circuito. Esta interrupción se puede efectuar bajo condiciones normales o de falla, se denominan en general aparatos de corte.

-Cuchillas desconectadotas.- Su función es la de desconectar, su operación en alta tensión es sin carga y en ningún caso pueden desconectar corrientes de corto circuito. Las dimensiones y características de ellas dependen del circuito y subestación en donde serán colocadas. En muchas instalaciones modernas su accionamiento se efectúa a distancia a través de motores. Las hay también de accionamiento manual en grupo o individual con ayuda de pértigas.

-Cuchillas de puesta a tierra.- Este tipo de cuchilla es utilizada en líneas de transmisión. Su función es aterrizar la línea cuando es abierta para efectuar algún

trabajo de mantenimiento en muerto. Su operación es siempre manual y cuenta con bloqueos mecánicos para no poder cerradas en caso de que las cuchillas desconectadoras del lado de la línea se encuentren cerradas.

-Transformadores de instrumento (de potencial y de corriente).- Los esquemas de protección y medición son accionados por corriente y tensión suministradas por los transformadores de instrumento (corriente y Potencial). Estos transformadores proporcionan aislamiento a los equipos de protección y medición, alimentándolos con magnitudes proporcionales a aquellas que circulan en el circuito de potencia, pero lo suficientemente reducidas en magnitud para que estos equipos de protección y medición sean fabricados pequeños y no costosos.

Un transformador de potencial su propósito es proporcionar una imagen con el mismo ángulo de tensión existente en el circuito de potencia conectado. Hay básicamente dos tipos: Transformador de potencial inductivo y dispositivo de potencial capacitivo.

- Transformadores de corriente.- Su propósito es proporcionar una imagen en magnitud de la corriente, que circula en el circuito de potencia. Esta señal de corriente es requerida para la medición de corriente y energía, alimentación a sistemas de protección y sistemas de control y registradores. Los hay construidos tipo pedestal dentro de un receptáculo aislante de porcelana o pasta epoxiglass, tienen un núcleo toroidal.

-Apartarrayos.- Son aparatos automáticos conectados entre fase y tierra, destinados a proteger las instalaciones contra las sobretensiones de origen atmosférico o producidas por maniobras. Deben ser instalados en la proximidad de los equipos o instalaciones a proteger. Cuando operan, conducen a tierra las ondas de tensión, aunque existen muchos tipos, todos tienen como base dos electrodos que al operar ponen en comunicación la línea con la tierra a través de una resistencia.

-Barras colectoras.- Es elemento físico en donde se interconectan las líneas de transmisión, generadores, transformadores de potencia, etc. Para distribuir la energía eléctrica. Las barras pueden ser huecas o sólidas. En alta tensión se acostumbre usar barras del mismo material que el conductor de las líneas de transmisión, pudiendo ser cada fase de uno o dos conductores.

-Aisladores y herrajes.- Se dispone en CFE de una amplia variedad de dispositivos llamados herrajes para agrupar conductores, sujetar conductores a las cadenas de aisladores y acoplar dichas cadenas a las crucetas o estructuras de soporte, la mayoría de los herrajes terminales para líneas y torres, se fabrican con hierro dúctil galvanizado por inmersión en caliente, también se dispone de dispositivos terminales de acero forjado. Los aisladores son para soportar o sostener los conductores, así como para dar la distancia dieléctrica (de fuga), adecuada para cada voltaje y nivel de contaminación se utilizan aisladores. Los materiales más utilizados en la fabricación de aisladores son; porcelana, vidrio y material sintético (polimérico).

-Red de tierras.- La red e tierras en la subestaciones es usan de las principales herramientas para la protección contra sobretensiones. A ella se conectan los neutros de los aparatos, las bayonetas, los cables de guarda, las estructuras metálicas, los tanques y todas aquellas otras partes metálicas que deben estar a potencial de tierra.

-Servicios propios.- Dentro de las subestaciones hay equipos auxiliares que requieren para su funcionamiento de corriente alterna o directa, tal es el caso de motores, ventiladores, sistemas de iluminación, sistemas de refrigeración, cargadores de baterías, señalización de estados, control para cierre y apertura de interruptores, etc.

La alimentación a estos equipos, en el caso de corriente alterna, es provista por varias fuentes tales como: terciarios de los transformadores de potencia, circuitos de distribución y plantas diesel de emergencia. Para la alimentación de corriente directa se utilizan bancos de baterías.

-Líneas de Transmisión.- Una línea de transmisión es la que se encarga de transportar la energía desde una subestación elevadora hasta una subestación reductora o de enlace. Es aquella que está constituida por conductores desnudos o aislados, tendidos en espacios abiertos(claros) y que están soportados por estructuras o postes, con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

- Estructuras soporte.
- Sistemas de alimentación de corriente directa y alterna.
- Sistemas de protección, control, señalización y medición.
- Sistemas de control supervisorio.
- Trincheras, ductos y drenajes.
- Alumbrado normal y de emergencia.
- Trampas de ondas.-

Adicional a lo anterior algunas subestaciones pueden tener:

- Sistemas de aire comprimido.
- Planta de emergencia.
- Reactores.
- Capacitores.
- Transformadores de distribución.
- Equipos de registro de eventos y de disturbios.

1.7 Estructura organizacional de la Subárea.

Para el sustento de la política de trabajo de la Subárea Coatzacoalcos y el logro de los objetivos, se debe tener un conocimiento específico y profundo de los equipos y componentes, de donde se integran grupos de trabajo interdependientes.

La plantilla laboral está formada por 86 trabajadores permanentes y 20 trabajadores temporales, 10 trabajadores de Confianza y 1 trabajador de confianza temporal, con una fuerza de trabajo total de aproximadamente de 117 a 120 trabajadores distribuidos en las instalaciones de la Subárea Coatzacoalcos. Adicional para resguardar las instalaciones se tiene personal de vigilancia, 30 personas distribuidas en las subestaciones y personal de la SEDENA, 18 personas.

Se destaca como proceso clave: el mantenimiento de las instalaciones y equipos asociados a la transmisión y transformación de la energía eléctrica, éste a su vez se divide en los procesos de Subestaciones y Líneas, Protecciones y Medición, Comunicaciones y Control.

Los procesos de apoyo son: Administración, Calidad, Civil, Jurídico y Recursos Humanos.

Desde el año 1999, la Subárea obtuvo el certificado de la Norma ISO-9002-1994. En el año 2002, se migró a la nueva versión de la ISO-9000-2000. En el 2001 obtuvo el certificado de la norma de Administración Ambiental ISO-14001-1996. En el año 2004 se continuó con la certificación a la nueva revisión de la Norma ISO-14001-2004. En el 2002, obtuvo la certificación en la norma de Seguridad y Salud en el Trabajo NMX-SAST-001-2000. Estos certificados se han obtenido a nivel Gerencia y se han certificado las 7 Subáreas de transmisión, la certificación es sobre el mantenimiento de las instalaciones y equipos asociados la cual es la razón de la existencia de la Subárea, la Subárea Coatzacoalcos, a través de reuniones, procedimientos, contratos, convenios, índices del proceso comprometidos, etc. mantiene una buena comunicación con sus Clientes con el fin de mejorar sus expectativas y el servicio, con la Zona de Distribución Coatzacoalcos, la Zona de Distribución los Tuxtlas y la Subárea de Control Oriental.

Estructura organizacional de la SATC.

LIDERES				
Jefe de la Subárea				
PROCESOS CLAVES				
Subestaciones	Líneas	Comunicaciones	Protecciones	Control
PROCESOS DE APOYO				
Administración	Recursos Humanos	Calidad	Jurídico	Civil

1.8 Plan de actividades de las especialidades.

Subestaciones:

Alcanzar la disponibilidad y confiabilidad planeada en los equipos eléctricos primarios y secundarios que conforman la red de transmisión, mediante el cumplimiento del mantenimiento predictivo, los mantenimientos mayor y menor, con base en las especificaciones técnicas, guías, procedimientos establecidos, ejecutados por el personal de la especialidad, con el fin de tener los equipos en óptimas condiciones y obtener su máxima disponibilidad, de acuerdo con las necesidades actuales y futuras del sistema eléctrico nacional, previendo su actualización y/o modernización.

Líneas de Transmisión:

Asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las Líneas de transmisión que forman parte de la red troncal de 400 kV, generación sureste, mediante el cumplimiento del mantenimiento predictivo, los mantenimientos mayor y menor, con base en las especificaciones técnicas, guías, procedimientos establecidos, ejecutados por el personal de la especialidad, con el fin de mantener la red de transmisión en óptimas condiciones y obtener su máxima disponibilidad, de acuerdo con las necesidades

actuales y futuras del Centro Nacional de Control de Energía, modernizado las redes con nuevas tecnologías.

La subárea atiende 680 Km de líneas de 400 kV, y 18 Km de 115 kV, los longitudes totales de las líneas se consideran de tamaño medianas, para una mejor atención a ellas, se estableció la longitud de atención con el centro de trabajo donde llegan, se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 1.8.1 Características de Líneas de transmisión.

Nomenclatura	LONGITUD (km). Atendidos por la Subárea	LONGITUD (km). Totales de la Línea.
MID-A3T10-CHM	38.7	38.7
CHM-A3T10-TMD	140.3	191.3
MID-A3360-TMD	175	225
JUI-A3U10-EDO	107	149.5
JUI-A3U00-EDO	112	154
JUI-A3340-TMD	107	155
MID-73130-CTS	9	9
MID-73050-CTS	9	9

Protección y Medición:

Realizar las acciones necesarias para el cumplimiento del programa de mantenimiento que realiza el personal de la especialidad y asegurar la confiabilidad operativa de los esquemas de protección que protegen los diferentes elementos del Sistema Eléctrico de Potencia, con esto se garantiza su operación, así como la medición en todos los esquemas de protección que están operando en las instalaciones, también realizan planes para la inspección y prueba para la recepción

de puestas en servicio, ampliación o mejora, que una vez concluida, inicia la etapa de mantenimiento, siendo permanente durante todo el tiempo en que esté operando la instalación.

Comunicaciones:

Realiza las acciones necesarias para mantener la alta disponibilidad en la transmisión y transformación de energía eléctrica, cumpliendo con el programa de mantenimiento que realiza el personal de la especialidad, a los sistemas de Comunicaciones de Onda portadora de líneas de alta tensión (OPLAT), Micro Ondas y Fibra óptica, para proporcionar los servicios de comunicación de voz, datos, video, teleprotección y telemedición, vigila y controla las características operativas de los equipos así como las condiciones de seguridad que se mantengan dentro de los límites establecidos, tomando en cuenta las necesidades de los otros procesos de la empresa y en armonía funcional con el resto del sistema eléctrico, cuenta con enlaces de comunicación de fibra óptica entre las instalaciones, cubriendo la totalidad de las necesidades actuales y futuras, así como prever su constante crecimiento y modernización.

Control:

Realizar las acciones necesarias para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las líneas de transmisión y subestaciones, cuenta con los elementos y dispositivos de control, automatización y regulación con tecnología de punta que requiera para su óptima operatividad local y remota, incluyendo el desarrollo de la infraestructura informática, incluido en las oficinas técnico-administrativas. Para ese objetivo enfoca sus acciones al mantenimiento a los sistemas de control y equipos de control, también enfoca sus actividades para que el Centro Nacional de Control de Energía obtenga un Sistema de información y control en tiempo real, mediante el cual puede telecontrolar y operar a distancia el equipo instalado en las subestaciones y el Sistema Eléctrico de Potencia.

Administración:

Proporcionar servicios administrativo de apoyo, efectivos y oportunos a las áreas técnicas para que éstas cumplan su función, tomando en cuenta fundamentalmente las necesidades de recursos humanos, financieros, contables, de adquisición y servicios de acuerdo con las leyes, políticas, normas, y procedimientos, instrucciones, vigentes, así como servicios relacionados con proveedores y clientes.

1.9 Obras en proyecto.

En esta Subárea, la inversión se ha visto favorecida en los últimos años por la construcción de nuevas obras de infraestructura, entre las que destaca la ampliación de la Subestación El Juile, con la instalación de tres bancos de capacitores en serie a la llegada de las líneas de 400 kV, la construcción de una línea de 400 kV, y dos reactores, en las subestaciones de Chinameca Potencia y Coatzacoalcos Dos se instalaron un banco de capacitores en paralelo a la salida de las líneas de 115 kV.

Derivado del proyecto “Temporada Abierta para conectar los proyectos eólicos a la zona del istmo de Tehuantepec”. La CFE presentó a la SENER la red de transmisión asociada al proyecto temporada abierta convocado por la Comisión Reguladora de Energía para una capacidad de 2,300 MW, para esta infraestructura la Subestación El Juile se ve beneficiada como sigue:

Dos líneas de transmisión de aproximadamente 145 km en 400 kV, una de doble circuito con dos conductores por fase de 1113 ACSR y una en circuito sencillo con las mismas características, que partirían de la S.E. La Ventosa en la zona del Istmo de Tehuantepec a la Subestación El Juile, que forma parte de la red troncal.

Tendido del segundo circuito en 400 kV de aproximadamente 154 km entre las Subestaciones El Juile y Cerro de Oro, con sus respectivas bahías de alimentadores y provista de un reactor de 75 MVAR en la Subestación El Juile.

Tres bahías de alimentadores en 400 kV en la SE Juile.

Una línea de transmisión de aproximadamente 145 km en 400 kV en estructura para doble circuito de tres conductores por fase de 1113 ACSR, que partirían de la Subestación La Ventosa en la zona del Istmo de Tehuantepec a la Subestación El Juile.

CAPITULO II

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

La Subárea de Transmisión Coatzacoalcos inició en el 2004 con un proyecto de ahorro de energía solicitando un financiamiento al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE), para el suministro e instalación de equipos de aire acondicionado tipo minisplit, en las salas de control de las subestaciones Minatitlán Dos y Coatzacoalcos Dos. A partir de la entrada en operación de los nuevos equipos de aire acondicionado en el mes de Septiembre del 2004 al mes de Junio del 2006, se tomaron lecturas del consumo de energía con el equipo de medición (OPH) propiedad de la Subárea. Haciendo una comparación del consumo de energía a partir de la entrada de los equipos minisplit, con los que se tenían anteriormente de tipo paquete, el consumo de energía disminuyó en las dos Subestaciones 71036 kWh, considerando un precio promedio de 0.833 \$/kWh obteniendo un ahorro de \$59,165.00 en este periodo. Una empresa privada realiza el mantenimiento preventivo – correctivo a los equipos de aire acondicionado instalados en esta Subárea, mediante una licitación anual.

Por otra parte, derivado de las auditorias realizadas con base en el Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo, en los años 2005 y 2006, a la Gerencia Regional de Transmisión Oriente, se han realizado estudios de iluminación y ruido en los centros de trabajo pertenecientes a la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos, en el interior de las casetas de control de las Subestaciones, en el edificio de las oficinas en Coatzacoalcos, las oficinas de Acayucan y la bodega de la Ciudad de Isla, Ver. Así como en los repetidores ubicados en la ciudad de Coatzacoalcos y El Vigía.

En las oficinas generales de Coatzacoalcos y Acayucan, así como en algunas Subestaciones se han implementado medidas prácticas de ahorro de energía eléctrica, se han colocado señalamientos en los apagadores que mencionan por (ejemplo: apague la luz si no la utiliza). También en la difusión que se realiza en tableros y puertas se incluyen temas sobre el cuidado del medio ambiente y medidas de ahorro de energía eléctrica, en el código de ética y conducta de la CFE, que se difunde al personal, se mencionan acciones que se deben hacer así como asumir el compromiso de realizarlas, en las que se incluyen prácticas de ahorro de energía eléctrica.

Actualmente se tiene el índice de Consumo de Energía Eléctrica (CEE), los kWh consumidos por metro cuadrado construido, establecido en un procedimiento como parte del cumplimiento del Sistema de Gestión Ambiental, (Norma ISO-14001:2004).

2.2 Diagnósticos energéticos a los Sistemas auxiliares de Centrales Termoeléctricas

En la Comisión Federal de Electricidad, a través de la Subdirección de Generación, en una Central Termoeléctrica se aplicó una metodología de diagnósticos energéticos en los servicios auxiliares debido a que éstos representan un consumo promedio del 6% para el 75% de la carga de la Central Termoeléctrica. Por este motivo, se consideraron que los ahorros económicos y de combustibles serían impactantes.

El estudio se hizo en dos etapas; la primera se efectuó la caracterización energética y en la segunda, el diagnóstico energético. Los sistemas auxiliares de una central termoeléctrica se encuentran divididos en dos grupos; el primero es indispensable y opera solo para la unidad de generación, son los auxiliares de ciclos: bombas de agua de alimentación, de condensado, de circulación, ventiladores de torres de enfriamiento, etcétera. Los segundos son los auxiliares independientes de ciclo:

sistema de aire acondicionado y ventilación, sistemas de iluminación, sistema de agua de servicios, sistema eléctrico de auxiliares en baja tensión, etcétera.

Etapa I.- Consiste en la caracterización energética de los sistemas auxiliares y se basa en el análisis estadístico de los datos de consumo energético y capacidades de cada sistema y equipos, con el objeto de determinar el comportamiento energético, “Establecer los índices de consumo energético, es decir, la relación entre la magnitud del consumo y el nivel de generación de la unidad” (Nebradt García A., Rojas Hidalgo Ismael y Huante Pérez L. 1998, p.1-9) ^[18].

Etapa II.- “Los objetivos del diagnóstico energético consisten en cuantificar los ahorros de energía de mayor consumo que integran los sistema auxiliares, los cuales se identificaron en la caracterización energética; uno de los objetivos sería evaluar las condiciones de operación reales contra las de diseño de los equipos que integran los sistemas auxiliares” (Nebradt García A., Rojas Hidalgo Ismael y Huante Pérez L. 1998, p.1-9) ^[18].

Las actividades que se realizaron en esta etapa son la elaboración de formatos para recolectar los datos de la planta, la definición de los datos necesarios a obtener y así evaluar el comportamiento del equipo; los requerimientos de equipo de medición necesario para realizar el diagnóstico, se analizó el estado en que se encuentra la instrumentación, dentro de las actividades de análisis de datos e información, “se analizó el modo de operación de los equipos auxiliares contra el tiempo y contra los niveles de generación. El consumo de energía actual de los equipos y la eficiencia de operación.” (Nebradt García A., Rojas Hidalgo Ismael y Huante Pérez L. 1998, p.1-9) ^[18]..

En la parte de las determinación de los potenciales de conservación de energía, se evaluaron las desviaciones de las condiciones de operación real contra las de diseño de los sistemas auxiliares, determinando las medidas de ahorro; se realizó la evaluación económica, dando prioridad de atención conforme a su rentabilidad, dando seguimiento y control a las medidas adoptadas.

Como otra medida se elaboró una curva de referencia que indica el valor del consumo de auxiliares correspondiente a cada carga de la unidad en la que al operario le permita tomar decisiones para el modo de operación de los equipos auxiliares, Por ejemplo “mantener funcionando dos bombas de agua de alimentación cuando se opera por debajo del 60% de la carga de la unidad” (Nebradt García A., Rojas Hidalgo Ismael y Huante Pérez L. 1998, p,1-9)^[18].

2.3 Programas de Ahorro de energía en PEMEX Exploración y Producción, Región Sur.

El personal del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), a través de la Unidad de Uso de Energía, inició en 1997 un programa de ahorro de energía, realizando diagnósticos energéticos a 115 edificios de la región sur de Petróleos Mexicanos (PEMEX), con el apoyo del personal técnico de esa dependencia. La metodología para realizar los diagnósticos se dividió en dos partes; en la primera, se realizó el levantamiento de información en campo y en la segunda se realizó el análisis y la evaluación de oportunidades de ahorro de cada edificio. Derivado de la falta de información actualizada de las instalaciones se realizaron en campo, algunas de las siguientes actividades: (González Milla G., García Juárez F., Alarcón Alemán J. 1998, p.122)^[6].

- Levantamientos de cargas y elaboración de diagramas unifilares, incluyendo datos del estado físico de cada instalación.
- Mediciones de las variables eléctricas durante una semana para conocer el comportamiento diario de la instalación.
- Mediciones de iluminancia y temperaturas en distintas áreas para analizar el estado actual de los sistemas de aire acondicionado e iluminación en cada instalación.

Después de los levantamientos de cargas se concluyó que la carga total se divide en cuatro grandes sectores: aire acondicionado, iluminación, misceláneos y fuerza. La carga permanentemente conectada y de mayor consumo son los equipos de aire acondicionado e iluminación por lo que el estudio se centró en estas dos cargas. (González Milla G., García Juárez F., Alarcón Alemán J. 1998, p.122)^[6].

En cada edificio se analizaron las variables eléctricas, determinando las horas de mayor consumo de energía. En los equipos centralizados de aire acondicionado se evaluó su capacidad por medio de un software, encontrándose bien dimensionados, detectando que es posible encontrar ahorros de energía sin inversión hasta de un 15%, por mencionar algunas:

- Mantener el valor de referencia de los termostatos del sistema.
- Ajustar el termostato u otros controladores de temperaturas en espacios sin uso.
- Mantener las puertas cerradas, ya sea por medio manual o través de dispositivos conocidos como porteros. (González Milla G., García Juárez F., Alarcón Alemán J. 1998, p.122)^[6]

En general, se realizó el mantenimiento preventivo al equipo de aire acondicionado; referente a los equipos de ventana sólo se hicieron recomendaciones sobre como colocar alguna protección y que no le pegue el sol directo y así proteger el condensador.

Referente a las lecturas de iluminación se encontraban debajo de los niveles recomendados debido a la falta de mantenimiento en las luminarias, como una innovación para realizar los diagnósticos se instalaron dispositivos registradores de tiempo en el uso de sistemas de iluminación y ocupación de áreas con la finalidad de monitorear el tiempo que las personas permanecían en las oficinas o áreas de trabajo. Estos dispositivos registradores son de mucha utilidad en áreas muy grandes en donde no se tiene un horario de trabajo establecido.

2.4 Programa de Ahorro de energía en Cuba.

En el año de 1997 se puso en marcha el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), enfocado a tomar medidas de ahorro de energía a nivel de consumidores, se crean programas de eficiencia energética con el fin de “Apoyar la ejecución de diagnósticos energéticos en sectores críticos de la economía a fin de poner en marcha acciones de ahorro y control energético”. (Diagnóstico Energético Rama Cemento, año 2000, p.3). ^[5].

En la industria del cemento consume como media un 24% de la energía eléctrica suministrada, manejan tres índices totales que son; Fuel oil total en (kg/t, kilogramo por tonelada de clinker), Crudo total en (kg/t, kilogramo por tonelada de clinker), y el índice de energía eléctrica en (kWh/t cemento). La energía eléctrica en la fabrica del cemento se consume casi exclusivamente en el accionamiento de motores. Como conclusiones de estos diagnósticos se mencionan que no se aprovecha la capacidad total de las subestaciones ya que la carga actual demanda un consumo bastante inferior a la capacidad instalada en los transformadores, encontrándose a menos del 30% de su capacidad total instalada durante el mayor tiempo de trabajo.

Los índices los realizan desde el punto de vista físico siendo incorrecto, porque los índices de consumo eléctrico por producción de cemento como el consumo de combustible por producción debe estar expresado desde el punto de vista energético con unidades de energía por unidades de producción. Existe un marcado deterioro en toda la instalación eléctrica, alguna recomendaciones referente al consumo de energía eléctrica son:

- La de elaborar un estudio para eliminar el bajo nivel de iluminación artificial, sobre todo en actividades donde se requieren altos niveles de iluminación que a la vez contemple utilizar equipos y sistemas más eficientes.
- Instalar equipos de medición y la verificación actualizada de los equipos de medición ya instalados.
- Actualizar el estudio de acomodo de carga eléctrica de las instalaciones.

- Llevar a cabo un estudio de los bancos de transformadores instalados, teniendo en cuenta la planificación futura de los equipos y capacidad de producción de las instalaciones. (Diagnóstico Energético Rama Cemento, año 2000, p.52) ^[5].

2.5 Planta Sensores y Controles, Texas Instruments México. (Ahorro de energía eléctrica).

La Planta Sensores & Controles de Texas Instruments México (TI-México), ubicada en el estado de Aguascalientes, México, es una empresa dedicada al mercado mundial de productos y componentes electrónicos. Con la perspectiva de crecimiento de la empresa en los años de 1999 al 2001, estableció una metodología para que el consumo de energía eléctrica no creciera en la misma proporción que la superficie de construcción y la unidad de producción, para esto utilizaron diagnósticos energéticos de 1ro, 2do y 3er nivel.

En el nivel 1 realizaron un recorrido por la planta en el que se hace una inspección visual en busca de áreas de oportunidad de ahorro de energía.

En el nivel 2 obtuvieron la información sobre los consumos, para esto utilizaron equipos de medición y monitoreo instalados en las subestaciones, edificios, en áreas de manufactura y en los equipos que proporcionan servicios. La información proporcionada por los medidores se almacenó en una PC, para su futuro análisis. El sistema de monitoreo para la medición consistió en la instalación del equipo proporcionado por la empresa Schneider Electric, el equipo es el siguiente; (Schneider Electric, Texas Instruments México, año 2003, p.2) ^[24].

- 11 equipo PowerLogic Circuit Monitor Serie 2000.
- 17 equipos PowerMeter 620
- 5 equipos Relevadores Multifuncionales Sepam 2000
- 6 equipos monitores de Temperatura Modelo 98.

En el nivel 3 se realizó el análisis de los parámetros eléctricos obtenidos de las mediciones de energía, demanda y factor de potencia, etcétera. Para esto utilizaron un software de monitoreo System Manager instalado en una computadora central, en la que todos los equipos utilizados para el monitoreo de la medición se interconectaron a esta PC. (Schneider Electric, Texas Instruments México, año 2003, p.3) ^[24].

El personal que labora en la misma empresa es el encargado del comité de ahorro de energía, una vez que obtienen la información de la base de datos de monitoreo, la analizan y la comparte con las otras áreas de la empresa con la finalidad de definir e implementar acciones encaminadas al ahorro de energía. (Schneider Electric, Texas Instruments México, año 2003, p.3) ^[24].

Las acciones específicas-eléctricas realizadas fuera la de mejorar el factor de potencia con la instalación de banco de capacitores fijos en los motores de 250 HP a 4.16 kV, así como el control de la demanda máxima, el cambio de tarifa de HM a HSL, la instalación de una subestación de 115 kV, y la conexión de transformadores en paralelo cuando la carga sea mínima o en paros de la planta.

De las acciones específicas realizadas en el alumbrado, se instalaron apagadores por cada lámpara en el área de manufactura, también se hizo una redistribución de las zonas de iluminación del alumbrado exterior, en los pasillos se instaló un control automático, además se realizó el ajuste del sistema de iluminación de emergencia. (Schneider Electric, Texas Instruments México, año 2003, p.5) ^[24].

Algo importante que realizan los ingenieros de la planta es el seguimiento de los resultados obtenidos, que consiste en la evaluación de los parámetros de consumo eléctrico kWh, demandas máximas kW, Factor de Potencia (%), del Índice Energético de Eficiencia (Wh/unidad de producción), y determinar la eficiencia de la planta, así como del volumen de producción, y el impacto del costo de la energía en %, respecto al costo del producto final.

De los resultados obtenidos se muestra una gráfica en la que el Índice Energético de Eficiencia, “que relaciona el consumo de energía eléctrica y las unidades producidas por el área de manufactura”, de los consumos totales de cuatro áreas de manufactura entre los totales de la unidades de producción, se observa un decremento constante hacia el año 2001. De igual modo, se hace una comparación del Índice Energético de Eficiencia del año 1999 al 2001, por ejemplo, la superficie construida aumentó de 16,285 m² a 29,285 m² o sea 13,600 m² más, teniendo un crecimiento del 84%. Las piezas producidas pasaron de 73.3 millones a 137.1 millones, obtuvieron 63.8 millones de piezas más, con un crecimiento del 87%. El consumo de energía de 11,048 MWh subió a 17,794 MWh, teniendo 6,746 Mwh más para el 2001, con un porcentaje de crecimiento de 61%. Con relación a estos porcentajes, el consumo de energía no creció en la misma proporción que el de la unidad de producción y de la superficie construida, lo cual indica que se han producido más piezas y se han adoptado medidas de ahorro del consumo energético. Referente al factor de potencia, en el año 1999, el valor estaba debajo del 90 % en una planta de las cuatro, a partir del año 2000 al 2001 se muestra un valor promedio arriba del 90 %. (Schneider Electric, Texas Instruments México, año 2003, p.6)^[24].

2.6 Uso Eficiente de la Energía Eléctrica en el corporativo 3M México.

La empresa 3M de México, corporativo Santa Fe, es una compañía que realiza múltiples actividades relacionadas con productos, promociones, concursos, etcétera. En el transcurso del periodo de Enero de 2000 a Diciembre de 2001 realizó un proyecto de energía en edificios; para la realización de este proyecto se basó como primer punto, en la reprogramación de horarios de la operación de equipos y se establecieron las estrategias de control de la carga eléctrica, debido a que el horario punta de la tarifa (HM) es la de más alto costo para la operación del edificio; como segundo punto, estableció el control de demandas máximas en base, intermedia y punta y así disminuir la demanda facturable. Las principales acciones ejecutadas se

mencionan a continuación: (Sánchez Pérez A., Quirones Bonilla A., Bustos Antunes J., Reyes Arce M. 2003, p.3)^[22].

- Unidad enfriadora de Aguas (chillers).- Se tienen chiller de 200 Ton de refrigeración; la programación de estos equipos permite un arranque escalonado por horario, incluyendo las bombas de agua helada como las unidades enfriadoras, con lo que disminuyen las demandas máximas al momento del arranque del edificio. Funcionan dentro del horario de oficina y se apagan automáticamente antes de que empiece el horario punta. También, para reducir las horas de operación de los compresores se tomaron diferentes puntos de temperatura de acuerdo con los horarios de verano- invierno. Además, en el transcurso del día y en los días no hábiles los equipos se mantienen apagados.

- Manejadoras de aire.- De estos equipos se calibraron los variadores de frecuencia para mantener funcionando los ventiladores a una velocidad óptima, “las compuertas de toma exterior, mezcla y desfogue se controlan de acuerdo con la temperatura exterior y así aprovechar la temperatura ambiente en el momento de la etapa de enfriamiento y de la etapa de calefacción” . Al igual que los chillers también tienen un arranque secuencial y escalonado, y no entran en operación en el horario punta y en los días no hábiles se mantienen apagadas.

- Cajas de Volumen Variable.- Cuando las oficinas están desocupadas, el control de volumen variable se pone en modo desocupado; con esto toma otro punto de control y permite el ahorro de refrigeración. El sistema de aire acondicionado se mantiene encendido dentro de los horarios de oficina y se apaga antes de que empiece el horario punta. Se instalaron un mayor número de cajas de volumen variable para zonificar la distribución del aire acondicionado en el edificio, con esto optimizaron el sistema de enfriamiento y dan más comodidad al usuario, del mismo modo se relacionó el sistema de aire acondicionado con el de iluminación por medio de sensores de movimiento y al no detectar presencia de personal en la zona se apaga

el alumbrado y se obtiene una reducción del uso de aire acondicionado (Sánchez Pérez A; Quirones Bonilla A., Bustos Antunes J., Reyes Arce M. 2003, p.5)^[22].

-Iluminación.- De las estrategias realizadas se inició con mantener encendido el alumbrado sólo en horario de oficinas. En pasillos, estacionamientos y zonas de oficinas, se instaló un mayor número de sensores de movimiento, así como en algunas zonas se instalaron fotoceldas que controlen el encendido y el apagado de circuitos eléctricos para controlar a través de la iluminación natural; también en algunos espacios se aprovecho al máximo la luz natural, además, en el área del estacionamiento se estableció el mantener encendido el alumbrado en su totalidad cuando se tiene mayor tránsito vehicular, 2 horas a partir de la hora de entrada y 2 horas a partir de la hora de la salida, fuera de estos horarios sólo se utiliza la iluminación necesaria para el sistema de circuito cerrado de seguridad y tránsito peatonal. Se hizo la separación de circuitos eléctricos en algunas zonas como pasillos, lobbys, oficinas, área técnica, esto sin afectar el área de trabajo, incluso fuera del horario de labores cuando por necesidad del trabajo los usuarios tengan que permanecer en las oficinas, se utiliza la aplicación de la “llamada Metatel” una contestadora vía telefónica que prende automáticamente la iluminación en su zona de trabajo, apagándose automáticamente una hora después de su requerimiento. (Sánchez Pérez A., Quirones Bonilla A., Bustos Antunes J., Reyes Arce M. 2003, p.5)^[22].

- Ventiladores de extracción.- Los estacionamientos cuentan con sensores de monóxido de carbono, para que estos equipos no se mantengan encendidos en todo el horario de oficina. Al igual que los equipos anteriores en el horario punta se mantienen apagados.

- Desarrollo de software de monitoreo.- Por medio de un programa de monitoreo del consumo eléctrico (Electric Power Monitoring) se analiza el consumo y demanda eléctrica de cada día para detectar las desviaciones durante el periodo, y se desarrolló una base de datos eléctricos para el análisis histórico del consumo,

demanda y facturación eléctrica. (Schneider Electric, Texas Instruments México, año 2003, p.6)^[24].

- Comunicación y Sistema de cómputo.- Por medio del correo interno de cómputo, lotus notes, entre otras cosas envían avisos al personal de por ejemplo, los cambios de horarios en la iluminación, sistema de aire acondicionado, de los beneficios que se tendrían si respetaran las estrategias de ahorro de energía. Sobre esto, a veces no todo el personal tiene acceso a una computadora, por lo que sería conveniente esta difusión a través de otros medios.

- Tecnología de aplicación.- Para la medición de parámetros eléctricos “Potencia Real, Potencia Aparente, Potencia Reactiva, Voltaje entre fases, Voltaje fase-neutro, Corriente de Línea, Frecuencia, Factor de potencia, Temperatura, Nivel de armónicas etc. utilizaron 2 medidores Power Logic, instalados en los tableros de los transformadores principales de la Subestación y Plantas de Emergencia. Estos equipos cuentan con un puerto de comunicación RS 485 para computadora (Schneider Electric, Texas Instruments México, año 2003, p.8)^[24].

Respecto a la calibración de estos equipos, no se tiene establecido un programa, cuando ellos detectan en su monitoreo una variación con respecto a las mediciones de la compañía de Luz y Fuerza, revisan el equipo para su calibración, de esta forma los equipos de medición están integrados al sistema de control Metasys, que a la vez controla el sistema de aire acondicionado e incendio y de este modo se lleva el monitoreo desde la red del edificio.

- Antes de la implementación se tenían consumos promedio mensual de 207,845 kWh, después de la implementación se obtuvo un consumo promedio mensual de 203,250 kWh. Respecto a la demanda máxima en horario punta antes se tenía 429 kW, con la implementación se tiene 330 kW, observándose un decremento en el consumo en horario punta. Respecto al factor de potencia, se mantuvo arriba del 93% antes y después de la implementación.

2.7 Ahorro de Energía Eléctrica en Instituciones Educativas.

El Tecnológico de Monterrey, Campus estado de México, localizado en la zona metropolitana al norte de la Ciudad de México, actualmente ocupa 26 hectáreas de terreno y 81,987 metros cuadrados de construcción. Cuenta con dos acometidas, una da el servicio a las instalaciones de profesional y la otra a las instalaciones de la preparatoria; se tienen 11 subestaciones eléctricas para el servicio a 29 edificios mismos que se ocupan para las aulas, oficinas, laboratorios, salones de usos múltiples, cafeterías e instalaciones deportivas. Derivado de los altos consumos de energía eléctrica que se tienen en esta institución educativa y debido a que se suele contar con equipo de baja eficiencia debido a su antigüedad, se realizaron acciones de ahorro de energía eléctrica aplicando una metodología apegada a lo recomendado por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE), estas acciones realizadas consisten en tres fases se mencionan a continuación: (Castillo Medina Gabino. 2003, p. 4) ^[4].

Fase1: Se realiza la prevención y corrección de fugas, reparación de aislamientos, el apagado de equipo y alumbrado ocioso de manera manual, se revisó la facturación eléctrica y se capacitó y concientizó al personal.

Fase 2: Consiste en la automatización y optimización de los parámetros de control, administración de la energía, operación de los equipos a velocidad variable, el reemplazo de equipos sobredimensionados, utilización de equipos de alta eficiencia, la corrección del factor de potencia, el mantenimiento predictivo y aislamiento.

Fase 3: Síntesis e información de los procesos, de la recuperación de calor de desecho y fuentes alternas de energía.

Como parte de la metodología se realizó una auditoría energética en la que se realizaron acciones de la fase 1 y 2, como sigue:

Acciones fase 1:

Nivel interno.- Se impartieron cursos de ahorro de energía al personal a nivel de dirección, supervisores y operarios, se difundieron artículos relacionados con el ahorro de energía dirigidos a la comunidad del campus, se diseñó una página de internet, donde se muestran consejos para ahorrar energía.

Acciones fase 2:

Se realizó el censo de los equipos instalados como el aire acondicionado, bombeo, refrigeración, iluminación, etc., y por consiguiente se relacionó en una tabla para determinar los consumos del edificio y las capacidades de los equipos. A partir del año 2000, se adquirió un equipo de medición marca Amprobe, con el cual se monitoreó el comportamiento de los consumos eléctricos de cada uno de los edificios, por lo cual se priorizaron las acciones en cada uno de ellos referente a los consumos eléctricos, así mismo se “analizaron tiempos de retorno de inversiones relacionadas con el cambio de equipos de tecnología de alta eficiencia” (Castillo Medina Gabino. 2003, p. 6)^[4].

Por otra parte, una empresa externa realizó las mediciones de las 11 subestaciones, con el fin de saber la distribución del consumo de la subestación, se midieron voltajes, corriente por fase, demanda y factor de potencia; referente al voltaje en un periodo de siete días se determinó que mantiene un valor promedio de 216 volts, no excediendo de un $\pm 10\%$ del voltaje de alimentación, los máximos valores se obtiene cuando la carga disminuye durante la noches y los valores mínimos son registrados durante las horas hábiles.

En el edificio donde se encuentra el centro de Competitividad Internacional, Cafetería y Auditorio de Profesional, se realizó la sustitución de Spots de 75 Watts por fluorescentes de 22 Watts. De manera similar y paulatinamente a nivel Campus, se sustituye el alumbrado del sistema T-12 (balastro electromagnético) por un T-8 (balastro electrónico). En los baños de la biblioteca, cafetería de Profesional y del centro de Competitividad Internacional, se instalaron sensores de presencia. Estiman

que los ahorros pueden ir del 10% hasta el 60%; estos ahorros los determinar por medio de un equipo IT-200 IntelliTimer Pro Logger, ya que proporciona reportes gráficos en el que indica en un lapso de 4 ó 5 días qué tiempo permanece ocupado y/o desocupado un lugar así como el tiempo en que se mantiene encendida la iluminación y determinar si es atractivo invertir en sensores de presencia. Aunque no se menciona la instalación de sensores en las áreas a nivel preparatoria, puede tener una oportunidad de ahorro por ser lugares de mucho movimiento estudiantil. Además, en el Centro de competitividad y Biblioteca se instalaron puertas automáticas en los accesos, para evitar la pérdida del flujo del aire acondicionado, debido a que anteriormente las puertas anteriores se quedaban abiertas, durante largos periodos de tiempo. (Castillo Medina Gabino. 2003, p. 9) ^[4].

También se instalaron tres bancos de capacitores en las subestaciones de los edificios del Centro de Competitividad, equipo automático de 225 (kVAR), 15 pasos con filtro de 5ta. Armónica; en la Alberca techada, equipo de 110 (kVAR), 10 pasos y en el Gimnasio de la preparatoria, equipo fijo de 40 (kVAR); Además, en los equipos trifásicos se instalaron relojes para secuenciar la entrada de los equipos, por lo cual se evitan los picos de demanda provocados por el arranque de las bombas y compresores. En los edificios del Campus se independizaron los circuitos de iluminación, con la finalidad de ocupar las lámparas necesarias utilizadas. El levantamiento de los niveles de iluminación se observó que en algunas áreas de gimnasios y oficinas de preparatoria, el nivel estaba por arriba de los recomendado en la normativa, por consiguiente se procedió a retirar gabinetes excedentes. (Castillo Medina Gabino. 2003, p. 11) ^[4].

De los resultados obtenidos realizarón una comparación del consumo en kWh y demanda, kW, del año 2001 contra el año 2000, disminuyendo 909623 kWh, y 297 kW. Consideran un precio promedio de 0.4815 \$/kWh y de 65.70 \$/kW obteniendo un ahorro en total en pesos de 457,769.26, anuales. No se presenta un estudio económico en el que se considere la inversión, “sin duda el implementar una cultura de ahorro en instituciones educativas puede definirse como una medida de doble

impacto, si tomamos en cuenta que en ellas se forman las futuras generaciones, mismas que serán capaces de promover desde los hogares la utilización eficiente de la energía eléctrica”. (Castillo Medina Gabino. 2003, p. 15) ^[4].

2.8 Ahorro de Energía en Bellota México S.A. de C.V.

La empresa Bellota México S.A de C.V., a partir del año 1999, realizó estrategias sobre temas de ahorro de energía, partiendo de la filosofía de la mejora continua, el personal de todos los niveles realiza su mejor esfuerzo para controlar y mejorar el consumo de energía, como ejemplo, los operarios y oficinistas apagan sus equipos cuando se ausentan de sus sitios de trabajo, además se ejecutaron diversas acciones en equipos e instalaciones de donde se obtuvieron los resultados siguientes: reducción del índice energético en un 35.06%, reducción de la demanda máxima en 11.94% y el aumento del factor de potencia de 93.53% a 98.21%. En seguida se mencionan las acciones principales:

-Sistemas de iluminación.- Se automatizó el alumbrado de la planta por medio de un PLC, con esto se obtiene el control del encendido y apagado de las luces del área, (cédulas de trabajo) y se evitó alumbrar las áreas que no lo necesitan; incluso se instaló la iluminación localizada en las máquinas que así lo requerían, y como consecuencia no se enciende toda el área por necesidad de una sola máquina, ya que las lámparas locales son de menor potencia que las de techo. En los talleres tipo bodega se hizo la reubicación y el aumento de láminas traslúcidas, con esta acción se logró disminuir el tiempo de lámparas encendidas en la mañana, en la tarde y en los días nublados. (Salazar López José Albeiro. 2003, p 3) ^[23].

Motores.- Se realizó un estudio técnico-económico con asesoría del FIDE para la sustitución de motores antiguos por motores de alta eficiencia, con estos cambios disminuyeron el consumo de energía y la demanda máxima. También se elaboró un plan de mantenimiento preventivo que incluye el control del consumo de corriente, la

limpieza y el estado de rodamiento por medio de un estetoscopio. (Salazar López José Albeiro. 2003, p 3) ^[23].

- Instalación de capacitores.- Del análisis de los datos de los diferentes equipos se colocaron capacitores en las máquinas que así lo requerían, como, compresores, rectificadores, etc., incluso ya se contaba con bancos de capacitores automáticos en la subestación, por consiguiente se logró subir el factor de potencia de 93.53 a 97.08 % y se mejoró la eficiencia del equipo.

- Control de demanda máxima.- “Para conocer más a fondo el comportamiento del consumo de energía en sus diferentes parámetros en periodos de tiempo determinados (horas, días, meses, etc)”, se instaló una interfase (RS485/RS232) que se integró a un controlador de demanda máxima que ya se tenía desde la construcción de la planta, y esto les permitió visualizar los diferentes parámetros eléctricos en una pantalla de PC. De la misma forma, para mantener controlada la demanda máxima, se realizó un análisis de los equipos de mayor consumo mediante una revisión de ellos y dependiendo de su importancia, se les instaló sistemas para controlar la demanda máxima, como ejemplo, “en el área de rectificado, cuando la demanda es mayor del valor prefijado en el equipo controlador de demanda máxima, las máquinas se desconectan automáticamente”. (Salazar López José Albeiro. 2003, p 9) ^[23].

-Sistemas de medición.- Para realizar las mediciones de los parámetros eléctricos, voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, etc., utilizaron un analizador de redes, y un secuencimetro para comprobar la secuencia de fases, también una interfase, software AWS para ver los perfiles del consumo de energía eléctrica, un estetoscopio como apoyo del plan del mantenimiento preventivo y un termómetro digital para la detección de puntos calientes. Con las mediciones realizadas con estos equipos se realizaron las recomendaciones pertinentes, inclusive se llevan gráficas que permiten visualizar el comportamiento diario del consumo de energía, asimismo “se

implementó un control diario de lecturas en la subestación y compresores”. (Salazar López José Albeiro. 2003, p 9) ^[23].

- Sistemas operativos y organizacionales.- Con personal de diferentes áreas de la empresa, se le dio formalidad a un Comité de ahorro de energía, entre sus funciones está la de crear y mantener una cultura de ahorro de energía, así mismo proponer y dar seguimiento a las acciones propuestas para el ahorro de energía.

-Diagnósticos.- Se realizó un diagnóstico preliminar de primer grado con la finalidad de conocer dónde y cómo se estaba utilizando la energía eléctrica, consistió en la recopilación de la información histórica de la empresa, “se hizo un censo de la carga instalada y se analizaron los equipos de mayor consumo y factibles de mejorar, basados en el diagnóstico y en las observaciones particulares se plantearon diferentes acciones a nivel general”. (Salazar López José Albeiro. 2003, p 11) ^[23].

De los estudios que realizaron la mayoría de ellos se reforzaron con estudios particulares, incluyendo el análisis técnico, junto con un presupuesto de costos y tiempo de recuperación de la inversión. Por mencionar algunos: comparación entre 2 motores comerciales de alta eficiencia, cambio de motores estándar por motores de alta eficiencia, reducción en la presión línea de aire comprimido. Para la administración de la demanda, los motores principales se ponen en marcha en forma secuencial; para evitar picos al inicio de turno, algunos equipos se desconectan en las horas pico, se hace seguimiento diario y un análisis mensual al comportamiento de la demanda; se apagan los equipos cuando están sin carga de trabajo; se apagan las luces cuando no hay personal en las áreas de trabajo. (Salazar López José Albeiro. 2003, p 11) ^[23].

-Tecnologías.- Entre los equipos utilizados para la eficiencia energética se tiene; el banco automático de capacitores instalado en las subestaciones desde el arranque de la planta, y como nuevas tecnologías se instalaron capacitores localizados en las máquinas de mayor consumo con relevadores para conexión y desconexión,

controladores de demanda máxima y factor de potencia en la subestación, alumbrado interno con lámparas de aditivos metálicos y el externo con lámparas de vapor de sodio, láminas traslúcidas en techos, motores de alta eficiencia, equipos de computación y software para la medición de los parámetros eléctricos, utilización de PLC en alumbrado y control de demanda máxima, se ha hecho el cambio de focos incandescentes que se tenían como parte de la decoración en oficinas por lámparas ahorradoras equivalentes, algunas bombas y motores utilizan variadores de velocidad, compresores de tornillo sinfín de 4.926 CFM/HP. (Salazar López José Albeiro. 2003, p 13) ^[23].

-Resultados obtenidos.- Con la implantación a partir del año 1998 al 2002, se logró reducir el consumo global de energía en un 29.08%, mientras que la producción aumentó en un 9.2%; la demanda máxima facturada promedio del año 2000 al 2001, disminuyó en un 11.94%, el índice energético (kWh/unidad) se redujo en 35.06%; el factor de potencia promedio se incrementó de 93.53% a 98.21%, El factor de demanda (carga), aumentó de 72.47% a 79.04%, aumentando un 9.06% operando dentro del rango para la operación eficiente de la planta (75% a 85%), se realizaron mejoras en la iluminación y se aprovechó la luz del sol. (Salazar López José Albeiro. 2003, p 13) ^[23].

-Algunos puntos importantes para el logro de resultados fue detectar las áreas de mayor oportunidad de ahorro, por ejemplo, en el conjunto de compresores y la línea de aire comprimido, con el buen control de operación se puede ahorrar hasta del 50% en esta área, si se considera que estos equipos consumen entre un 20% o 30% de la energía total de una fabrica de este tipo; la rapidez del logro de los resultados depende en gran medida de la efectividad en la selección de las estrategias y se puede esperar la recuperación entre 2 y 3 años después de la implementación de los proyectos, “para que un programa de esta naturaleza funcione, es fundamental el apoyo por parte de la Dirección, así como la creación de un comité de ahorro de energía donde participen representantes de varias áreas de la empresa que compartan las responsabilidades” (Salazar López José Albeiro. 2003, p 14) ^[23].

2.9 Metodología del uso eficiente de energía en instituciones de educación superior: El caso de la Universidad de Campeche.

La Universidad Autónoma de Campeche se encuentra ubicada en la colonia Buenavista, de la ciudad de Campeche, Campeche, Sus instalaciones constan de 65 edificios ubicados en unos terrenos irregulares de 51,039.31 m² en total, con una superficie total construida alrededor de 42,339.65 m². Dentro de la Ciudad Universitaria se encuentra el Campus Universitario, Campus Sociales, Complejo Educativo, Estadio Universitario y el Centro Cultural Universitario.

En la Universidad se realizó un análisis examinando los recibos del consumo de energía eléctrica en los años 2002 y 2003, para el año 2002 tuvo un consumo de 3,051,084.00 kWh, equivalente a 2,852,186.37 pesos, para el año 2003 se tuvo un consumo de 3,390,482.00 kWh, equivalente a 3,793,630.49 pesos. Se tienen contratadas varias tarifas en mediana y baja tensión; cuentan con 17 subestaciones con suministro en mediana tensión 13,200 volts con tarifa OM, 4 subestaciones con suministro en mediana tensión 13,200 volts con tarifa HM, y los 5 servicios restantes tiene tarifas en baja tensión 220/127 volts como son: 1C, 2 y 3. (Martínez Ruiz Miguel Jesús. 2005, p 46-54) ^[17].

Dentro del alcance del estudio realizado a la Universidad de Campeche, se tomó como base la Subestación principal (573C), por ser la de mayor capacidad y alimenta una carga muy grande; esta subestación cuenta con tres transformadores tipo estación cada uno de 225 KVA, se analizaron los parámetros siguientes: demanda máxima, consumo, factor de potencia, factor de carga, los costos por energía y la demanda máxima facturable. (Martínez Ruiz Miguel Jesús. 2005, p 71) ^[17].

Las mediciones las realizaron con un analizador de redes modelo 3950 de la marca AEMC Instruments (TRMS Power y Demand analyser) se tomaron las mediciones cada hora durante una semana, a los parámetros como; "potencia por fase y total en kW consumo en kWh por fase y total, voltaje por fase y total en Volts, corriente por

fase y total en Amperes, factor de potencia en % por fase y total, frecuencia en Hz y los KVAR por fase”, la información se almacenó en el programa Excel de Microsoft XP para realizar los gráficos y el análisis. (Martínez Ruiz Miguel Jesús.2005, p 83) ^[17]

Análisis de resultados de los principales parámetros:

-Análisis de voltaje.- “En un sistema trifásico se generan tres voltajes de la misma magnitud desfasados 120° en el tiempo, lo que constituye un sistema equilibrado, las cargas trifásicas producen corrientes de la misma magnitud en las tres fases. Estas cargas que desequilibran el sistema pueden provocar que los voltajes ya no sean iguales en magnitud y que los ángulos entre ellos cambien. A este fenómeno se le conoce como desbalance de voltaje. El desbalance puede causar sobrecalentamiento en los generadores y crear problemas en los equipos de los consumidores” (Martínez Ruiz Miguel Jesús. 2005, p 89). , de acuerdo con la NOM-001 SEDE-1999, el voltaje debe variar un máximo de 5% del voltaje nominal, en este estudio consideraron que con una variación del 10% es tolerable comparando los valores con lo establecido en la Ley del servicio público y su reglamento que marca un +/- 10%, del mismo modo la NOM-001 SEDE-1999, limita el desbalanceo de las cargas de un tablero al 5% para el diseño, se define el desbalanceo como “la diferencia entre los KVA de la fase con mayor carga menos la fase con menor carga entre el promedio, (o la carga total dividida entre tres), y el resultado se multiplica por 100. para reflejar el resultado en porcentaje” (Martínez Ruiz Miguel Jesús. 2005, p 89) ^[17].

-Demanda de energía (kW).- De los resultados tomados con el equipo analizador de redes, muestra que el valor máximo de Demanda es a las 9:00 AM con un valor de 221.8 kW al inicio de clases descendiendo a las 13:00 horas con un valor de 126.5 KW, al reanudar las clases y a hasta las 18:00 llega hasta 210.5 kW y hasta las 21:00 horas la demanda desciende hasta 16.53 KW.

-Comportamiento de los Voltajes (Volts).- El valor mínimo registrado tomando en consideración las tres fases fue de 122.7 volts en la fase B a las 9:00 AM y el valor máximo fue de 134.5 en la fase C a las 00:00 horas, de acuerdo con los valores establecidos en la Ley del servicio público y su reglamento que marca un +/-10%, se considera que el intervalo de operación es satisfactorio, el comportamiento del voltaje medido en cada fase es muy parecido y en ningún caso rebasa el 5% máximo establecido en la norma durante todo el periodo de medición.

-Corriente eléctrica (A) por fase.- Se muestra un desbalance crítico que existe en el transformador analizado entre las fases C y B a las 11:00 horas, los valores fueron: fase A=439.9 A., fase B=525.6 A y fase C=396.3 A, usando la ecuación de desbalance mencionada anteriormente, sobrepasa el % autorizado por la NOM-001 SEDE-1999.

-Análisis del sistema de Iluminación.- Para determinar las cargas se realizó un levantamiento eléctrico de las cargas de los edificios A y B, se elaboraron los planos eléctricos, se midieron los niveles de iluminación en las aulas, oficinas, biblioteca y pasillos en el que se elaboraron los cuadros de cargas, en cada edificio se analizó su actividad primordial en cada nivel, por ejemplo, en las aulas la iluminación se registró a nivel de los pupitres en diferentes posiciones pero siempre a la misma distancia del suelo tan cerca como sea posible del plano de trabajo, tomando precauciones para no reflejar luz adicional sobre el luxómetro, en los pasillos el nivel de iluminación se midió a una distancia de 1.50 m del piso, a la altura de un hombre ordinario, las lecturas las tomaron con un luxómetro (LIGHTMETER modelo CA813 con capacidad de 200 klux, marca AEMC), se hicieron en horario nocturno de 19:00 a 21:00 horas, por el motivo que en este lapso de tiempo ya oscureció y no se tiene luz solar (directa y difusa), la cual afectaría la medición, “el análisis de iluminación se inició con el levantamiento del equipamiento empleado, los datos de los gabinetes, tipos de lámparas, en servicio y fundidas o apagadas, difusores, interruptores, balastro y medición de iluminación (luxes)” (Martínez Ruiz Miguel Jesús. 2005, p 100), del estudio se encontró que en los salones los valores mínimos se deben a la

mala distribución de las luminarias, y también en algunos pasillos, a causa de que el espacio entre lámparas es muy grande,

-Costo y ahorro por sustitución de lámparas.- De la propuesta de sustitución de lámparas de T-12 de 39 W y de 75 W, por lámparas T-8 de 32 W y de 59 W, respectivamente y lámparas de 22 W circulares por lámparas ahorradoras compactas de 20 W, manejan una inversión total de \$ 42,689.48 y un ahorro total anual de \$ 18,320.29, con un periodo de recuperación de 2.33 años.

-Análisis del aire acondicionado.- Se determinaron las necesidades de acondicionamiento de aire que se necesita en cada una de las áreas, posteriormente se tomaron datos de placas de los equipos de ventana y minisplit, por lo cual se determinó la capacidad de refrigeración que se entrega y así determinar la Relación de Eficiencia Energética (REE), basados en al norma (NOM-021-ENER/SFCI/ECOL-2000), (Martínez Ruiz Miguel Jesús. 2005, p 124).^[17].

-Propuesta de sustitución de aires acondicionados.- “Después de hacer el levantamiento eléctrico de la carga de aire acondicionado y hacer el análisis de los equipos de acuerdo con sus características obtenidas en dicho levantamiento se llegó a la conclusión de que se podía llevar a cabo la sustitución por equipos de aire acondicionado tipo ventana y mini-split ineficientes por equipos más eficientes” (Martínez Ruiz Miguel Jesús. 2005, p 124), en una tabla se muestran los equipos de aire acondicionado que no alcanzan los valores normativos de (Relación de Eficiencia Energética) REE, de acuerdo con la tabla de clasificación de (NOM-021-ENER/SFCI/ECOL-2000).

-Ahorro en el consumo de energía por la sustitución de aires acondicionados.- De la propuesta de sustitución de aires acondicionados de tipo ventana, se muestra el consumo total de aires tipo ventana actuales de 8,728.95 kWh/año, contra el consumo total de aires acondicionado nuevos de 4,715.17 kWh/año, obteniendo un ahorro en consumo de energía eléctrica de 4,013.78 kWh/año equivalente a un

ahorro anual de 45.9%, y en los aires acondicionados tipo mini-split actuales se tiene un consumo de 39,538.16 KWh/año, contra el consumo total de aires mini-split nuevos de 26,088.48 KWh/año equivalente a un ahorro anual de 34.02%.

Conclusiones y Recomendaciones.- En las áreas grandes como estacionamientos, el alumbrado exterior, etc., se sustituyen las lámparas de vapor de mercurio por lámparas de alta presión de aditivos metálicos, no se tiene conciencia del uso racional de energía eléctrica en el uso de equipos como, cafeteras, computadoras, alumbrado y aire acondicionado de las oficinas y aulas por lo que se recomienda implementar una campaña de concientización, falta instalar medidores de energía eléctrica en cada una de las facultades de la instalación y poder conocer la cantidad de kWh y demanda en kW que se está teniendo.

2.10 NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización).

-La Tensión eléctrica nominal del sistema, es el valor asignado a un sistema eléctrico normalizado se tienen 120/240V; 220Y/127V; 480Y/277V; 480V como valores preferentes, 2400 V como uso restringido y 440V como valor congelado, “La tensión eléctrica nominal de un sistema es el valor cercano al nivel de tensión al cual opera normalmente el sistema. Debido a contingencias de operación, el sistema opera a niveles de tensión del orden de +/- 10% de la tensión eléctrico nominal del sistema para lo cual los componentes del sistema están diseñados”. (NOM-001 STPS 2000, p 22) ^[19].

-Cálculo de los circuitos derivados.- La carga mínima de alumbrado por uso de edificios es por cada metro cuadrado de superficie del piso, debe ser mayor o igual dependiendo el tipo de inmueble, por ejemplo, para el caso de edificio de oficinas la carga unitaria es de 35 (VA/m²), para estacionamientos públicos es de 5 (VA/m²), para almacenes militares y auditorios 10 (VA/m²), (NOM-001 STPS 2000, p 45) ^[19].

- Iluminación.- “Los locales de las baterías deben tener una iluminación natural adecuada durante el día. En los locales para baterías, se deben usar luminarios con portalámparas a prueba de vapor y gas protegidos de daño físico por barreras o aislamientos. Los receptáculos e interruptores deben localizarse fuera del local”. (NOM-001 STPS 2000, tercera sección p 96 y séptima sección p 81) ^[19].

- Sistemas de emergencia.- Son aquellos clasificados como emergentes por reglamentaciones y “son utilizados para suministrar automáticamente iluminación o energía, o ambos, áreas y equipos en caso de falla del suministro normal de energía eléctrica, o en caso de accidente en los componentes de un sistema destinado para suministra, distribuir y controlar la energía y alumbrado esenciales para la seguridad de la vida humana”. (NOM-001 STPS 2000, sexta sección p 72); además; Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reunión donde la iluminación artificial es necesaria para asegurar la salida o para controlar el pánico en edificios de concentración de personas. Los sistemas de emergencia también pueden suministrar energía para funciones como ventilación cuando es esencial para la seguridad de la vida humana, sistemas de alarmas y detección de incendios, etcétera.

Subestaciones.- Toda subestación particular como medio de desconexión general debe tener en el punto de enlace entre el suministrador y el usuario, ubicado en un lugar de fácil acceso y en el límite del predio, para el tipo de subestaciones compactas y/o abiertas o pedestal mayores a 500 KVA. Los niveles de iluminación mínima sobre la superficie de trabajo, para locales o espacios, se muestran en la tabla siguiente: (NOM-001 STPS 2000, séptima sección p 77-78) ^[19].

Tabla 2.10.1 .- Niveles mínimos de iluminación requeridos:

Tipo de lugar:	Iluminancia (lx)
Frente de tableros de control con instrumentos, diversos e interruptores, etc.	270
Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tablero "duplex".	55
Pupitres de distribución o de trabajo.	270
Cuarto de baterías.	110
Pasillos y escaleras (medidas al nivel del piso).	55
Alumbrado de emergencia, en cualquier área.	11
Áreas de maniobras.	160
Áreas de tránsito de personal y vehículos.	110
General.	22

En los cuartos de equipo eléctrico en donde estén instalados equipos de más de 600 V nominales, la iluminación debe ser apropiada aún cuando se interrumpa el suministro de alumbrado normal (NOM-001 STPS 2000, segunda sección p 30). "Del alumbrado exterior de un edificio, que no se requiera para iluminar cuando haya suficiente luz de día, se puede controlar por medio de un dispositivo automático activado por la luz de día". (NOM-001 STPS 2000, sexta sección p 77) ^[19].

- Circuito independiente.- en subestaciones, el circuito para alumbrado y receptáculos y/o unidades de alumbrado debe alimentar exclusivamente estas cargas y tener protección adecuada contra sobre corriente independiente de los otros circuitos.
- Control de alumbrado.- Con objeto de reducir el consumo de energía y facilitar la visualización de fallas en el área de equipos, barras y líneas, el alumbrado debe permanecer al mínimo valor posible, excepto en los momentos de maniobras.
- Eficiencia.- Para optimizar el uso de la energía, se recomienda proporcionar mantenimiento e inspeccionar los luminarias y sus conexiones. Debe colocarse en el

local, cuando menos, una lámpara para alumbrado de emergencia por cada puerta de salida del local”. (NOM-001 STPS 2000, séptima sección p 78) ^[19] .

-Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico.- El equipo eléctrico de la subestaciones debe ser instalado y mantenido para reducir al mínimo los riesgos de accidentes del personal, así como el consumo de energía. El equipo de uso continuo antes de ser puesto en servicio se comprobará que el equipo cumple con los requisitos de esta norma, y posteriormente, debe ser mantenido en condiciones adecuadas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo, el equipo defectuoso debe ser reparado o reemplazarlo. El equipo de uso eventual, se recomienda sean revisados y probados antes de usarse en cada ocasión.(NOM-001 STPS 2000, séptima sección p 80) ^[19] .

- Coeficiente de utilización.- “Es la relación entre el flujo luminoso emitido por el luminaria que incide sobre el plano de trabajo y el flujo que emite(n) la(s) lámpara(s) solas del luminaria. También es derivado de la curva de utilización y es el porcentaje del lumen emitidos por la lámpara que inciden en uno o dos áreas de longitud infinita, una que se extiende al frente del luminaria (lado calle) y la otra atrás del luminaria (lado casa) cuando el luminaria está nivelado y orientado sobre la vialidad en una manera equivalente en la cual fue probado, ya que al ancho de la vialidad está expresado en términos de una relación de altura de montaje de la luminaria al ancho de la calle, este término no tiene unidades (adimensional)” (NOM-001 STPS 2000, séptima sección p 82) ^[19] .

- Confort visual.- Grado de satisfacción visual producido por el entorno luminoso.

- Deslumbramiento.- Condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

- Iluminancia.- ($E=d\Phi/dA$). Es la relación del flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, la unidad de medida es el lux (lx).

- Luminaria.- En un punto de una superficie y en una dirección dada, se define como la intensidad luminosa de un elemento de esa superficie, dividida por el área de la proyección ortogonal de este elemento sobre un plano perpendicular a la dirección considerada. La unidad de medida es la candela por metro cuadrado (cd/m^2).

El nivel de iluminancia o la luminaria requerida en una vialidad se debe seleccionar de acuerdo con la clasificación en cuanto a su uso y tipo de zona en la cual se encuentra localizada, las vías secundarias, vialidades que son usadas fundamentalmente para acceso directo a zonas residenciales, comerciales e industriales, se clasifican a su vez en, por ejemplo las de TIPO C; Vía de acceso industrial que se caracteriza por bajo tránsito peatonal nocturno, moderado tránsito vehicular y baja actividad comercial. (NOM-001 STPS 2000, séptima sección p 82-83) ^[19].

Especificaciones de los sistemas de alumbrado.- A excepción de pasos a desnivel peatonales, alumbrado de emergencia e instalaciones temporales, no se permite el uso de lámparas incandescentes, fluorescentes, tungsteno-halógeno, vapor de mercurio y luz mixta para el alumbrado público. (NOM-001 STPS 2000, séptima sección p 84-87-88) ^[19].

Reflectancia del pavimento.- Se deben considerar las características de reflectancia del pavimento para el cálculo de luminancia de una vialidad, para nuestro caso aplica la siguiente:

Tabla 2.10.2.- Características de la reflectancia del pavimento:

Clase	Qo	Descripción	Tipo de reflectancia
R1	0,10	Superficie de concreto, cemento Pórtland, superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales.	Casi difuso

NOTA.- Qo representa el coeficiente de luminancia media.

- Niveles de Iluminancia.- Vialidades, las necesidades visuales del entorno a lo largo de una vialidad en función de la luminancia, para nuestro caso se describen en seguida los valores mantenidos de luminancia:

Tabla 2.10.3 Valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx).

Clasificación de vialidades	Clasificación del pavimento			Uniformidad de la iluminancia	Andadores	
	R1	R2 y R3	R4	E_{prom}/E_{min}	Iluminancia promedio horizontal mínima	Iluminancia vertical promedio para seguridad ⁽¹⁾
Vías secundaria industrial tipo C.	3	4	4	6 a 1	6	11

⁽¹⁾ Medido a una altura de 1,6 m.

Tabla 2.10.4 Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida para estacionamientos abiertos.

Nivel de actividad	Área general de estacionamiento y peatonal	
	Mínimo sobre el pavimento Lx	Uniformidad E_{prom}/E_{min}
Alta	10,0	4 a 1
Media	6,0	4 a 1
Baja	2,0	4 a 1

Tabla 2.10.5 Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida para estacionamientos abiertos.

Turno	Área general de estacionamiento y peatonal Lx	Rampas y esquinas lx	Accesos lx	Escaleras Rangos de iluminancias lx
Diurno	54,0	110,0	540,0	100-150-200
Nocturno	54,0	54,0	54,0	100-150-200

NOTAS:

1.- Aplicable para cualquier nivel de actividad.

2.- La relación mínima de iluminancia en todos los casos es 4 a 1 (E_{prom}/E_{min}).

- Balastros.- Los balastros a emplear en las instalaciones de Alumbrado Público deben ser aprobados y deben ser de bajas pérdidas, electromagnéticos o electrónicos para lámparas de vapor de sodio en alta presión o aditivos metálicos y adicionalmente deben cumplir por mencionar algunas: tener un Factor de Potencia mayor que 90%; operar satisfactoriamente para variaciones de +/- 10% de la tensión eléctrica nominal de alimentación para lámparas de vapor de sodio en alta presión y de aditivos metálicos.

- Fotocontroladores.- En los sistemas de alumbrado público es obligatorio el uso de fotocontroladores en vialidades tipo autopista y carreteras vías principales, primarias y secundarias. Los fotocontroladores se pueden sustituir por un dispositivo electrónico de control tipo encendido-apagado aprobado. (NOM-001 STPS 2000, séptima sección p 88) ^[19].

- Puesta a tierra.- “Se deben poner a tierra los luminarias metálicos, transformadores y envolventes de transformadores, en circuitos que funcionen a más de 150 V a tierra”, asimismo; “el cable de puesta a tierra debe ser continuo y sin empalmes y en su caso utilizando conectores aprobados” y ser de las características señaladas en esta norma, además “la conexión del electrodo se debe hacer en el lugar y a la

profundidad señalada. La conexión del cable al electrodo se debe realizar con abrazaderas o conectores adecuados de acuerdo a las secciones indicadas en esta norma. (NOM-001 STPS 2000, cuarta sección p 2 y séptima sección p 90) ^[19].

2.11 NORMA Oficial Mexicana NOM-007-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

El objetivo de esta norma es “Establecer los niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para alumbrado (DPEA), que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos”. (NOM-007-2004 primera sección p 33) ^[20].

“No se considera dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana a los sistemas de alumbrado que se instalen en lugares”, por ejemplo; “En los sistemas de alumbrado de emergencia independiente; en equipos de alumbrado para señales de emergencia y evacuación y Equipo de Alumbrado que formen parte integral de otros equipos, los cuales estén conectados a circuitos de fuerza o contactos.” (NOM-007-2004 primera sección p 34) ^[20].

- Para efectos de esta norma se definen algunos términos enseguida:
- “Área cubierta.- Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que tiene envolvente estructural al menos en su cara superior (techo) y no forzosamente debe tener envolvente estructural en las caras laterales (paredes)”.
- “Área abierta.- Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que carece de envolvente estructural alguno”.
- “Carga total conectada para alumbrado.- Es la suma de la potencia en watts, de todos los luminarios y sistemas de iluminación permanentemente instalados dentro

de un edificio, para iluminación general, de acento, localizada, decorativa, etc., incluyendo la potencia del balastro.”

- “La densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA).- Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción, se expresa en W/m^2 ”.
- “ Edificio no residenciales.- Aquel edificio destinado para uso no habitacional.”
- “Eficacia.- Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W)”.
- “Eficiencia energética.- (para fines de esta Norma Oficial Mexicana). Es la que persigue obtener el máximo rendimiento de la energía consumida, a través del establecimiento de valores límite de la DPEA sin menoscabo del confort psicofisiológico de sus ocupantes.”
- “Iluminación decorativa.- La que proporciona un nivel y/o color diferente al de la iluminación general, con propósitos de embellecimiento de algún local o superficie”.
- “Iluminación localizada.- Iluminación dirigida hacia un área o superficie específica, que proporciona iluminación suficiente para la ejecución de una actividad”.
- “Iluminancia.- Es la luminosidad en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que incide sobre un elemento de la superficie dividido por el área de ese elemento. La iluminancia está expresada en lux (lx)”.
- “Sistema de alumbrado de emergencia independiente.- Es aquel conjunto de equipos y aparatos para alumbrado diseñado para entrar en funcionamiento si falla el sistema de suministro de energía eléctrica. El término independiente se refiere a la autonomía de este sistema de alumbrado con respecto al sistema de alumbrado de operación normal y continua”. (NOM-007-2004 primera sección p 34-35) ^[20].

Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los edificios indicados de la presente Norma Oficial Mexicana, para los tipos de; Oficinas, escuelas, comercios, hospitales, hoteles, restaurantes, bodegas, recreación y cultura, talleres de servicio, carga y pasajes. no deben exceder los valores indicados en la tabla 2.11.1

Nota.- En la tabla 2.11.1 solo se indican los tipos de edificio y valores que aplican para este caso de estudio.

Tabla 2.11.1 Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA).

Tipo de Edificio	DPEA (W/m ²)
Oficinas	
Oficinas	14
Escuelas y demás centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	16
Bibliotecas	16
Restaurantes	
Cafeterías de venta de comidas rápidas	19
Restaurantes	20
Bodegas	
Bodegas o áreas de almacenamiento	13
Talleres de servicio	
Talleres de servicio para automóviles	16
Talleres	27

“En el caso de fachadas de edificios la eficacia de la fuente de iluminación que se utilice para su iluminación no debe ser menor a 22 lm/W.”, para el cumplimiento de esta norma debe ser igual o mayor, también “la DPEA para las áreas exteriores restantes, que formen parte de los edificios contemplados dentro del campo de aplicación de la presente norma no debe ser mayor de 1,8W/m²”. (NOM-007-2004 primera sección p 37) ^[20].

Los estacionamientos cubiertos, cerrados o techados, que formen parte de los edificios contemplados dentro del campo de aplicación de esta Norma, la DPEA a cumplir no debe ser mayor de 3 W/m². y, para los estacionamientos abiertos no debe exceder lo establecido en la tabla 2.11.2.

Tabla 2.11.2 Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado DPEA) para estacionamientos abiertos.

Área a iluminar (m ²)	Densidad de potencia (W/m ²)
< 300	1,80
de 300 a < 500	0,90
de 500 a < 1000	0,70
de 1000 a < 1500	0,58
de 1500 a < 2000	0,54
> 2000	0,52

-Método de cálculo.- para determinar la DPEA, en el sistema de alumbrado de edificios no residenciales se debe calcular la carga total conectada de alumbrado expresada en Watts, y el área total por iluminar expresada en metro cuadrado de acuerdo con la siguiente expresión genérica:

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

Se considerará que la instalación cumple con lo establecido por esta Norma Oficial Mexicana si la eficacia de la fuente de iluminación para las DPEA calculadas son iguales o menores que los valores límites establecidos para cada uso del edificio analizado de acuerdo con lo establecido en la tabla 2.11.1, Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA).

- Metodología.- “Las DPEA totales para los sistemas de alumbrado interior y exterior se determinan en forma independiente una de otra. Estas densidades no pueden ser combinadas en ningún momento, por lo que se deben determinar y reportar los valores de cada una de ellas en forma separada” (NOM-007-2004 primera sección p 38) ^[20].

En el diseño de edificios para un uso único es permitido para algunas áreas o espacios del edificio, dependiendo de las tareas o actividades que en su interior se obtengan valores de DPEA mayores a los límites establecidos, aunque tienen que ser compensadas por otras áreas con valores de DPEA menores y de esta forma que los valores de DPEA totales del edificio cumplan con lo establecido en la presente NOM.

“En el caso de edificios de uso mixto se deben determinar y reportar en forma separada las DPEA para alumbrado interior de cada uno de los usos del edificio” (NOM-007-2004 primera sección p 38) ^[20].

- Determinación de la DPEA del sistema de alumbrado.- “A partir de la información contenida en los planos obtenidos de los fabricantes de los diferentes equipos de alumbrado considerados en dicha instalación, se cuantifica la carga total conectada de alumbrado, así como el área total iluminada a considerarse en el cálculo para la determinación de la DPEA del sistema de alumbrado, de acuerdo con el siguiente procedimiento” (NOM-007-2004 primera sección p 38) ^[20].

-Alumbrado interior:

-Identificar el tipo de edificio proyectado con base en la clasificación de la Tabla 2.11.1.

-“Identificar el número total de niveles o pisos que integran el edificio y, en su caso, los diferentes usos del mismo”.

-“Obtener las áreas de los espacios o particiones a ser iluminadas de cada uno de los pisos o niveles, para cada uno de los usos que integran el edificio, la información deberá ser expresada en m²”.

-“Determinar la carga total para conectada para alumbrado. En el caso de los equipos de alumbrado que requieran el uso de balastos u otros dispositivos para su operación, se debe considerar el valor de la potencia nominal del conjunto lámpara-balastro. La información anterior debe ser expresada en watts”.

-“Integral los valores parciales obtenidos para cada piso o nivel”.

-“Se excluyen aquellas áreas, sistemas y cargas específicas conceptualizadas como excepciones indicadas en el Capítulo 2. Campo de aplicación de la NOM-007-2004”.

-“Determinar la DPEA total a partir de la carga total conectada para alumbrado y el área total de cada uso y comparar contra los valores de los DPEA de la tabla 2.11.1”. (NOM-007-2004 primera sección p 38) ^[20].

-Alumbrado exterior:

-“Identificar las áreas abiertas del edificio, Como son jardines, andadores, zonas de carga y descarga, zonas de circulación peatonal y vehicular”.

-“Determinar el área en m^2 y cuantificar la carga total conectada para alumbrado expresada en watts”.

-“Determinar la carga total conectada para alumbrado. En el caso de los equipos de alumbrado que requieran el uso de balastos u otros dispositivos para su operación, se debe considerar el valor de la potencia nominal del conjunto lámpara-balastro-dispositivo. La información anterior debe ser expresada en watts”.

-“Determinar la DPEA total a partir de la carga total conectada para alumbrado y el área total de cada uso y comparar contra el valor de DPEA para las áreas exteriores restantes que formen parte de los edificios contemplados no debe ser mayor de 1,8 W/m^2 ”. (NOM-007-2004 primera sección p 38-39) ^[20].

- Consideraciones especiales:

-Los luminarios para señalización de salidas.- Los luminarios para señalización ubicados en el interior o exterior del edificio que consumen más de 5 watts, deberán tener lámparas cuya eficacia mínima sea de 35 lm/W.

-Iluminación localizada.- En algunas áreas se puede tener un incremento de densidad de potencia eléctrica, siempre y cuando se verifique que los luminarios proyectados sean realmente instalados. “Esta DPEA deberá emplearse únicamente para los luminarios específicos y no para aplicaciones distintas o en otras áreas”. Estas áreas pueden ser: por ejemplo, a “las que se instala iluminación adicional a la general, con propósitos decorativos (candiles, arbotantes) o para destacar obras

artísticas. El incremento en la DPEA permitida para estos luminarios suplementarios, no debe ser mayor de $10,8 \text{ W/m}^2$ dentro del local específico”. (NOM-007-2004 primera sección p 39). En “áreas para trabajos con computadoras en los que se instalen luminarias especiales para evitar reflejos o deslumbramientos, se acepta un incremento máximo en la DPEA de $3,8 \text{ W/m}^2$ dentro del local requerido” (NOM-007-2004 primera sección p 39) ^[20].

2.12 NORMA Oficial Mexicana NOM-025 STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

La presente Norma contiene importantes definiciones, se mencionan algunas enseguida:

- deslumbramiento: “es cualquier brillo que produce molestia, interferencia con la visión o fatiga visual”.
- Iluminación; iluminancia: “es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en lux”.
- iluminación complementaria: “es un alumbrado diseñado para aumentar el nivel de iluminación en un área determinada”.
- iluminación localizada: “es un alumbrado diseñado para proporcionar un aumento de iluminación en el plano de trabajo”.
- nivel de iluminación: “cantidad de energía radiante en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en lux”.
- plano de trabajo: “es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos”.

Reflexión: “es la luz reflejada por la superficie de un cuerpo”.

Sistema de iluminación: “es el conjunto de luminarias destinadas a proporcionar un nivel de iluminación para la realización de actividades específicas”.

Tarea visual: “actividad que debe desarrollarse con determinado nivel de iluminación”. (NOM-025-1999 p 2-3) ^[21].

- Niveles de Iluminación.

Los niveles mínimos de iluminación que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual del puesto de trabajo o área de trabajo, son establecidos en la tabla 2.12.1 (NOM-025-1999 p 3-4) ^[21].

TABLA 2.12.1 NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

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, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y maquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y maquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres. áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinados 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
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabados con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2,000

-Reconocimiento.- Con el fin de determinar las áreas o puestos que no tengan la suficiente iluminación o que presenten deslumbramientos, se debe realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo, donde se encuentren laborando los trabajadores, inclusive es importante tomar en cuenta los reportes que ellos emitan, de esta manera se recopila la información técnica y administrativa que permita seleccionar las áreas y puestos de trabajo a evaluar, “también se debe registrar; plano de distribución de áreas; luminarias, maquinaria y equipo; descripción del proceso de trabajo; descripción de los puestos de trabajo; número de trabajadores por área de trabajo”. (NOM-025-1999 p 5) ^[21].

-Evaluación.- de la información recabada en el reconocimiento para la evaluación de los niveles de iluminación es conveniente consultar el apéndice A de la NOM-025-STPS, menciona entre algunas cosas la ubicación de los puntos de medición; “deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando: el proceso de producción, la ubicación de las luminarias y de las áreas y puestos de trabajo, y la posición de la maquinaria y equipo”. (NOM-025-1999 p 8) ^[21].

Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo con lo indicado en la NOM-025-STPS tabla A1, para lo cual se relaciona con el valor del índice de áreas y de esta forma establecer el número de zonas a evaluar. La ecuación del valor de índice de áreas es la siguiente: (NOM-025-1999 p 11) ^[21].

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)}$$

Donde :

IC = índice de área.

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

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

Para determinar el factor de reflexión (K_f) en las áreas y puestos de trabajo indicado en la NOM-025-STPS apéndice B, se usa la siguiente ecuación:

$$K_f = \frac{E1}{E2}(100)$$

Donde :

E1 = Primera medición.

E2 = Segunda medición

K_f = Factor de reflexión de la superficie.

El resultado de la ecuación (K_f) se debe comparar con los niveles máximos permisibles de factor de reflexión indicados en la tabla 2 en al NOM-025-STPS.

2.13 DIAGNOSTICOS ENERGÉTICOS

El diagnóstico energético se define como un estudio en el que se aplican un conjunto de técnicas para determinar, en las instalaciones de una empresa, las áreas de oportunidad de ahorro de energía eléctrica, con este estudio se comprueba su factibilidad técnica y rentabilidad económica, sin demeritar el confort ni la calidad de los productos que se fabrican en ellas. (<http://www.fide.org.mx/Industria/industria.html>).

“Las auditorías o diagnósticos energéticos son estudios que permiten determinar dónde y cómo se utiliza la energía en una instalación. No son una solución directa al control de costos en el uso de la energía, pero sí la herramienta más útil para lograr esa función. A través de los diagnósticos se identifican los puntos del proceso de mayor uso de energía y se hacen resaltar aquellos donde ésta se desperdicia y es posible generar algún ahorro. Brindan, además, el apoyo necesario para desarrollo cualquier proceso o actividad en condiciones óptimas”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos”2005 p 1) ^[8].

Los diagnósticos energéticos se pueden dar en tres niveles, “A”, “B”, “C” o también, “1”, “2” y “3”. La metodología para la realización de un diagnóstico energético se debe entender como un proceso lógico de conducir secuencialmente las actividades del diagnóstico. Para lograr llegar a la evaluación de acciones para usar más eficientemente la energía, se debe tomar en cuenta, que las actividades a realizar en una planta no necesariamente tienen que reproducirse de la misma manera o idénticamente en otra planta, incluso con empresas o plantas de productos similares, además, las actividades a realizar mostrados a través de un diagrama de flujo sirven como guía para realizar un proyecto de diagnóstico energético. Para realizar el estudio de manera eficiente básicamente se consideran las etapas siguientes; “En la primera, se define el proyecto de diagnóstico de energía que será ejecutado. En la segunda etapa, se obtiene datos necesarios para la realización del diagnóstico, ya sea por edición directa o por cálculo con base en ecuaciones paramétricas o de estado. En la tercera etapa se efectúan los balances de materiales y de energía, se calculan las eficiencias energéticas, se tabulan los resultados y, posteriormente, se realiza su análisis para detectar las condiciones que permitan mejorar la eficiencia”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos”2005 p 3) ^[8].

Definición del Proyecto:

El diagnóstico de energía inicia con la definición del proyecto, se trazan las metas, las necesidades y objetivos a alcanzar así como se delimita la frontera del proyecto del diagnóstico. En la visión del diagnóstico a nivel “A”, “se analizan los energéticos de mayor impacto total, revisando la información periódica, durante el mayor tiempo posible, Se generan índices energéticos de consumos globales para la instalación”, buscando oportunidades claras de ahorro de energía, siendo los resultados más cualitativos que cuantitativos. En el diagnóstico a nivel “B” se debe subdividir la instalación por unidades consumidoras de energía (departamentos, procesos, etapas de producción, etc.), con el fin de identificar los puntos de mayor uso de energía de

mayor a menor, también, “establecer los puntos o puertos de entrada y salida, y proceder a analizar energéticamente las operaciones más importantes, definir su eficiencia actual y proponer todas las acciones correctivas o de sustitución tecnológica para lograr una mayor eficiencia energética”; en el nivel “B” el diagnóstico el análisis es cuantitativo. “En este tipo de diagnósticos normalmente no se estudia toda la planta sino únicamente los equipos o procesos que representan alrededor del 80% del consumo total de energía”. El nivel “C” se utiliza cuando se quiere tener un conocimiento total de la instalación y del mismo modo subdivide el proceso o equipos en unidades menores para tener un conocimiento completo del funcionamiento energético de la instalación, “se etiquetan las entradas y salidas de materia y energía para su identificación en cualquier momento, sobre todo para cuando sea el momento de poner atención en aquellos subsistemas o módulos que son susceptibles de un mejoramiento en su funcionamiento energético”, se considera que en este tipo de diagnósticos estudia toda la planta y se proponen tecnologías más modernas aunque no sean económicamente atractivas, se utilizan métodos de análisis energéticos más complejos. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 4) ^[8].

Obtención de datos:

Para el caso del diagnóstico a nivel “A”, los datos a recabar consisten en los registros de la empresa; como los consumos de energéticos, combustibles, electricidad y de producción, además se verifica la existencia de información, como diagrama unifilar, censo de motores y otros equipos que empleen electricidad. En el diagnóstico a nivel “B”, “los datos incluyen registros de consumos de energía por departamento, proceso o equipo” igualmente, “el análisis de los censos o inventarios de equipos tanto eléctricos como térmicos datos técnicos de la construcción de las instalaciones y de funcionamiento o diseño de equipos”; es conveniente desarrollar los formatos apropiados para adaptarlos a cada planta, en caso de que algún parámetro no se pueda medir se tendrá que calcular con base en ecuaciones paramétricas o de

estado.(Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos”2005 p 5) ^[8].

Análisis de Datos:

Esta etapa es la última del diagnóstico, se ponen los datos en formas y formatos adecuados, en esta fase del diagnóstico donde los flujos de energía y los balances se vuelven más claros, “Se evalúan las eficiencias energéticas y se determinan las perdidas energéticas respectivas” se pueden emplear técnicas de contabilidad financiera, “tales como formas comparativas de magnitud, que son reportes de uso de la energía presentados en porcentaje. Cada cantidad (pérdidas, trabajo, distribución, etc.), está dada como un porcentaje de la energía total consumida. Esos formatos se presentan frecuentemente con base en dos o más balances de energía de la misma operación en diferentes épocas, dos o más plantas, dos o más departamentos o sistemas en la misma fecha”, con los datos anteriores se pueden presentar “índices energéticos en función del tiempo, Por ejemplo, energía total por unidad de producto producido, consumo de electricidad por unidad de producto producido, cantidad de combustible consumido en calderas por kilogramo de vapor generado, combustible consumido en calderas por unidad de producción, etc., lo importante de estos índices es que reflejen la productividad de la empresa asociada al consumo de energía”.(Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos”2005 p 5) ^[8].

2.14 AUDITORIAS EADC-IAC

El Departamento de Energía de Estados Unidos de América (DOE), desde el año 1976, apoya el programa denominado “Energy Análisis and Diagnostic Centres (EADC)”, ofreciendo auditorías sin costo, con la participación de Universidades y Tecnológicos. En el año 1993, el programa original EADC se transformó en el programa Industrial Assessment Centres (IAC), para realizar auditorías en energía, ambiental y productividad simultáneamente

Una auditoría desarrollada por el programa EADC/IAC, inicia con la selección de la empresa a auditar, ésta debe estar ubicada dentro del un área geográfica que le fue asignada al centro de análisis y diagnósticos energético, la parte que sigue es la visita a la empresa, se realiza una entrevista inicial en la que se dan a conocer las metas de la reunión, la descripción del programa IAC, y los detalles de la operación de la planta y de su equipamiento, esta actividad es importante “pues el éxito del trabajo está supeditado a que la administración de la empresa esté convencida de la calidad del equipo de auditores”, así mismo se debe tratar lo relativo a la confidencialidad, seguros y normas de seguridad, también, “se hace una evaluación de la filosofía administrativa, entrenamiento, nivel educativo de la administración y del comité de eficiencia energética”, de la misma manera, la operación de la planta involucra tanto la maquinaria como el personal, por lo cual “las principales medidas son de tipo técnico, la interfase con la administración de la planta, el entendimiento de su filosofía de operación y las costumbres, son metas de similar importancia”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Auditorias EADC-IAC”2005 p 21) ^[9].

Recorrido por la planta.- posterior a la entrevista inicial, se realiza el recorrido por la planta, el principal interés se centra en los procesos de manufactura, el recorrido debe involucrar los sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y cualquier otro sistema auxiliar que consuma energía, por lo regular es desde la llegada de las materias primas hasta la salida del producto terminado, el objetivo del recorrido es tener una visión general de las instalaciones y una impresión inicial de las oportunidades de ahorro, posteriormente a la revisión, se hace una lista de las posibles oportunidades de ahorro y “estudio de los recibos de pago de los energéticos y las discusiones durante la entrevista inicial”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Auditorias EADC-IAC”2005 p 22) ^[9].

Mediciones y reunión de la información.- “la táctica de acercamiento consiste en obtener la información obvia o más simple al principio” posteriormente, el equipo de auditoría explora más, otras oportunidades de ahorro identificadas, se mencionan

algunas mediciones típicas: (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Auditorias EADC-IAC”2005 p 23) ^[9] .

- Medición de presiones.
- Niveles de iluminación.
- Fugas de aires.
- Demanda de energía eléctrica.
- Voltaje, amperaje, Factor de potencia.

Entrevista final.- se efectúa una entrevista final con la administración de la planta, la idea es avanzar en aquellas acciones que se establecieron en acuerdo con la administración, de igual modo determinar si las ideas de ahorro de energía son viables de ser puesta en practica, si estas ideas pueden ser realizadas, los directivos de la empresa ya conocerán el informe final, y podrán hacer cambios inmediatos.

Preparación del informe de auditoría.- “La redacción del informe de la auditoría incluye descripciones detalladas como el diagrama de la planta; los sistemas de calentamiento, ventilación y aire acondicionado y de procesos de manufactura, pueden ser escritas antes de tener la información de los datos de los equipos del proveedor”, de igual modo los cálculos deben ser claros y concisos, de forma que se pueda seguir su lógica.

Seguimiento de las acciones recomendadas.- transcurridos unos seis y doce meses de haber presentado el informe final de auditoría, se efectuará una entrevista de seguimiento con los directivos, normalmente es por teléfono, y se revisa si alguna acción no fue ejecutada se buscan las causas, o si alguna medida no fue entendida correctamente. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Auditorias EADC-IAC”2005 p 23) ^[9] .

CAPITULO III

CAPITULO III

DESARROLLO DE METODOLOGÍA.

3.1 Metodología de diagnóstico energético.

- Definición del proyecto.

En esta etapa de la definición del proyecto inicia el diagnóstico energético, debe quedar muy claro el alcance y profundidad del estudio a realizar, “así enfocar los objetivos en forma precisa y, por lo tanto, alcanzarlos de manera más eficiente”.

Se presenta una metodología de diagnóstico energético, que lo interesante es, que se obtienen resultados cuantitativos desde sus primeras etapas, “podría decirse que es un nivel intermedio entre el “A” y el “B”, las características más relevantes de esta metodología son las siguientes”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 6) ^[8].

- a) Proporciona información técnica-económica suficiente sobre el potencial de ahorro inicial y posibles medidas de aprovechamiento.
- b) Requiere de un mínimo de recursos humanos y materiales, para que su costo sea el más bajo posible.
- c) Sirve de elemento detonador para iniciar los programas de uso racional de la energía en las instalaciones bajo estudio.
- d) La duración del diagnóstico no debe exceder de una semana.

Esta metodología propuesta consiste en la realización de las actividades mencionadas enseguida:

3.1.1 Solicitud, recopilación y análisis de la información histórica:

Es esencial para un diagnóstico energético la información histórica del consumo de energía de la planta o instalación, lo más detallada posible, es más conveniente tener copias de los recibos o facturaciones de energía, que recibir una tabla con los valores ya digeridos, investigar sobre la producción de la empresa o, en su caso, otro valor que indique el nivel de actividad, con el fin de elaborar los índices energéticos de la instalación, la idea es “acotar los niveles de consumo energético por unidad de producción en los que se desenvuelve la operación normal de la instalación”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 7) ^[8].

Del mismo modo se desarrolla el censo de equipos eléctricos y térmicos, capacidad instalada y datos de consumo de energía, con esto se tendrá el control estadístico del consumo energético en la planta, además en las líneas de producción o etapas del proceso importantes.

Para el análisis de la información, se deben tener los registros del consumo de energía de la planta industrial de por lo menos un año, y con ellos obtener las tendencias y comportamientos de los consumos energéticos contra el tiempo, de igual forma servirá para obtener información importante y definir el periodo más adecuado para realizar las mediciones en las instalaciones.

Cuando el equipo auditor no forma parte de la misma empresa es conveniente solicitar un espacio para el trabajo de gabinete dentro de las instalaciones, para no perder tiempo en transportarse a un lugar lejano a la empresa, es recomendable llevar una computadora para elaborar en ella la base de datos con la información recabada, “y después generar las gráficas de datos e indicadores energéticos que sean de interés para ser analizados, criticados y comparados” por el personal que realiza la auditoría. De ahí “se obtienen los índices energéticos que describen las tendencias energéticas de la instalación y la importancia relativa de cada energético

según su consumo y su impacto en los costos”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 7) ^[8].

3.1.2 Evaluación del impacto del consumo de energéticos en los costos de producción.

Se realiza la evaluación de los consumos energéticos por unidad producida o por volumen de producción, de acuerdo con la operación de la planta. Para realizar esta actividad es necesario contar con la información recabada con anterioridad, se pueden obtener los costos totales, se emplea el mes o año, denominado consumo global de la planta, y considerando la producción global y los consumos con referencia a una unidad común de energía, se podrá conocer la energía consumida por cada unidad producida; “este indicador mediante esta relación será de gran ayuda en la evaluación final del diagnóstico energético, pues éste se comparará con el consumo que se propondrá al final de las propuestas de ahorro de energía; la diferencia entre ambas es el potencial de ahorro logrado después de la auditoría energética”, la unidad producida se puede expresar “por el número de unidades producidas en un intervalo de tiempo, por toneladas, litros, barriles, etc.” (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 8) ^[8].

3.1.3 Recorrido por la instalación.

Antes de iniciar el recorrido por las instalaciones, es de mucha ayuda familiarizarse con el proceso, operación, etc. El preparase sobre el tema ayudará a que en poco tiempo sea posible encontrar áreas de oportunidad de energía o posibles fallas, además, es conveniente establecer una buena relación con alguna persona que conozca bien el proceso y las funciones de todas sus partes, y las variaciones que en ella ocurren que modifican los consumos de energía.

Se verificará si se cuenta con plano de ubicación de cargas, igualmente, se identificarán lo siguiente: (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 9) ^[8] .

- Las dimensiones del terreno de la empresa, y un diagrama general de ubicación de las principales operaciones con fines de orientación.
- Los grupos de máquinas para un mismo proceso.
- Las líneas conductoras de energéticos.
- Las oficinas generales de apoyo administrativo.
- Los sistemas de iluminación de la planta.
- Los talleres de apoyo a la producción.
- El voltaje de operación de los equipos.
- El riesgo de accidente al efectuar el recorrido.

Si no se tiene el plano de ubicación de cargas se realizará el levantamiento de cargas la elaboración de diagramas unifilares, incluyendo datos del estado físico de cada instalación. (González Milla G; García Juárez F; Alarcón Alemán J. 1998,p.122) ^[6] .

El recorrido por las instalaciones puede ser realizado por dos o tres personas con el fin de que cada una de ellas tenga una idea general del proceso de la empresa; el objetivo es la detección de oportunidades de ahorro obvias que se anotarán para discutir las en equipo de trabajo, y plantear una cartera de alternativas de ahorro para trabajar en ellas. “La auditoría del recorrido podrá ser simple en plantas pequeñas donde se empleen pocos energéticos y existan pocos procesos u operaciones, o muy complicada cuando haya una gran cantidad de arreglos de equipos y procesos”. El personal operario también puede cooperar pues quizá ha identificado oportunidades para incrementar la eficiencia energética aunque no han tenido el tiempo o las herramientas de cálculo necesarios para la evaluación. “lo más importante es ser sensibles al uso de la energía e imaginativos para proponer soluciones inmediatas y

accesibles”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos”2005 p 10) ^[8].

3.1.4 Identificación de oportunidades de ahorro.

Al terminar el recorrido se sugiere elaborar una lista de las oportunidades de ahorro detectadas para discutir las con los compañeros auditores y tomar en cuenta cada punto de vista de cada uno de ellos; se establecerá una “serie de puntos posibles de trabajo para elaborar una cartera de alternativas y valorar el potencial de ahorro de cada una de ellas. La cartera debe estar ordenada de tal forma que aparezcan en primer término los puntos más importantes que ofrezcan mejores e inmediatos resultados, debido a que el tiempo y el presupuesto son limitados”.

Existen puntos que deben ser considerados como base para trabajar en ellos, para nuestro caso de estudio, se tomarán en cuenta algunos de los equipos instalados en una Subestación de Transmisión, se enlistan en seguida:

a) Sistemas de Iluminación.

- Las condiciones actuales de la iluminación.
- El tipo de lámparas y luminarias.
- La potencia de cada equipo.
- Distribución de los equipos de iluminación dentro de la instalación.
- Tiempos de encendido.
- Área de láminas translúcidas o contribuciones de luz natural.
- Circuitos de encendido, generales o individuales.

b) Aire acondicionado.

- Tipo de equipo acondicionador.
- Condición actual del aislamiento térmico del local.
- Incidencia de radiación solar sobre las ventanas.
- Aislamiento de ductos o tuberías conductoras de aire o agua.

- Mantenimiento de filtros de aire (estado, frecuencia, etc.).
- Temperatura de operación.
- Horario de operación.
- Fugas obvias a través de puertas y ventanas abiertas.

c) Aire comprimido.

- Número y tipo de compresores.
- Presión a la que opera el apagado automático de la unidad.
- Presión de trabajo.
- Longitud y diámetro de las líneas conductoras de aire.
- Ubicación de la unidad o unidades con respecto al área de utilización.
- Diámetro estimado de los orificios de fuga de aire.

Para iniciar esta etapa, ya se tiene la información de los equipos y las líneas de producción, ya se conocen sus condiciones de operación, las cuales se pueden comparar con las reportadas por el fabricante o en su caso, con los datos ideales y calcular la eficiencia, “para lograr un acercamiento a ese dato de eficiencia es necesario introducir una guía de puntos posibles de ahorro en una auditoría energética a analizar y trabajar sobre ellos con la idea de ahorrar energía, que sea lo más rentable económicamente posible”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 11) ^[8].

Las posibles medidas de incremento de eficiencia varían en el ahorro y en el tipo de operación a realizar, asimismo de la inversión necesaria, de esto dependen las posibles operaciones a ejecutar, “las que requieren de inversión y las que no; dentro de esta última categoría se cuentan las que sólo aplican las bases de mantenimiento y aquellas en las que se racionalice el uso de energía en el proceso para optimizar su utilización”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 11) ^[8].

“El objetivo de esta parte de la auditoría es identificar las alternativas para ahorrar energía con mínima o nula inversión para que su recuperación monetaria o los resultados del beneficio se vean reflejados rápidamente en la economía de la empresa”.

Esta labor puede durar varios días, depende del tamaño de la instalación y requiere de todo un equipo de trabajo para el diagnóstico energético ya que es una parte primordial dentro de la metodología y de la que se obtendrán las bases para plantear la estrategia a seguir para conseguir los máximos ahorros posibles de energía con la mínima inversión.

3.1.5 Planteamiento de la estrategia a seguir.

Después de identificar las oportunidades de ahorro, se seleccionará la ruta de seguimiento para llevarlas a cabo y evaluar los resultados que se alcanzarán, con las modificaciones propuestas al proceso, equipo o instalación, “la estrategia deberá reconocer la importancia de cada una de las oportunidades de ahorro, la posibilidad real de evaluación y el tiempo disponible para hacerlo”. En la evaluación de la estrategia a seguir, es conveniente considerar algunos factores como “la situación técnica y económica de la empresa, la disponibilidad de personal y de la tecnología necesaria para la mejora de la producción y el interés que demuestren los empresarios por el trabajo que se está desarrollando dentro de su empresa. Debido a esas razones es muy importante que queden muy claros los alcances del diagnóstico energético y preparar una secuencia de trabajo real, que lleve a cabo las oportunidades que se adapten a las posibilidades de cada empresa y planear para el futuro la aplicación de las medidas o acciones que por el momento no son posibles por dificultades técnicas o económicas”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 12) ^[8].

3.1.6 Instrumentación y mediciones.

Un diagnóstico energético es un proyecto complejo que es conveniente desarrollarlo de manera secuencial, “cada paso del diagnóstico energético es un proceso de estudio para las fases subsecuentes, que lleva de lo general a lo específico, después de cada paso se toman acciones para incrementar la eficiencia energética y/o moverse al siguiente nivel que requiere de información detallada”, sin embargo, es común encontrarse con la falta de datos de las variables de interés, para el estudio del sistema, equipo o proceso, debido a la ausencia de instrumentación, razón por la cual es necesario contar con equipo de medición, de preferencia portátil, y así obtener los datos de cada parámetro con suficiente facilidad, precisión y claridad, al igual estar probando las variaciones en el sistema, “las variables más comunes que tienen que ser medidas son presión, temperatura, flujo, nivel, composición de gases de combustión, voltaje, amperaje, demanda y factor de potencia”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 13) ^[8]

3.1.7 Evaluación del potencial de ahorro.

Una vez que se identificaron los posibles puntos de ahorro de energía dentro de la instalación, se seleccionan las alternativas por orden de importancia, tomando en cuenta los de mayor probabilidad e interés de realización.

“Para la evaluación del potencial de ahorro de energía de las alternativas detectadas es necesario efectuar balances de energía”, y con ello contabilizar las pérdidas que tengan en el proceso, equipo o sistema”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 13) ^[8].

Los balances de energía se realizarán por cada equipo o proceso de interés, con ayuda de un diagrama de flujo y esquemas que lo representen en forma general, “la importancia de los balances de energía radica en medir realmente, la cantidad de

energía utilizada en los equipos y procesos de la planta en un tiempo determinado”, por lo que se obtiene una idea próxima, de la situación energética de la empresa.

“Con ayuda de los resultados del balance de energía, se puede determinar el consumo de energía por unidad de tiempo, así como el costo real de la energía utilizada. Ya conocidas las condiciones de producción, se realiza otro balance de energía; ahora, con las propuestas al proceso o equipo, tratando de aprovechar la eficiencia máxima del punto de ahorro detectado”. Estos resultados se comparan con el balance de energía actual y determinar el potencial de ahorro de energía, para “que después debe ser convertido a unidades monetarias para que sea considerada la factibilidad económica y por lo tanto su realización”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 13) ^[8].

“En todo balance es fundamental que las condiciones en que se hacen las mediciones sean las mismas al principio y al final de la labor, en la parte térmica serian parámetros tales como: temperatura de las paredes, el análisis de la combustión, cantidad de combustible consumido, temperatura de gases de combustión, cantidad de unidades producidas, pérdidas por desechos de producción, purgas, condensados, fugas de calor, etc. En la parte eléctrica la carga instalada, distribución eléctrica, tiempos de utilización de motores y otros equipos que utilizan energía eléctrica como compresores, sistemas de alumbrado, aire acondicionado, equipos de refrigeración y aire comprimido, entre otros; la eficiencia, estado actual de los equipos así como los modos de operación” (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 14) ^[8].

Otro punto a considerar en los balances de energía de los equipos, es determinar el tipo de funcionamiento de equipo, si trabaja continuamente o es intermitente.

3.1.8 Consulta de factibilidad de realización de las propuestas.

Es común que se presente el caso, en la que una propuesta hecha por el auditor presente grandes ahorros de energía, aunque pueden existir razones válidas que

impidan su ejecución, “por ejemplo, al auditor le puede parecer atractivo, desde el punto de vista energético, la eliminación de alguna etapa u operación del proceso actual, y, lógicamente eliminarlas representa una oportunidad de ahorro”, No obstante al presentar la propuesta se observa que esto no es posible, puesto que si se llevara a cabo, “el producto no satisface las condiciones de calidad que la experiencia dentro del ramo les ha brindado. En otras ocasiones, resulta afectada la velocidad de producción debido a la secuencia del proceso”, o si el producto debe permanecer dentro de un tratamiento por algún tiempo determinado, o si los pasos siguientes de la línea de producción están considerados de esta manera.

Como resultado de lo anterior, se recomienda que una vez evaluado un punto de ahorro, “se consulte con los ingenieros de la empresa las posibles acciones y con la ayuda de su experiencia dentro de la empresa apoye en la evaluación de la factibilidad de que se realice el proyecto de ahorro del punto detectado, sin detrimento de la calidad del producto o servicio prestado, antes bien mejorándola. Cuando la propuesta ha sido aprobada por la persona indicada dentro del planta, se procede a mostrar la opción planteada a los directivos de la empresa”. Incluso el auditor debe investigar los equipos recomendados en el mercado. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 14) ^[8]

3.1.9 Desarrollo de las alternativas más atractivas.

“El objetivo de esta etapa de la metodología es el de desarrollar energéticamente las alternativas que presenten mayor claridad, calidad y ventajas para evaluar los ahorros de energía de la empresa”, se realiza simultáneamente a la evaluación del potencial de ahorro”. Se selecciona el proyecto más importante o combinando varios proyectos pequeños aunque igual de significativos, de la lista de alternativas.

Para la selección de las opciones de ahorro de energía, va de acuerdo con el monto de su inversión inicial y el periodo de amortización, como se menciona a continuación:

- **Acciones inmediatas.**- Para las acciones inmediatas, no se necesita de inversión ni de mano de obra externa, consiste solo en llevar a cabo actividades como una promoción del uso eficiente de energía dentro de las instalaciones, realizar el mantenimiento a los equipos así como manejarlos adecuadamente, de acuerdo con las instrucciones de operación y no a las costumbres de manejo.

- **Acciones a corto plazo.**- Con estas acciones se aumentaría el rendimiento energético de los equipos, resaltando en el proyecto una mejora en el servicio de mantenimiento y aportando accesorios.

- **Acciones a mediano plazo.**- “En esta parte será necesario realizar estudios un poco más profundos ya que se trata de recuperar y aprovechar las energías residuales, investigar sobre medidores para instrumentar equipos o líneas de producción carentes de ellos o en mal estado, automatizar procesos, etc.”

- **Acciones a largo plazo.**- “En esta etapa se necesita mucha dedicación, pues se pretende rediseñar o cambiar los procesos e incluso las materias primas si fuese necesario, con la finalidad de obtener una mejor calidad de producto y de menor consumo de energía”.

“Al final de esta etapa, se logra la selección y el desarrollo de las alternativas más atractivas desde el punto de vista energético y se procede a la evaluación económica”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 15) ^[8].

3.1.10 Evaluación económica.

“Una vez desarrolladas técnicamente las alternativas de incremento de eficiencia energética y seleccionadas las más atractivas, se procede a la evaluación económica”, esto es, de tener una idea clara de los proyectos en función de su

rentabilidad de la inversión así como otorgarle un lugar dentro de la lista que se presentará a la directiva de la empresa, es necesario remarcar que se tengan “los suficientes elementos de juicio para analizar la viabilidad económica de cada una de las acciones y del programa de ahorro de energía en general, a la luz del conjunto de inversiones que normalmente deben hacerse en una empresa y que es objetivo central de esta metodología que las acciones se lleven a cabo”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 16) ^[8]

En nuestro país, el costo financiero del dinero es elevado, por lo cual, se recomienda que la tasa de retorno simple de una inversión no exceda de dos años, Sin embargo se sugiere que sea comentado con la empresa y de acuerdo con sus políticas se tomen decisiones.

“Además del análisis económico es conveniente realizar un análisis financiero de las oportunidades de ahorro de energía, es decir, plantear un calendario de pagos y retornos de la inversión para cada caso de tal manera que el análisis financiero complementa al económico”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 16) ^[8].

Se pueden plantear dos formas de evaluación económica de la inversión, están los de primero y segundo grado, “en los primeros no se tiene en cuenta la disminución del valor del dinero. Este parámetro permite saber si una inversión puede ser recuperada en un tiempo razonable comparado con la vida estimada. Normalmente, si el tiempo de recuperación es menor de la mitad de la vida estimada, la inversión es rentable”. En el segundo caso, “sí se toma en cuenta la disminución del costo del dinero en el tiempo, en este parámetro se trata únicamente la inversión costo-beneficio. En cualquiera de los dos puede considerarse el valor energético; pero no los impuestos, ni la inflación, ni la tasa de interés, etc; ya que todos estos valores complican la forma de evaluar la rentabilidad de un proyecto energético”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 17) ^[8].

3.1.11 Elaboración del informe del diagnóstico.

El informe final del diagnóstico energético es una parte importante, en el se resumen los resultados de todo el trabajo realizado dentro y fuera de la empresa, debe contener como mínimo los siguientes elementos:

- a) **Portada.-** el informe debe ser de buena presentación, con la información de la empresa (nombre, dirección, teléfono, giro, etc), fecha de realización, nombre de la firma o persona que desarrollo el diagnóstico energético y los nombre de la personas que intervinieron en el desarrollo de la auditoría energética.
- b) **Introducción.-** en ella se exponen las causas y el objeto del informe final.
- c) **Datos obtenidos en la recopilación de información.-** “se listan los datos básicos de la empresa, como los consumos de energía por año de las diferentes fuentes y en sus respectivas unidades, así como los costos económicos y energéticos por unidad producida por año”.
- d) **Descripción general del proceso.-** se debe redactar un resumen del proceso producción o del giro de la empresa, esto con el fin de que cualquier persona tenga las bases para darle seguimiento a la lectura del informe final y ubique fácilmente el sitio específico de la mejora.
- e) **Listado de los puntos de ahorro detectados dentro de la instalación.-** son las oportunidades de ahorro detectadas por orden de importancia.
- f) **Desarrollo de los puntos de ahorro detectados dentro de la instalación.-** Aquí se desarrollan independientemente cada uno de los puntos, mostrando tablas de consumo de energía y mediciones obtenidas dentro del mismo. También una explicación con mayor detalle del proceso o equipo de consumo de la situación en la que se encuentra trabajando y, por lo tanto, las opciones

planteadas para dar solución a los excesos de consumo de energía y mejorar el funcionamiento del equipo, mostrando las inversiones que se recomienda realizar y el ahorro en unidades energéticas y monetarias que se obtiene con dicha inversión. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 17) ^[8].

- g) Resumen de oportunidades de ahorro de energía.-** Con el fin de manejar más fácilmente los resultados de la auditoría energética, “al final de la descripción de cada una de las oportunidades de ahorro de energía, se aconseja vaciar en una tabla el nombre del proyecto, la cantidad de energía ahorrada por año, el ahorro anual en unidades monetarias, la inversión en unidades monetarias y el periodo de recuperación en años”. (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Diagnósticos Energéticos” 2005 p 17) ^[8].

3.1.12 Manejo de información.

“Para cumplir con cualquier nivel de diagnóstico energético es conveniente auxiliarse de formatos de captura de información. Estos pueden ser formatos para el análisis general de los energéticos consumidos en la planta de manera global y su relación con la producción” (Tablas 3.1.12.1 y 3.1.12.2); “formatos para determinar el consumo de energía por áreas o líneas de producción” (tablas 3.1.12.3) “y, finalmente, formatos específicos a un equipo o proceso, o uso final”. (Tablas 3.1.12.4 a 3.1.12.6). (Juan José Ambriz García y Hernando Romero-Paredes Rubio. “Auditorías EADC-IAC” 2005 p 27) ^[9].

Tabla 3.1.12.1 Control de consumos energéticos globales.

ENERGETICO	CONSUMO ANUAL (unidades)	EQUIVALENTE TERMICO (KJ/unidad)	PRECIO UNITARIO (\$/unidad)	COSTO ANUAL (\$)	PRODUCCIÓN TOTAL (unidades)
Electricidad (KWh)					
Gas natural (m ³)					
Combustóleo (litros)					
Carbón (toneladas)					
Diesel (litros)					
Otros (unidades)					
Totales					

Tabla 3.1.12.2. Energía consumida por unidad de producto.

PRODUCTO No.	GAS NATURAL (KJ/ unidad producida)	ELECTRICIDAD (KJ/unidad producida)	OTROS ENERGETICOS	INDICE ENERGETICO TOTAL (KJ/unidad producida)
1				
2				
3				
4				
5				
etcétera				

Tabla 3.1.12.3 Energía consumida en producción (mensual).

ENERGETICO	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3	ETCETERA
Electricidad (KWH) -Motores -Aire comprimido -Bombeo -Iluminación. -Etc.				
Gas natural (m ³)				
Combustóleo (litros)				
Otros				
TOTAL KJ				
Costo total de la energía (\$)				
Producción Total				
Índice energético: Energía total consumida/producción				
Índice económico: Costo Energía total consumida/producción.				

Tabla 3.1.12.4 Consumo de energía eléctrica en iluminación.

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ETC.	TOTAL
Superficie (m ²)					
Tipo de lámparas					
Número					
Potencia (W/lámparas)					
Nivel de iluminación (luxes)					

Tabla 3.1.12.5 Censo de carga de motores eléctricos.

No. MOTOR	POTENCIA (HP)	FASES	HORARIO DE USO (horas)	DIAS	CORRIENTE		CONSUMO MENSUAL (KWh/mes)	TIPO DE CARGA	FP	EFICIENCIA
					NOM.	REAL.				
1										
2										
3										
4										
etc.										

Tabla 3.1.12.6 Censo de equipo de aire comprimido

No. EQUIPO	POTENCIA DEL MOTOR (HP)	PRESIÓN DE GENERACIÓN (Kg/cm ²)	PRESIÓN DE TRABAJO (Kg/cm ²)	HORAS DE USO DIAS	DIAS	CONSUMO DE ENERGÍA (Kwh/mes)	φ FUGA (mm)	OBSERV.
1								
2								
3								
etc.								

3.2 Análisis del nivel de Iluminación. (NOM-025-STPS-1999)

Con la finalidad de conocer las características de los niveles y condiciones de iluminación en el centro de trabajo. Se realizará el estudio de iluminación, estableciendo los niveles mínimos de iluminación que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tareas visual o área de trabajo, de acuerdo con lo establecido en la NOM-025-STPS-1999 tabla 2.12.1. (Niveles mínimos de iluminación).

El estudio inicia con un recorrido por la instalación, haciendo un levantamiento del equipo instalado, se registran tipo de lámparas, en servicio, fundidas o apagadas, difusores, interruptores, balastros y medición de iluminación (luxes), y observaciones importantes. Estos datos se registran en el formato 3.2.3 establecido para esta actividad.

El horario establecido para realizar las mediciones en los centros de trabajo de preferencia es en horario normal de trabajo, o se puede considerar un horario nocturno, para los espacios donde se dispone de luz solar (directa y difusa) lo que afectaría la medición, además considerando que algunas actividades en la empresa se realizan después de la jornada normal, ya sea por capacitación o trabajo extra. En los lugares en donde no se pueda acceder en horario nocturno, como es el caso de los almacenes, privados, se realizaran en horario normal de labores.

“Los puntos de medición deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando: el proceso de producción, la ubicación de las luminarias y de las áreas y puestos de trabajo, y la posición de la maquinaria y equipo”. (NOM-025-STPS-1999 p 8) ^[21].

“Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo con lo establecido en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar)” de la tabla 3.2.1, tomando en cuenta realizar las mediciones en donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas, si los puntos de medición, coinciden “con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B (número mínimo de zonas a considerar por la limitación)”, de la misma tabla 3.2.1 “en caso de coincidir nuevamente el centro geométrico de cada zona de evaluación con al ubicación del punto focal de la luminaria, se debe mantener el número de zonas previamente definido”. (NOM-025-STPS-1999 p 8) ^[21].

Tabla 3.2.1 Relación entre el índice de área y el número de zonas de medición.

ÍNDICE DE ÁREA	A) NUMERO MINIMO DE ZONAS A EVALUAR	B) NÚMERO DE ZONAS A CONSIDERAR POR LA LIMITACIÓN.
IC<1	4	6
1 ≤ IC < 2	9	12
2 ≤ IC < 3	16	20
3 ≤ IC	25	30

Para establecer el número de zonas a evaluar, se emplea la ecuación siguiente:

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)} \dots\dots\dots(3.2.1)$$

Donde :

IC = índice de área.

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

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

“En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser en un plano horizontal a 75 cm +/- 10cm, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias continuas”. (NOM-025—STPS-1999 p 8) ^[21].

“En los puestos de trabajo, se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo”. Evitando no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro. (NOM-025-STPS-1999 p 8) ^[21].

Para el cálculo del factor de reflexión (K_f) en las superficies en áreas y puestos de trabajo, los puntos de medición deben ser los mismos que en la evaluación de los niveles de iluminación, “se efectúa una primera medición (E_1), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de 10 cm +/- 2 cm, hasta que la lectura permanezca constante; la segunda medición (E_2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente”, el factor de reflexión de la superficie (K_f) se determina mediante la siguiente ecuación:

$$K_f = \frac{E_1}{E_2}(100) \dots\dots\dots(3.2.2)$$

Donde :

E_1 = Primera medición.

E_2 = Segunda medición

K_f = Factor de reflexión de la superficie.

El resultado de la ecuación (K_f) en porcentaje, no debe superar los valores establecidos en la tabla 3.2.2, (Niveles máximos permisibles del factor de reflexión K_f). (NOM-025-STPS-1999 p 5) ^[21].

Tablas 3.2.2 Niveles máximos permisibles del factor de reflexión K_f

CONCEPTO	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE REFLEXIÓN K_f
TECHOS	90%
PAREDES	60%
PLANO DE TRABAJO	50%
SUELOS	50%

Formato 3.2.3 de registro de datos de luxes.

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/Gab.	Lámp. compactas	Tipo de lamparas			Balastro		Interrup tor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES				
					18	22	39	75	Fmag		Elec	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10			

3.3 Acondicionamiento de aire.

“La función principal de aire acondicionado es procurar condiciones de confort térmico a las personas que ocupan cualquier tipo de edificación. En muchas edificaciones este rubro llega a representar uno de los principales cargos por consumo de energía, ya que en nuestro país predominan los climas cálidos. La diferencia entre el clima exterior e interior produce movimientos de materia y energía a través de las paredes de la edificación cuya magnitud dependerá de la eficiencia del revestimiento de la construcción. En la medida que el edificio esté bien diseñado, se reducirán los requerimientos de aportaciones externas por aire acondicionado y ventilación”. (Hernando Romero-Paredes Rubio y J.J. Ambriz García “Aire acondicionado y refrigeración” Seminario Ahorro de energía en el ITM, Marzo 2005 p 3) ^[16].

En un ambiente externo se caracterizan los factores climáticos como “la temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar, etc., que dependen del sitio de la construcción. El comportamiento térmico final de una edificación contempla los aspectos climáticos, el sistema de aire acondicionado y las características de los ocupantes y de los dispositivos localizados al interior. El efecto de estas variables es el siguiente”: (Hernando Romero-Paredes Rubio y J.J. Ambriz García “Aire acondicionado y refrigeración” Seminario Ahorro de energía en el ITM, Marzo 2005 p 5) ^[16].

- “Temperatura exterior. Si ésta es inferior a la deseada en el interior, el efecto sería de enfriamiento o pérdida de calor. Si es superior a la interior, habría un calentamiento o ganancia de calor”.
- “Radiación solar. Su efecto se traducirá siempre en un calentamiento o ganancia de calor”.
- “Iluminación artificial. Todas las fuentes artificiales de luz son una forma de energía que entra al local o edificio y produce calentamiento o ganancia de calor, en virtud de su eficiencia de conversión”.

- “Maquinaria. La maquinaria para la producción o auxiliar utiliza energía para su funcionamiento y parte de ella es disipada al ambiente a causa de las inevitables pérdidas; en consecuencia, la maquinaria produce calentamiento o ganancia de calor”.
- “Personas. La ocupación por personas genera calor y origina una ganancia de calor, cuya cantidad depende de la constitución de las personas y del tipo de actividad desarrollada”.

Una forma de evaluar los factores que intervienen en el comportamiento térmico de una edificación, se presentan en los puntos subsecuentes del balance térmico en una edificación, a continuación:

3.3.1 balance térmico en una edificación.

3.3.1.1 Intercambio térmico por muros y techumbre.

La ganancia y pérdida de calor para esta parte de la edificación está regida por fenómenos de conducción y convección, cuyas ecuaciones pueden expresarse por:

Para muros: (Hernando Romero-Paredes Rubio y J.J. Ambriz García “Aire acondicionado y refrigeración ”Seminaro Ahorro de energía en el ITM, Marzo 2005 p 5) ^[16].

$$Q_m = U_m A_m (T_{amb} - T_{in}) \text{ [Watts]} \dots\dots\dots(3.3.1.1.1)$$

Para techos:

$$Q_t = U_t A_t (T_{sa} - T_{in}) \text{ [Watts]} \dots\dots\dots(3.3.1.1.2)$$

Donde:

U= coeficiente global de transferencia de calor para el muro (m) o el techo (t) [W/m² °C].

A = área del sistema considerado [m²].

T_{amb} = temperatura ambiente o de entorno exterior del muro [C°].

T_{in} = temperatura interior [°C].

T_{sa} = temperatura sol-aire [°C].

Cuando se tienen sistemas compuestos, como pueden ser las paredes o techos, el coeficiente global de transferencia de calor (U), se calcula con la ecuación:

$$U = 1 / \left(\frac{1}{h_o} + \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_i} \right) \dots\dots\dots(3.3.1.1.3)$$

Donde:

h_o = coeficiente de convección que depende de la velocidad del aire exterior, y que se calcula mediante:

$$h_o = 5.7 + 3.8 V_v \text{ [W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C]}, \dots\dots\dots(3.3.1.1.4)$$

con:

V_v = velocidad del viento [m/s].

h_i = coeficiente de convección que depende del aire interno. Para aire sin movimiento su valor es de $9.36 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

e_i = espesor del material i [m].

k_i = conductividad térmica del material i [W/m $^\circ\text{C}$].

La temperatura sol-aire (T_{sa}), se define como aquella temperatura que produciría el mismo efecto térmico que la radiación que incide sobre la techumbre, más la temperatura del aire. Se calcula con al siguiente ecuación:

$$T_{sa} = T_{amb} + \left[\frac{1}{h_{oi}} \right] (\epsilon I_H + \alpha DR) \dots\dots\dots(3.3.1.1.5)$$

Donde:

h_{oi} = coeficiente mixto de transferencia de calor por convección (h_o) y radiación (h_{ir}) [W/m² $^\circ\text{C}$].

ϵ = emitancia de la superficie, adimensional.

α = absorptancia de la superficie, adimensional.

I_H = intensidad de la radiación solar sobre una superficie horizontal (W/m²).

DR = diferencia entre la radiación de onda larga, que proviene del cielo y medio ambiente y que incide sobre la superficie, y la emitida por un cuerpo negro a la temperatura ambiente (DR = 0 para superficies verticales).

El coeficiente h_{oi} se calcula sumando las contribuciones de h_o y h_{ir} ; este último se calcula con la siguiente expresión:

$$h_{ir} = 4 \sigma E_w T^3 \text{ [W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C]} \dots\dots\dots(3.3.1.1.6)$$

donde:

E_w = emitancia infrarroja de superficie.

σ = Constante de Stefan-Boltzmann = $5.5703 \times 10^8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}^4$.

$T = T_{amb} + T_{pared}$.

Un valor comúnmente empleado es el de:

$$h_{ir} = 5.6 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \text{ @ } 20^\circ\text{C}.$$

El valor de la diferencia de radiación se calcula como sigue:

$$DR = \sigma \{ [(1 + \cos y) / 2] * [T_{ci}^4 - T_{amb}^4] \} + \{ [(1 + \cos y) / 2] * [T_{air}^4 - T_{amb}^4] \} .(3.3.1.1.7)$$

Donde:

y = ángulo de inclinación del techo. Si es horizontal, $y=0$.

T_{ci} = Temperatura del cielo ($^\circ\text{C}$),

y

$$T_{ci} = 0.0552 T_{amb}^{1.5} \dots\dots\dots(3.3.1.1.8)$$

T_{air} = temperatura de los alrededores ($^\circ\text{C}$).

Normalmente se toma:

$$T_{air} = T_{amb} + 10 \dots\dots\dots(3.3.1.1.9)$$

3.3.1.2 Contribuciones energéticas por ventanas.

Para calcular la ganancia de calor a través de las ventanas se puede emplear la siguiente ecuación:

$$Q_{rv} = A_v I \theta \dots\dots\dots(3.3.1.2.1)$$

Donde:

A_v = área de la ventana (m^2).

I = intensidad de la radiación solar incidente (W/m^2).

θ = factor de ganancia solar del cristal de la ventana (figura 3.3.1.2.1.)

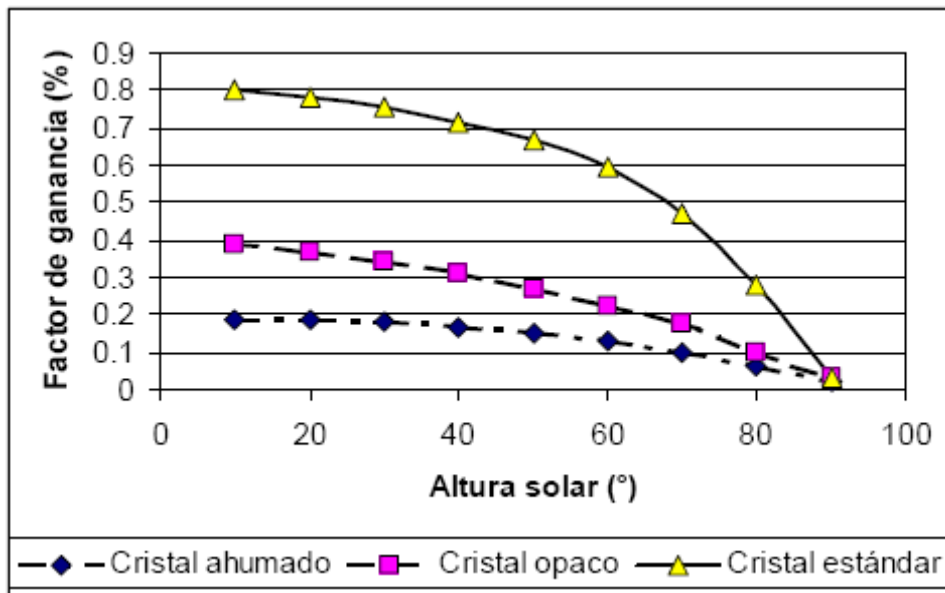


Figura 3.3.1.2.1.- Factor de ganancia a través de las ventanas.

Otra ecuación que se puede aplicar en el calculo del intercambio de energía a través de las ventanas es:

$$Q_{rv} = U_v A_v (T_{amb} - T_{in}) \dots\dots\dots(3.3.1.2.2)$$

Donde:

U_v = coeficiente global de transferencia de calor.

A_v = área de la ventana.

3.3.1.3 Efecto de la ventilación

Para evaluar la cantidad de energía que entra o que sale a la edificación por efecto de la ventilación, se puede recurrir a la expresión siguiente:

$$Q_{ve} = 1,300 M (T_{amb} - T_{in}) \dots\dots\dots(3.3.1.3.1)$$

Donde:

M= es el flujo de aire (m³/s).

En el valor de la constante se involucra la densidad y el calor específico del aire.

Ventilación por viento:

$$M = E A_a V_v \dots\dots\dots(3.3.1.3.2)$$

Donde:

E = factor de efectividad de las aberturas. Toma un valor de 0.5 a 0.6 para vientos perpendiculares y de 0.25 a 0.35 para diagonales.

A_a = área de entrada de la abertura (m²).

V_v = velocidad del viento (m/s).

Ventilación por gradientes térmicos:

$$M = 0.116 A V h (T_{amb} - T_{in}) \dots\dots\dots (3.3.1.3.3)$$

en donde:

h = distancia entre la abertura de entrada y de salida (m).

Cuando el área de las aberturas es diferente, para calcular A se utiliza el área más pequeña y se le suma el incremento determinado mediante la curva de la figura 3.3.1.3.1.

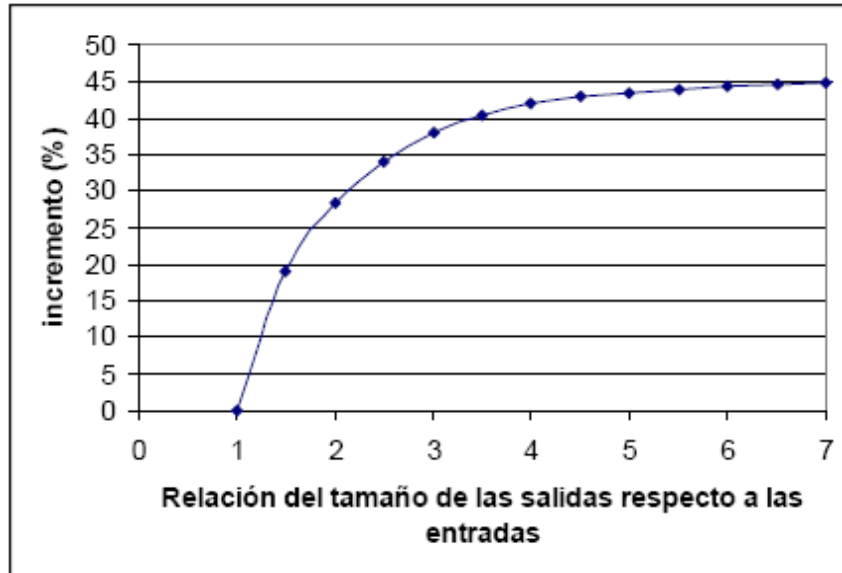


Figura 3.3.1.3.1.- Factor de incremento del área para aberturas diferentes.

3.3.1.4 Ganancias de energía por equipos y ocupantes.

Las ganancias directas originadas por la presencia de equipos electro-mecánicos se calculan con la ecuación:

$$Q_{eq} = W (1 - e_m) \dots\dots\dots(3.3.1.4.1)$$

Donde:

W = potencia del motor (W).

E_m = eficiencia del motor.

La aportación de calor de los ocupantes (Q_{oc}) depende del tipo de actividad que se desarrolle, normalmente se obtienen de información existente como los de la tabla

3.3.1.4.1

Tabla 3.3.1.4.1.- Ganancias de energía debidas a los ocupantes.

Grado de actividad	Tipo de aplicación	Metabolismo		Temperature de bulbo seco interior									
				21		24		26		27		28	
				Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h
		Adulto	Medio	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
		Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, escuela primaria	98	88	65	23	58	30	53	35	49	39	44	44
Sentado, trabajo muy ligero	Teatro, escuela secundaria	113	100	68	32	60	40	54	46	48	52	45	55
Empleado de oficina	Oficina, Hotel, Apartamentos, etc	120	113	71	42	61	52	54	59	50	63	45	68
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	139	113	71	42	61	52	54	59	50	63	45	68
Sentado/de pie	Farmacia	139	126	73	53	64	62	55	71	50	76	45	81
De pie, marcha lenta	Banco	139	126	73	53	64	62	55	71	50	76	45	81
Sentado	Restaurante	126	139	81	58	71	68	61	78	55	84	48	91
Trabajo ligero en el banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	202	189	92	97	74	115	62	127	55	134	48	141
Baile o danza	Sala de baile	227	214	101	113	82	132	69	145	62	152	55	159
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo penoso	252	252	116	136	96	156	83	169	76	176	68	184
Trabajo penoso	Pista de bolos, Fábrica	378	365	152	213	132	233	122	243	117	248	113	252

3.3.1.5 Balance general

Finalmente, el balance térmico de la edificación será la suma algebraica de las diferentes contribuciones:

$$Q_T = Q_t + Q_m + Q_{rv} + Q_{ve} + Q_{eq} + Q_{oc} \dots\dots\dots(3.3.1.5.1)$$

El signo de cada contribución será positivo si se trata de ganancias, y negativo cuando sean pérdidas.

3.4 Evaluación energética de motores eléctricos de inducción.

Los motores eléctricos son los mayores consumidores de energía eléctrica en el sector industrial en México, aproximadamente entre el 60 y el 70 % del consumo de energía eléctrica corresponde a equipos electromotores acoplados a motores

eléctricos, tales como ventiladores, bombas, compresores, bandas transportadoras, etc. En esta situación radica la importancia de identificar y evaluar las oportunidades de ahorro de energía en estos equipos.

El motor de inducción recibe este nombre, porque al igual que el transformador opera bajo el principio de inducción electromagnética. Debido a que estos motores nunca llegan a trabajar a su velocidad síncrona, también reciben el nombre de “motores asíncronos”

Los motores de inducción se pueden clasificar por su número de fases:

- Monofásicos
- Bifásicos
- Trifásicos

O por el tipo de rotor:

- De rotor devanado
- De rotor de jaula de ardilla

El control de velocidad en motores de inducción está dado por la siguiente fórmula: (Stephen J. Chapman 2000 p 445) ^[25].

$$n_{\text{sinc}} = \frac{120 f_e}{P} \dots\dots\dots(3.4.1)$$

Donde:

n_{sinc} = velocidad síncrona

f_e = frecuencia en Hz

P = número de polos

Así tenemos que para la frecuencia de 60 Hz se tendrán las siguientes velocidades de acuerdo con el número de polos.

P	n_{sinc}
2	3600
4	1800
6	1200
8	900

Pero como se señaló, el motor de inducción no alcanza la velocidad síncrona sino que opera a una velocidad menor.

A la diferencia entre la velocidad síncrona y la velocidad de operación se le conoce como deslizamiento y éste es igual a:

$$S = N_s - N_r \dots\dots\dots(3.4.2)$$

Donde:

N_r = Velocidad del rotor o velocidad asíncrona

Es común expresar este deslizamiento en valores por ciento

$$\%S = (N_s - N_r / N_s) \times 100 \dots\dots\dots(3.4.3)$$

El %S máximo permitido es 15% y éste aumenta al aumentar la carga del motor.

La potencia y voltaje nominal de un motor son, normalmente, valores conocidos por lo que es necesario calcular la corriente a partir de estos valores de la siguiente manera (para motores trifásicos):

$$I = \frac{HP \times 746}{1.73 \times V \times FP \times \eta} \dots\dots\dots(3.4.4)$$

Donde:

HP = caballos de potencia del motor

V = voltaje del motor en volts

FP = factor de potencia del motor

η = eficiencia

La metodología para el ahorro de energía en motores eléctricos se divide en cinco secciones

- Recopilación de información.
- Mediciones.
- Bases teóricas para realizar la evaluación de las medidas de ahorro de energía.
- Realizar la evaluación de las medidas de ahorro identificadas.

3.4.1 Bases teóricas para realizar la evaluación de las medidas de ahorro de energía

Se presentan las bases teóricas para determinar las condiciones actuales de operación del motor y evaluar las medidas de ahorro de energía. Los puntos a evaluar son los siguientes: (Casados Mellado A. "Optimización de sistemas eléctricos" Seminario Ahorro de energía en el ITM, 2004.)^[3].

Factor de carga.

Eficiencia del motor para las condiciones actuales de operación.

Potencia en la flecha del motor (Potencia mecánica).

Potencia adecuada de un motor, dependiendo de la potencia en la flecha del motor (Potencia Mecánica).

Consumo de energía del motor al año.

Costos de operación del motor al año.

Ahorros de energía.

Ahorros Económicos.

Rentabilidad financiera.

3.4.2 Factor de Carga

El factor de carga se determina utilizando las mediciones eléctricas de potencia, así como la potencia y eficiencia nominal del motor, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de Carga (FC)} = \frac{[\text{Potencia Medida (kW)}] / (0.746 \text{ kW / hp})}{\text{Potencia Nominal (hp)} / \eta_{\text{Nominal o al 100\% de FC}}} \dots\dots\dots(3.4.2.1)$$

Frecuentemente no se dispone de los datos de placa del motor, y por lo tanto, se desconoce su eficiencia nominal (o eficiencia a plena carga). En tales circunstancias, como primer opción, se debe consultar los catálogos o información técnica del fabricante, en caso de desconocer el nombre del fabricante, se utilizará como referencia la eficiencia promedio de motores de distintos fabricantes, los cuales deben tener características similares al motor que se desea evaluar: potencia nominal, velocidad, carcasa, etc

Cuando se conoce la potencia entregada en la flecha por el motor, el factor de carga se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Potencia en la Flecha}}{\text{Potencia Nominal}} \dots\dots\dots(3.4.2.2)$$

3.4.3 Eficiencia del motor para las condiciones actuales de operación

Para realizar el cálculo de la eficiencia de los motores se considerará la siguiente ecuación:

$$\eta_{\text{Ajustada}} = [(\eta_{\text{FC}} + AVV)_{\text{ADV}}] - AR \dots\dots\dots(3.4.3.1)$$

donde:

η_{Ajustada} : Eficiencia real de operación, evaluada al factor de carga actual y ajustada por las condiciones de operación.

η_{FC} : Se refiere a la eficiencia del motor actual evaluada solo a partir de las condiciones de carga.

AVV: Ajuste por Diferencia o Variación de Voltaje.

ADV: Ajuste por Desbalanceo de Voltaje.

AR: Ajuste por Reembobinado.

Para realizar dicha evaluación se requiere calcular primero la eficiencia al porcentaje de carga, dicha eficiencia se calculará de acuerdo con el método de interpolación lineal entre dos valores de factor de carga, siempre que sean conocidas las eficiencias del motor; por lo tanto, es preciso conocer los valores de factor de carga y eficiencia entre los que se realizará la interpolación. Estos datos deberán de ser, en primer instancia, los datos del fabricante para el motor es cuestión, y en segundo lugar se recurrirá a datos promedio de motores de la misma capacidad y velocidad.

$$\text{Factor de Interpolación} = \frac{FC_1 - FC}{FC_1 - FC_2} \dots\dots\dots(3.4.3.1.a)$$

$$\eta_{\text{FC}} = (\eta_1 - (\text{Factor de Interpolación} (\eta_1 - \eta_2))) \dots\dots\dots(3.4.3.1.b)$$

Donde:

- FC_1 : Factor de carga a la condición "1".
- FC_2 : Factor de carga a la condición "2".
- FC : Factor de carga a la condición "requerida".
- η_1 : Eficiencia al factor de carga " FC_1 ".
- η_2 : Eficiencia al factor de carga " FC_2 ".
- η : Eficiencia al factor de carga " FC ".

Una vez determinada la eficiencia del motor en función del factor de carga, se debe realizar ajustes a la eficiencia, calculando como primer punto el ajuste por variación de voltaje.

3.4.4 Ajuste por Variación de Voltaje (AVV)

La variación porcentual de voltaje es la relación entre el voltaje nominal con respecto al voltaje promedio de operación (entre fases) y se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Variación de Voltaje (\%)} = \left[\frac{\text{Voltaje Promedio Medido}}{\text{Voltaje Nominal}} - 1 \right] \times 100 (\%) \dots \dots \dots (3.4.4.1)$$

Dónde:

El voltaje promedio entre fases se calcula de la siguiente manera:

$$V_{\text{promedio}} = \frac{[(V_{1-2}) + (V_{1-3}) + (V_{2-3})]}{3} \dots \dots \dots (3.4.4.2)$$

$$V_{\text{promedio entre fases o medido}} = \sqrt{3} \times V_{\text{promedio}} \dots \dots \dots (3.4.4.3)$$

Una vez obtenido el valor de variación de voltaje y con ayuda de la figura 3.1 se determina el cambio en la eficiencia, factor de potencia y corriente.

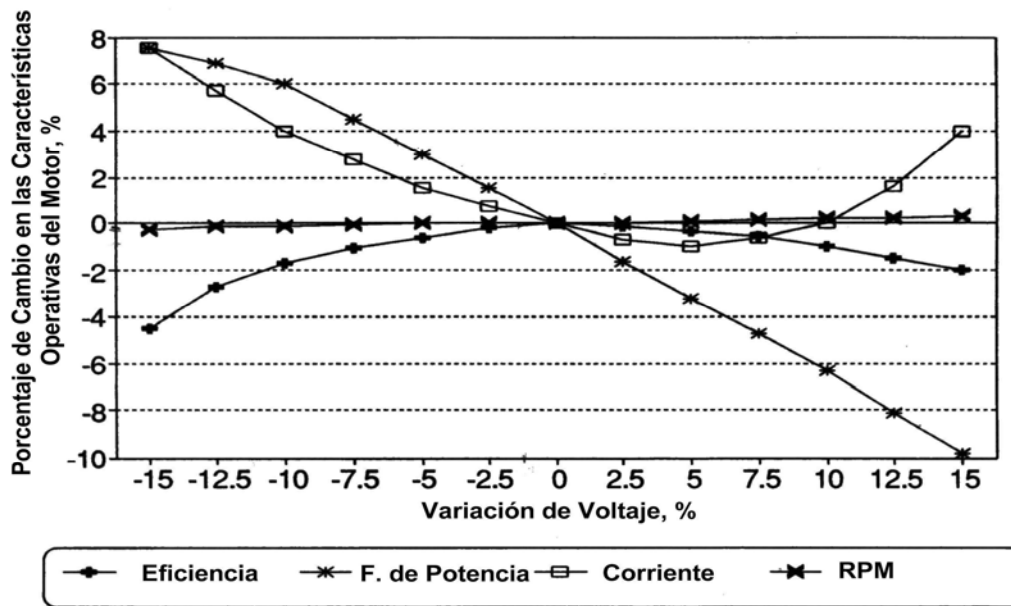


Figura 3.4.4.1 Cambios de las Características Operativas del Motor por Variación de Voltaje.

3.4.5 Ajuste por Desbalanceo de Voltaje (ADV)

A continuación, se calcula el ajuste por desbalanceo de voltaje, es la máxima desviación del voltaje de línea al voltaje promedio en un sistema trifásico, dividido entre el voltaje promedio,

$$\text{Desbalanceo de Voltaje (\%)} = \left[\frac{\text{Máxima Diferencia al Promedio}}{\text{Voltaje Promedio}} \right] \times 100 (\%) \dots\dots\dots 3.4.5.1)$$

$$\text{Máxima Diferencia al Promedio} = \left[(V_{\text{máximo}} - V_{\text{promedio}}) \text{ o } (V_{\text{promedio}} - V_{\text{mínimo}}) \right] \dots\dots\dots(3.4.5.2)$$

Se calculará primeramente la máxima diferencia al promedio, para elegir cual de los valores obtenidos es el máximo y utilizar este cálculo del desbalanceo de voltaje.

Con el desbalanceo de voltaje calculado y la figura 3.4.5.1, se determina el ajuste por desbalanceo.

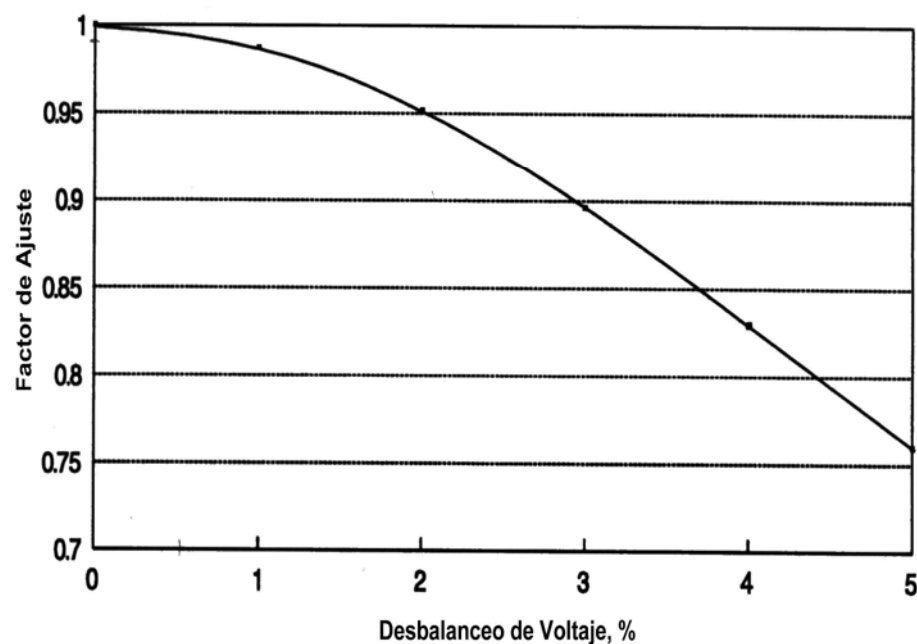


Figura 3.4.5.1 Ajuste por desbalanceo de voltaje.

3.4.6 Ajuste por Reembobinado.

El reembobinado de motores implica pérdidas de eficiencia cuando en los talleres de reparación se somete el motor a altas temperaturas sin tener control de éstas, a golpes, torsiones y desarmados incorrectos. Por tales motivos la eficiencia se reduce entre 1% y 5%. Para evitar grandes pérdidas de eficiencia, e incluso para mantener la eficiencia nominal del motor.

“En la presente metodología se establece una disminución en la eficiencia del motor, debida al reembobinado de éste, de 1.5 puntos porcentuales”. (según resultados del programa piloto de reembobinado de motores, realizado en el FIDE. ^[3]).

La potencia en la flecha del motor se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$Potencia \text{ en la Flecha} = (Potencia \text{ medida}) \times (\eta_{Ajustada}) \dots\dots\dots(3.4.6.1)$$

La potencia medida es la potencia demandada por el motor a la línea de alimentación de energía eléctrica y se obtiene a partir de las mediciones eléctricas

3.4.7 Determinación del consumo de energía del motor al año.

El consumo de energía se determina con la potencia que demanda el motor (kW) y el tiempo de operación del mismo (horas/año).

$$Consumo \text{ (kWh/año)} = (Potencia \text{ medida}) \times (horas \text{ operación/año}) \dots\dots\dots(3.4.6.2)$$

3.4.8 Determinación de los costos de operación del motor al año

Los costos de operación se determinan considerando los siguientes parámetros y expresiones:

La tarifa aplicada en la empresa.

Costo por demanda (\$/kW).

Costo por consumo (\$/kWh).

La demanda promedio del motor (kW).

El consumo de energía anual (kWh/año).

Por lo tanto:

$$\text{Costo}_{\text{por demanda}} = (kW_{\text{en demanda}}) \times (\$/kW) \times (12 \text{ meses/año}) \dots (3.4.8.1)$$

En tarifas horarias se debe considerar el costo por demanda facturable.

$$\text{Costo}_{\text{por consumo}} = (kWh_{\text{anuales}}) \times (\$/kWh) \dots (3.4.8.2)$$

Para el caso de tarifas horarias se debe considerar el costo para cada periodo de facturación (consumo de energía en horas base, en horas intermedia, en horas punta y semi-punta).

$$\text{Costo}_{\text{Total de operación}} = \text{Costo}_{\text{por demanda}} + \text{Costo}_{\text{por consumo}} \dots (3.4.8.3)$$

3.4.9 Determinación de los ahorros de energía

La disminución en demanda se determina al restar la potencia que requiere el motor en la actualidad (se obtiene directamente mediante mediciones) y la potencia que demandará el nuevo motor.

$$\text{Disminución en Demanda (kW)} = (kW_{\text{Actuales}} - kW_{\text{Nuevos}}) \dots (3.4.9.1)$$

3.4.9.1 Por Sustitución de Motores

Cuando el motor nuevo tiene una capacidad diferente a la capacidad del motor actual, entonces se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Disminución en Demanda (kW)} = (0.746 \text{ kW/hp}) \left(\frac{\text{FC} \times \text{Potencia}_{\text{nominal actual}}}{\eta_{\text{actual}}} - \frac{\text{FC} \times \text{Potencia}_{\text{nominal nueva}}}{\eta_{\text{nueva}}} \right) \dots$$

....(3.4.9.1.1)

En caso de que los motores sean de la misma capacidad, la ecuación se reduce a:

$$\text{Disminución en Demanda (kW)} = (\text{Potencia}_{\text{nominal}}) \times (\text{FC}) \times (0.746 \text{ kW/hp}) \left(\frac{1}{\eta_{\text{estándar}}} - \frac{1}{\eta_{\text{alta eficiencia}}} \right)$$

.....(3.4.9.1.2)

3.4.9.2 Ahorro de Energía por Disminución en el Consumo

Tarifas Ordinarias

El ahorro de energía se determina multiplicando el ahorro en demanda (kW) por las horas de operación (horas/año).

$$\text{Ahorro en Consumo (kWh)} = (\text{kW}_{\text{ahorro en demanda}}) \times (\text{horas}_{\text{operación del motor al año}}) \quad (3.4.9.2.1)$$

Tarifas Horarias

$$\text{Ahorro del Consumo en Base (kWh)} = (\text{kW}_{\text{ahorro en demanda}}) \times (\text{horas}_{\text{operación del motor en base al año}})$$

.....(3.4.9.2.1)

$$\text{Ahorro del Consumo en Intermedia (kWh)} = (\text{kW}_{\text{ahorro en demanda}}) \times (\text{horas}_{\text{operación del motor en intermedia al año}})$$

.....(3.4.9.2.2)

$$\text{Ahorro del Consumo en Punta (kWh)} = (\text{kW}_{\text{ahorro en demanda}}) \times (\text{horas}_{\text{operación del motor en punta al año}})$$

.....(3.4.9.2.3)

3.4.9.3 Determinación de los ahorros económicos

Tarifas Ordinarias

El ahorro económico por la disminución en demanda y el ahorro en consumo de energía al año se determinan mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Ahorro Económico}_{\text{por demanda}} = \text{Disminución en Demanda (kW}_{\text{en demanda}}) \times (\$/\text{kW}) \times 12 \text{ meses/año} \quad \dots\dots\dots$$

.....(3.4.9.3.1)

$$\text{Ahorro Económico}_{\text{por consumo}} = \text{Ahorro en Consumo (kWh}_{\text{anuales}}) \times (\$/\text{kWh}) \quad \dots\dots(3.4.9.3.2)$$

Tarifas Horarias

$$\begin{aligned} \text{Ahorro Económico}_{\text{por consumo}} = & \text{Ahorro en Consumo (kWh}_{\text{base anuales}}) \times (\$/\text{kWh}_{\text{base}}) + \\ & \text{Ahorro en Consumo (kWh}_{\text{intermedia anuales}}) \times (\$/\text{kWh}_{\text{intermedia}}) + \\ & \text{Ahorro en Consumo (kWh}_{\text{punta anuales}}) \times (\$/\text{kWh}_{\text{punta}}) \\ \dots\dots\dots(3.4.9.3.3) \end{aligned}$$

3.4.10 Determinación de la rentabilidad financiera

Periodo Simple de Recuperación

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorros anuales}} \dots\dots\dots(3.4.10.1)$$

Valor Presente Neto (VPN)

$$\text{VPN} = \sum_{i=0}^n \frac{\text{Valores}_i}{(1 + \text{tasa})^i} \dots\dots\dots(3.4.10.2)$$

Donde:

n: Número de intervalos de tiempo sobre los cuales se analiza la inversión; su valor puede estar definido por el tiempo de vida del equipo (vida útil).

Valores: Representan los flujos de efectivo.

Tasa: Tasa de actualización establecida por el inversionista.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

$$\text{TIR} = \text{Tasa}_1 - \left\{ \left(\frac{\text{VPN}_1}{\text{VPN}_1 - \text{VPN}_2} \right) \times (\text{Tasa}_1 - \text{Tasa}_2) \right\} \dots\dots\dots(3.4.10.3).$$

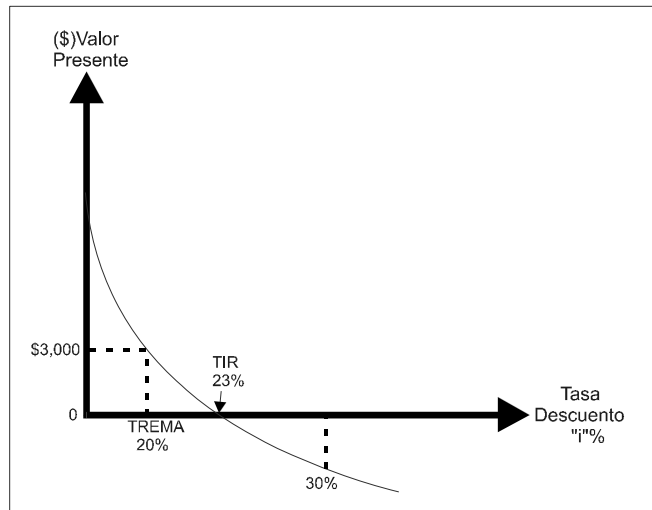


Figura 3.4.10.1 Determinación de la Tasa Interna de Retorno

3.5 Mejoramiento del factor de potencia.

3.5.1 Definición de la Potencia Aparente.

La mayoría de los dispositivos que se conectan a la red eléctrica se pueden analizar como un caso intermedio entre autoinducción y resistencia. Si existen elementos basados en el electromagnetismo (transformadores, motores, etc), la corriente no se encontraría en fase con el voltaje, pero si además una parte de la energía eléctrica se transforma en forma de calor o produciendo trabajo mecánico, el desfase será menor de 90°. Con un amperímetro y un voltímetro se puede calcular la potencia aparente “S”.

$$S = V \times I \text{ (VA)} \dots\dots\dots(3.5.1.1)$$

3.5.2 Potencia Real o Activa y Potencia Reactiva

En todas las instalaciones eléctricas se emplean los dos tipos de energía, el efecto combinado de ambas se conoce como potencia aparente, siendo ésta la que suministra, maneja y controla en las redes eléctricas.

Si se conoce el ángulo de fase θ , entre el voltaje y la corriente, esta última podrá decomponerse vectorialmente en dos, una en fase con el voltaje como sucede en las resistencias puras y que reciben el nombre de corriente activa. (Aguilar Galván Alfredo. "Factor de potencia" ATPAE 2005 p 7) ^[1].

$$I \text{ activa} = I \cos \theta \quad (\text{Amperes}) \dots\dots\dots(3.5.2.1)$$

Y otra retrasada 90° como en las inducciones puras, la corriente reactiva o magnetizante:

$$I \text{ reactiva} = I \sin \theta \quad (\text{Amperes}) \dots\dots\dots(3.5.2.2)$$

Lo que permite conocer la potencia activa, real o efectiva P , corresponde a la energía eléctrica consumida por unidad de tiempo:

$$P = V \times I \times \cos \theta \quad (\text{Watts}) \dots\dots\dots(3.5.2.3)$$

Y la potencia reactiva o magnetizante Q , que representa la energía utilizada para crear un campo magnético y devuelta a la red:

$$Q = V \times I \times \sin \theta \quad (\text{VAR}) \dots\dots\dots(3.5.2.4)$$

Si el consumo es trifásico, el voltaje V se medirá entre dos fases. Si la carga está equilibrada o balanceada, la corriente I se incide en una, cualquiera de ellas. Es fácil deducir que en tal caso resulta:

Potencia Aparente:

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \text{ (VA)} \dots\dots\dots(3.5.2.5)$$

Potencia Activa:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \text{ Cos } \theta \text{ (W)} \dots\dots\dots(3.5.2.6)$$

Potencia Reactiva

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \text{ Sen } \theta \text{ (VAR)} \dots\dots\dots(3.5.2.7)$$

3.5.3 Definición de Factor de Potencia.

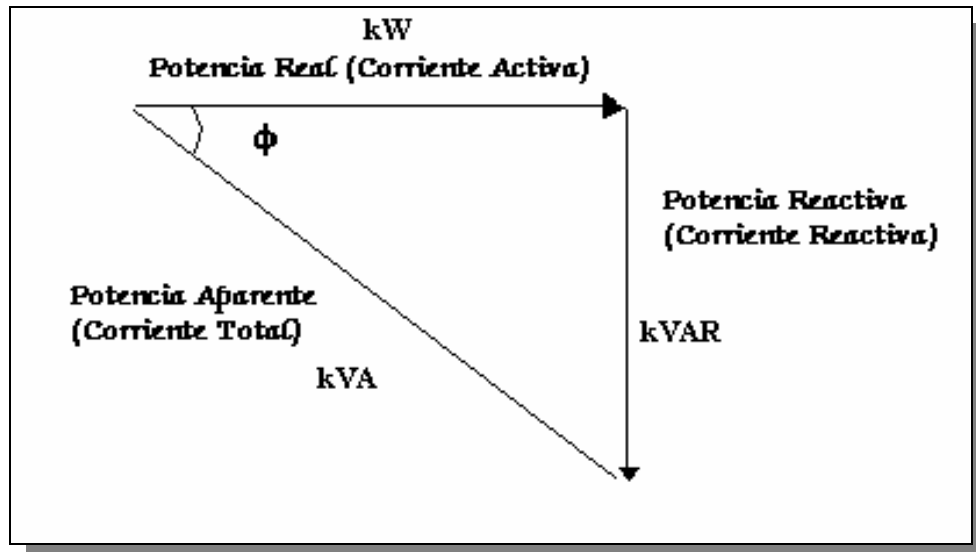
Los motores eléctricos y transformadores son equipos formados por la combinación de resistencias e inductancias, por lo tanto, el consumo es de potencia activa (P) y potencia reactiva inductiva (Q_L), éstas a su vez determinan la potencia aparente, la cual es la base para el dimensionamiento de los alimentadores y cableados. (Aguilar Galván Alfredo. "Factor de potencia" ATPAE 2005 p 8) ^[1].

Al utilizar cualquier equipo eléctrico, la potencia (o energía) real o activa es la que en el proceso de transformación se puede aprovechar como trabajo (lumínico, mecánico, calorífico, etc), haciendo que está sea producida y utilizable.

La potencia reactiva a pesar de ser necesaria para magnetizar motores, transformadores y otras cargas inductivas, no produce ningún trabajo útil y se mide en KiloVolts-Amperes Reactivos (kVAR).

El estudio y aplicación de las tres potencias se realiza mediante el triángulo de potencias que se muestra en la figura siguiente:

Figura 3.5.3.1 Diagrama vectorial del triángulo de potencias y corrientes.



Por definición, el factor de potencia (F.P.) indica la cantidad de energía total que se ha convertido en trabajo, dado por la relación:

$$\text{Factor de Potencia} = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} = \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kVAh}} \right] \dots\dots\dots(3.5.3.1)$$

El factor de potencia se puede determinar a través del consumo global de energía; este método hace uso de las mediciones, obtenidas por la compañía suministrada, de los kWh y los kVARh consumidos en un cierto periodo de tiempo, para determinar un factor de potencia medio definido por la expresión: (Ramírez Rivero Alex. "Factor de potencia" GENERTEK 2005 p 2) ^[14].

$$F.P. = \cos\theta = \frac{kW}{\sqrt{kW^2 + kVAR^2}} \dots\dots\dots(3.5.3.2)$$

Los kWh y los kVARh se obtienen de los recibos mensuales de la compañía suministradora o directamente de los instrumentos de medición instalados, donde los kWh son la suma de los consumos, en el periodo, de todos los kilowattórímetros instalados y los kVARh se obtienen de forma similar. (Ramírez Rivero Alex. “Factor de potencia” GENERTEK 2005 p 2) ^[14]

El factor de potencia también se puede determinar con un Wattmetro, un Voltmetro y un Amperímetro; Se mide la potencia activa (P), en condiciones de plena carga, por medio de un wattmetro. En las mismas condiciones, se mide el voltaje entre fases (V) y la corriente por fase (I); con estos valores se obtiene el factor de potencia aplicando la siguiente expresión: (Ramírez Rivero Alex. “Factor de potencia” GENERTEK 2005 p 3) ^[14].

$$F.P. = \frac{P}{\sqrt{3} VI} = \frac{KW}{\sqrt{3} \times kV \times A} \dots\dots\dots(3.5.3.3)$$

La carga de una instalación está constituida por equipos eléctricos fabricados con base de bobinas, por esta razón es normal encontrar que predomine la carga inductiva sobre la capacitiva, es decir, generalmente la corriente está atrasada con respecto al voltaje, por lo que es más común escuchar hablar del factor de potencia atrasado.

3.5.4 Determinación de la Capacidad del Banco de Capacitores.

Si se tiene un F.P.₁ inicial y se desea mejorar hasta alcanzar un F.P.₂, la potencia activa de la instalación es de P(kW). A continuación se desglosan los pasos a seguir: (Aguilar Galván Alfredo. “Factor de potencia” ATPAE 2005 p 42) ^[1]

1. Determinar la potencia Aparente Actual

$$\text{Pot. Aparente}_1 = \frac{P}{F.P._1} \dots\dots\dots(3.5.4.1)$$

2. Determinar la Potencia Reactiva Actual

$$\text{Potencia reactiva 1} = \sqrt{\text{Potencia Aparente}_1^2 - \text{Potencia Activa}^2} \dots\dots(3.5.4.2)$$

3.- Determinar la Potencia Aparente con el F.P. deseado.

$$\text{Pot. Aparante}_2 = \frac{P}{F.P._2} \dots\dots\dots(3.5.4.3)$$

4. Determinar la Potencia Reactiva Esperada.

$$\text{Potencia reactiva 2} = \sqrt{\text{Potencia Aparante}_2^2 - \text{Potencia Activa}^2} \dots\dots(3.5.4.5)$$

5.- Determinar el banco de Capacitores.

$$\text{Capacidad Banco de Capacitores} = \text{Pot. Reactiva}_1 - \text{Pot. Reactiva}_2 \quad (3.5.4.6)$$

Otra manera de determinar la capacidad del banco de capacitores es mediante la ecuación siguiente:

$$Q_c = P [\tan * \cos^{-1} fp_1 - \tan * \cos^{-1} fp_2] \dots\dots\dots(3.5.4.7)$$

Donde:

Q_c = Potencia del capacitor a instalar en KVAR.

P = La potencia o demanda máxima.

$\cos fp_1$ = es el valor del factor de potencia real.

$\cos fp_2$ = es el valor del factor de potencia mejorado

Ya que $\cos fp = P/S$ y $\tan fp = Q/P$, y a cada ángulo fp corresponde un valor determinado de la tangente y del coseno, se obtiene la potencia reactiva: antes de la compensación $Q_1 = P * \tan fp_1$; y después de la compensación $Q_2 = P * \tan fp_2$.

3.5.4.1 Determinación gráfica del valor del capacitor.

La determinación gráfica del voltaje del capacitor se puede llevar a cabo haciendo uso de monograma, de tablas o de ecuaciones. Para el caso del nomograma se traza una línea recta que una el valor del factor de potencia inicial ($\cos \phi_1$) con el valor del factor de potencia final deseado ($\cos \phi_2$). La comuna central proporciona el factor K por lo que la potencia real en KW debe ser multiplicada para obtener la capacidad necesaria en KVAR.

Una vez obtenido el valor del capacitor se debe multiplicar por un valor entre 1.1 y 1.25 para prever un posible crecimiento y posteriormente corregir por efecto de la diferencia de tensión nominal del capacitor y el de la red, ajustando finalmente a un valor comercial. (Ramírez Rivero Alex. "Factor de potencia" GENERTEK 2005 p 8) ^[14]

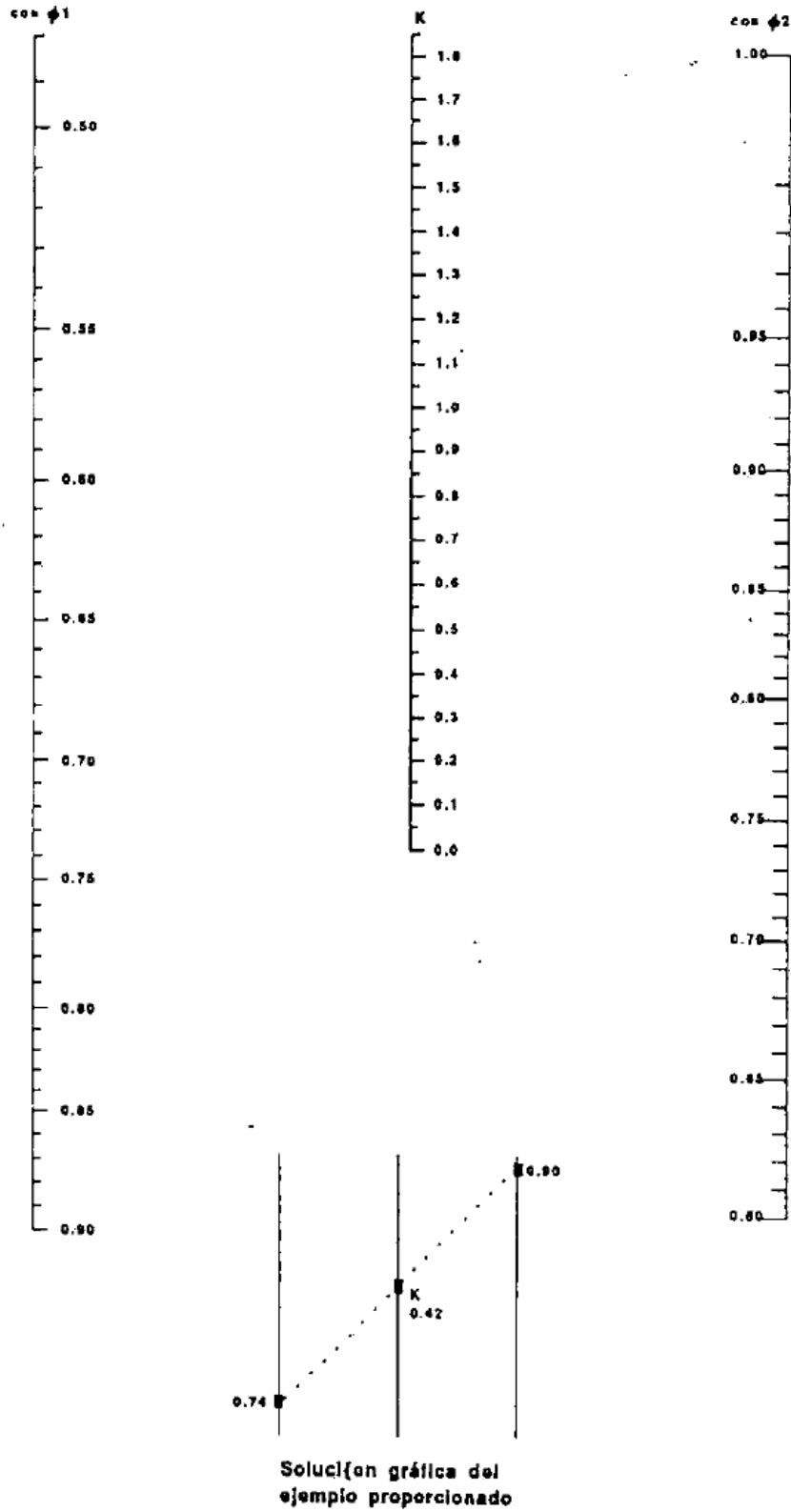


Figura . 3.5.4.1.1 Nomograma para el calculo del capacitor.

3.5.4.2 Determinación del valor del capacitor por medio de tablas.

Para obtener el valor del capacitor, primero se obtiene el factor K mediante una tabla proporcionada por los fabricantes y que se genera a través de una ecuación sencilla, multiplicándose después por el valor de potencia real para así obtener los KVAR necesarios en el capacitor.

Tabla 3.5.4.2.1. Mejora del factor de potencia.

FACTOR DE POTENCIA EXISTENTE	FACTOR DE POTENCIA DESEADO					
	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
0.66	1.138	0.810	0.654	0.519	0.388	0.256
0.68	1.078	0.750	0.594	0.459	0.328	0.196
0.70	1.020	0.692	0.536	0.400	0.270	0.138
0.72	0.964	0.635	0.480	0.344	0.214	0.082
0.74	0.909	0.580	0.425	0.289	0.159	0.027
0.76	0.855	0.526	0.371	0.235	0.105	
0.78	0.802	0.474	0.318	0.183	0.052	
0.80	0.750	0.421	0.266	0.130		
0.82	0.698	0.369	0.214	0.078		
0.84	0.646	0.317	0.162	0.026		
0.86	0.593	0.265	0.109			
0.88	0.540	0.211	0.055			
0.90	0.484	0.156				
0.92	0.426	0.097				
0.94	0.363	0.034				
0.96	0.292					
0.98	0.203					
0.99	0.142					

3.5.5 Cargos y bonificaciones por factor de potencia.

En México las compañías suministradoras de energía eléctrica han establecido que el valor del factor de potencia mínimo aceptable debe ser de 0.90 (90%). En caso de que los usuarios demanden la potencia eléctrica con un factor de potencia menor al 0.90 (90%) se hacen acreedores a sanción económica que deben pagar en su factura eléctrica, el cobro de este cargo se calcula mediante la multiplicación del factor de cargo a los costos energéticos por demanda máxima kW y consumo kWh.

$$\% \text{ de recargo} = \frac{3}{5} * \left(\frac{0.90}{fp} - 1 \right) * 100 \quad (\text{Para cuando } fp < 90\%) \dots\dots\dots(3.5.5.1)$$

Importe del cargo = Factor de cargo x Costos Energéticos

$$\% \text{ de bonificación} = \frac{1}{4} * \left(1 - \frac{0.90}{fp} \right) * 100 \quad (\text{Para cuando } fp > 90\%) \dots\dots(3.5.5.2)$$

Se aplicará una bonificación por alto factor de potencia cuando el factor de potencia promedio en el periodo de facturación sea mayor a 0.9, de acuerdo con la siguiente formula:

Importe de la bonificación = Factor de Bonificación x Costos Energéticos.

Los valores resultantes de la aplicación de estas fórmulas se redondearán a un sólo decimal, por defecto o por exceso. En ningún caso se aplicarán porcentajes de recargo superiores a 120 %, ni porcentajes de bonificación superiores a 2.5%.

CAPITULO IV

CAPITULO IV

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN LA SUBÁREA DE TRANSMISIÓN COATZACOALCOS.

4.- Diagnóstico Energético en la Subárea Coatzacoalcos.

4.1 Descripción de las instalaciones.

Las instalaciones de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos abarcan desde la población de Lerdo de Tejada, Veracruz, hasta La Venta, Tabasco; sus oficinas centrales se localizan en las ciudades de Coatzacoalcos y Acayucan, Veracruz, atiende 680 km de Líneas de Transmisión de 400 kV, 18 km Líneas de Subtransmisión en 115 Kv, así como 4 Subestaciones Eléctricas de Potencia de 400 a 230 y 115 kV, en la tabla 4.1.1 se muestra la relación completa de los edificios de apoyo técnico-administrativo, su función y área ocupada, que se encuentran ubicados dentro de los terrenos propiedad de la Subárea.

Tabla 4.1.1 Edificios de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos.

AREA/EDIFICACIÓN	USO DEL EDIFICIO	M2 CONSTRUIDOS
S.E'S MINATITLAN DOS		
SALA DE CONTROL	CONTROL DE LA S.E', LABORATORIOS, OFICINAS	965.41
ALMACEN GENERAL	RESGUARDA EQUIPO Y MATERIALES.	600.00
BODEGA DE SUBESTACIONES	ALMACENA EQUIPO Y MATERIALES.	600.00
CASETAS DE VIGILANCIA	VIGILANCIA	54.48
ALOJAMIENTO PERSONAL DE SEGURIDAD	HABITACIÓN DEL PERSONAL DE VIGILANCIA	134.60
CASETA DE PLANTA AUXILIAR.	PLANTA DE COMBUSTIÓN DE EMERGENCIA	14.08
TALLER.	TALLERES, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES.	159.84
ALMACÉN DE RESIDUOS TEMPORALES.	RESIDUOS PELIGROSOS	69.67
ESTACIONAMIENTO (COBERTIZO)	VEHICULOS	267.88
AREA DE GRUA	MANIOBRAS	132.00
AREA OPERATIVA	EQUIPO ELECTRICO PRIMARIO Y SECUNDARIO.	5710.75
	TOTAL	8708.71
S.E'S COATZACOALCOS DOS		
SALA DE CONTROL	CONTROL DE LA S.E', LABORATORIOS, OFICINAS	587.34
ALMACEN GENERAL	RESGUARDA EQUIPO Y MATERIALES.	453.15
CASETAS DE VIGILANCIA	VIGILANCIA	32.40

CAPITULO IV

ALOJAMIENTO PERSONAL DE SEGURIDAD	HABITACIÓN DEL PERSONAL DE VIGILANCIA	380.52
CASETA DE PLANTA AUXILIAR.	PLANTA DE COMBUSTIÓN DE EMERGENCIA	48.60
TALLER Y BODEGA	TALLERES, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES.	126.36
ALMACÉN DE RESIDUOS TEMPORALES.	RESIDUOS PELIGROSOS	7.59
ESTACIONAMIENTO (COBERTIZO)	VEHICULOS	101.82
AREA OPERATIVA	EQUIPO ELECTRICO PRIMARIO Y SECUNDARIO.	18109.00
	TOTAL	19846.78
S.E'S EL JUILE		
SALA DE CONTROL	CONTROL DE LA S.E', LABORATORIOS, OFICINAS	500.80
ALMACEN GENERAL	RESGUARDA EQUIPO Y MATERIALES.	991.04
CASETAS DE VIGILANCIA	VIGILANCIA	5.76
ALOJAMIENTO PERSONAL DE SEGURIDAD	HABITACIÓN DEL PERSONAL DE VIGILANCIA	195.20
CASETA DE PLANTA AUXILIAR.	PLANTA DE COMBUSTIÓN DE EMERGENCIA	137.60
TALLER Y BODEGA	TALLERES, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES.	149.76
ALMACÉN DE RESIDUOS TEMPORALES.	RESIDUOS PELIGROSOS	7.20
ESTACIONAMIENTO (COBERTIZO)	VEHICULOS	138.72
AREA OPERATIVA	EQUIPO ELECTRICO PRIMARIO Y SECUNDARIO.	5625.00
CASETA RELEVADORES 1 Y 2.		92.16
	TOTAL	7843.24
S.E'S CHINAMECA POTENCIA		
SALA DE CONTROL	CONTROL DE LA S.E', LABORATORIOS, OFICINAS	254.68
CASETAS DE VIGILANCIA	VIGILANCIA	53.25
CASETA DE PLANTA AUXILIAR.	PLANTA DE COMBUSTIÓN DE EMERGENCIA	16.00
TALLER.Y BODEGA	TALLERES, DOCUMENTACIÓN Y MATERIALES.	126.84
ALMACÉN DE RESIDUOS TEMPORALES.	RESIDUOS PELIGROSOS	7.20
AREA OPERATIVA	EQUIPO ELECTRICO PRIMARIO Y SECUNDARIO.	4025.00
	TOTAL	4482.97
EDIFICIO DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS EN LA CD. DE COATZACOALCOS		
ESTACIONAMIENTO	VEHICULOS DEL PERSONAL OPERATIVO	570.25
PLANTA 1	JEFATURA Y PERSONAL DE ADMINISTRACION	558.37
PLANTA 2 y 3.	LABORATORIOS Y PERSONAL TECNICO.	550.23
	TOTAL	1678.85
BODEGA LOPEZ MATEOS.		
BODEGA Y OFICINA.	MATERIALES DIVERSOS PARA MANTENIMIENTO DE LINEAS.	385.00
ESTACIONAMIENTO (COBERTIZO).		326.90
	TOTAL	711.90
OFICINAS DE LA CD. DE ACAYUCAN		
EDIFICIO GENERAL	OFICINAS, BODEGAS DE. LINEAS	582.66
BODEGAS	COMEDOR, VESTODORES DE LT'S, Y OFICINA	78.75
CASETA DE VIGILANCIA	PERSONAL DE VIGILANCIA	9.90
ESTACIONAMIENTO (COBERTIZO)	VEHICULOS.	169.74
ALMACEN	MATERIALES D EMANTENIMIENTO.	91.80
	TOTAL	932.85
OFICINAS DE LA CD. DE ISLA		
OFICINA Y BODEGA.	RESGUARDA EQUIPO Y HERRAMIENTAS	165.11
ESTACIONAMIENTO	GUARDA VEHÍCULOS.	47.25
	TOTAL	212.36

REPETIDORES		
COATZACOALCOS	EQUIPO DE COMUNICACIONES..	45.98
EL VIGIA	EQUIPO DE COMUNICACIONES..	221.36
	TOTAL	267.34
AREA TOTAL		44685.00

4.2 Definición del proyecto.

En este trabajo se realizará un diagnóstico energético intermedio entre el nivel 2 y 3, de acuerdo con la metodología comentada anteriormente a la Subestación Eléctrica de Potencia Coatzacoalcos Dos, ubicada en la carretera Nanchital-Moloacan Km 21, Col. El Arenal, Municipio de Moloacan, Ver. Es un terreno irregular con una superficie de 133, 400 m², y área construida de 1 737.78, más 18 109.00 de área operativa, de igual manera se realizará en el edificio de las oficinas generales de la Subárea, ubicado en la calle Rodríguez Malpica No. 704 Col. Centro, en la Ciudad y puerto de Coatzacoalcos, Veracruz, es un terreno regular con una superficie de 646.23 m², y área construida de 1678.85 m². En la Figura. 4.2.1 se muestra la ubicación de áreas operativas y edificios de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

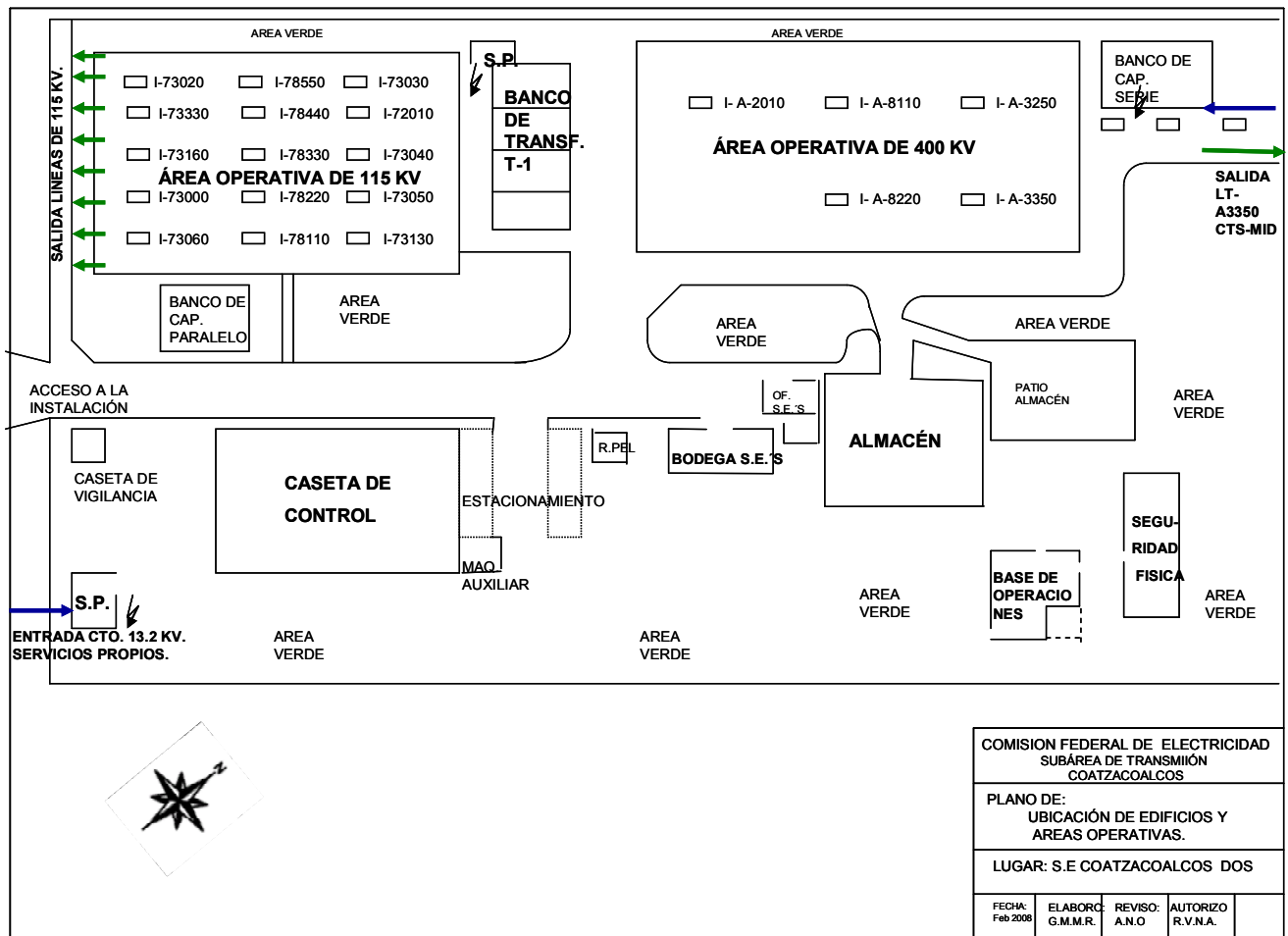


Figura. 4.2.1 Ubicación de áreas operativas y edificios de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

4.3 Análisis de la información histórica del consumo de energía.

4.3.1 Facturación de energía eléctrica.

Para realizar este análisis se examinó la información proporcionada por el departamento de Protección y Medición de la Subárea, de las lecturas de energía que son extraídas de los equipos de medición Omnipotencihorimetro (OPH), para el caso del edificio de Acayucan, la Subestación Chinameca potencia y oficinas generales de Coatzacoalcos. El departamento de medición de la Zona de Distribución Coatzacoalcos, proporciona la información mensualmente de los

consumos de energía de los medidores instalados en las subestaciones y emite un listado de las lecturas al departamento de Protección y Medición de la Subárea.

La Subárea de Transmisión Coatzacoalcos tiene contratada varias tarifas en mediana y baja tensión. Las 3 subestaciones están con tarifa OM ordinaria para servicio general en media tensión en 13,200 Volts, y 1 Subestación con un servicio de 115 kV. El edificio de las oficinas en Coatzacoalcos tiene la tarifa OM y 5 servicios restantes tienen tarifas en baja tensión 220/127 Volts en tarifa 1C. La tarifa OM tiene precios por región y es ordinaria en mediana tensión, se cobra el cargo por demanda máxima kW y cargo por energía consumida kWh, también cobra penalización o bonificación por factor de potencia, adicional según el acuerdo emitido por la SHCP, que establece que para las tarifas de energía eléctrica destinadas a la producción y provisión de bienes y servicios públicos federales, las cuales serán correlativas a las tarifas vigentes al momento de la entrada en vigor de dicho acuerdo y se identificarán con la misma clave de estas últimas adicionadas con la terminación GB. La facturación de las tarifas que se establecen en este artículo, se realizará mediante la aplicación de los cargos, incluyendo los ajustes mensuales, que correspondan a cada una de las tarifas vigentes al momento de la entrada en vigor de dicho acuerdo multiplicada por el factor de 2.5., posteriormente se modificó este acuerdo, que se publicó el 27 de Diciembre del 2007, en el cual se modifica este factor y se autoriza “el ajuste, modificación y reestructuración a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica y modifica la disposición complementaria a las tarifas para suministros y venta de energía eléctrica número 7 cláusula de los ajustes por las variaciones de los precios de los combustibles y la inflación nacional. Artículo séptimo.- La facturación de las tarifas a que se refiere este artículo, se realizará mediante la aplicación de los cargos, incluyendo los ajustes mensuales, que correspondan a cada una de las tarifas vigentes al momento de la entrada en vigor del presente Acuerdo, que resulten correlativas, multiplicada por el factor que se muestra a continuación:

A partir del 1 de enero de 2008 el factor será de 2.0.

A partir del 1 de enero de 2009 el factor será de 1.5.

A partir del 1 de enero de 2010, se suprimen las tarifas de energía eléctrica destinadas a la producción y provisión de bienes y servicios públicos federales de la Administración Pública Federal Centralizada y Paraestatal."

<http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/conocetutarifa/acuerdos/2007/dof26122007.htm> ^[26].

4.3.2 Consumo de energía eléctrica en la SATC año 2006-2007.

En la figura 4.3.2.1 se muestran los consumos de energía eléctrica en los Servicios Propios de las subestaciones e instalaciones del año 2006, en las 4 Subestaciones de potencia y edificios de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos, se muestra que la subestación Minatitlán Dos, tiene el mayor consumo eléctrico de 800,976 kWh, los Servicios propios son alimentados de la línea externa CTS-73130-MID, el transformador de Servicios propios tiene una capacidad de 500 KVA, y consta también con 3 transformadores de 112.5 KVA, con relación de transformación de 440/220, y 2 más de 75 y 45 KVA respectivamente. Observamos también que la segunda en consumo eléctrico es la subestación el Juile, con un consumo de 644,257 kWh, la tercera en consumo de energía eléctrica es Coatzacoalcos Dos con un consumo de 532,856 kWh, y así consecutivamente con un consumo total anual de 2,560,503 kWh.

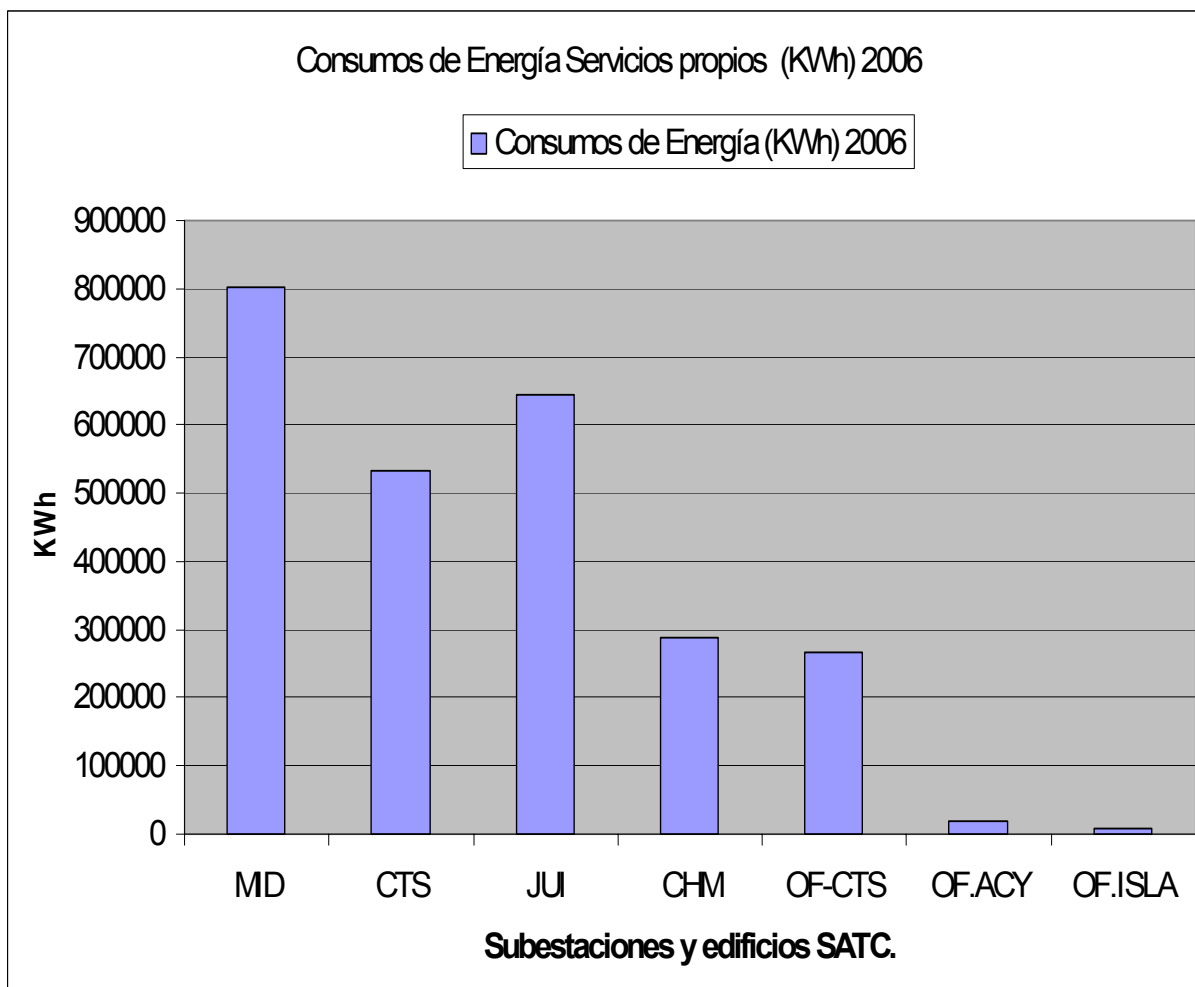


Figura. 4.3.2.1 Consumos de energía eléctrica de la Subárea Coatzacoalcos año 2006.

En la figura 4.3.2.2 se muestran los consumos de energía eléctrica en los Servicios Propios de las subestaciones e instalaciones del año 2007, en las 4 Subestaciones de potencia y edificios de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos, se muestra que la subestación Minatitlán Dos, tiene el mayor consumo eléctrico de 862,219 kWh, la segunda en consumo eléctrico es la Subestación Coatzacoalcos Dos, con un consumo de 639,754 kWh, la tercera en consumo de energía eléctrica es El Juile con un consumo de 613,219 kWh, y así consecutivamente con un consumo total anual de 2,660,443 kWh.

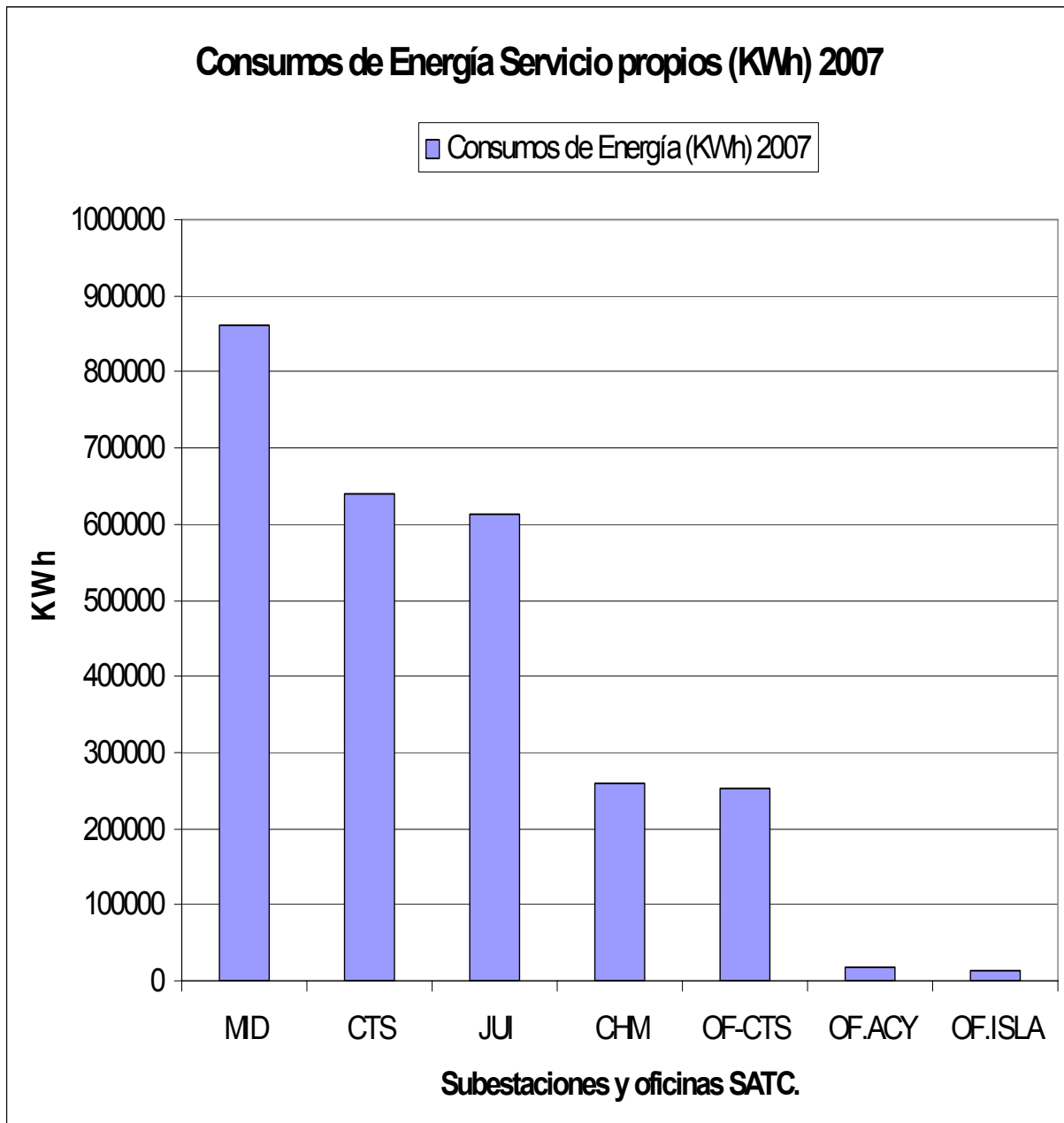


Figura. 4.3.2.2 Consumos de energía eléctrica de la Subárea Coahuila año 2007.

En la figura 4.3.2.3 se muestran los consumos de energía eléctrica en los Servicios Propios del año 2007, en las 4 Subestaciones de potencia y edificios de la Subárea.

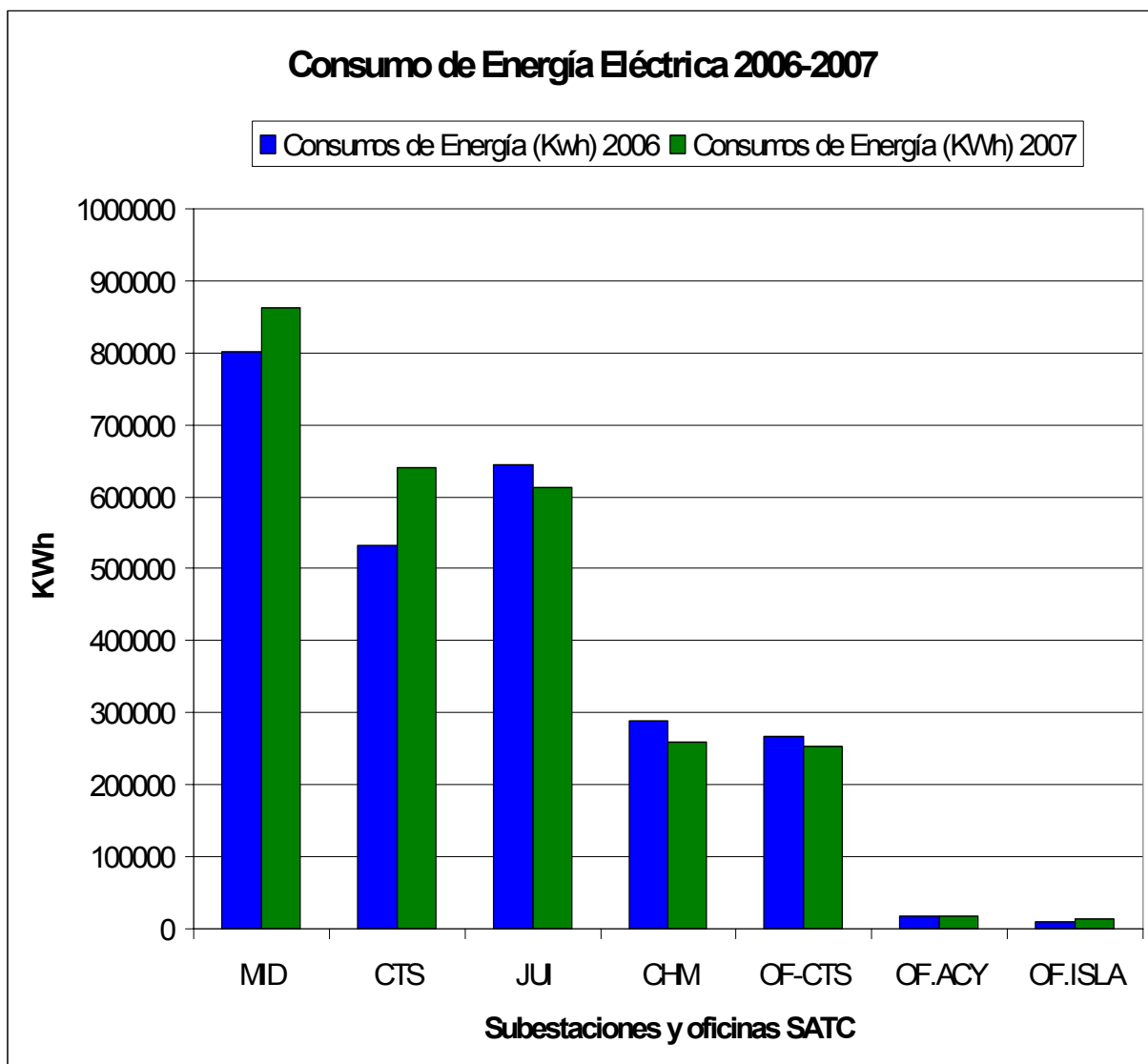


Figura. 4.3.2.3 Comparativo de los Consumos de energía eléctrica de la Subárea Coatzacoalcos año 2006- 2007.

4.3.3 Costo de la energía eléctrica en la SATC año 2007.

El costo de la energía eléctrica está compuesto por diferentes conceptos que se cobran en las facturas de la CFE. En la figura 4.3.3.1 se presentan los conceptos de pago de energía eléctrica presentados para el año 2007, de las instalaciones a cargo de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos denominados bajo una cuenta llamada intercompañía, la cual la CFE realiza los descuentos administrativamente, los

conceptos que se tomaron en cuenta son los normados por las tarifas existentes, incluyendo el incremento por el factor de 2.0 del costo total establecido para las empresas de Gobierno Federal (GB). estos datos fueron tomados por medio del Sistema interno administrativo mySAP. En la figura 4.3.3.1 se puede observar que el mes de mayor costo fue en Octubre.

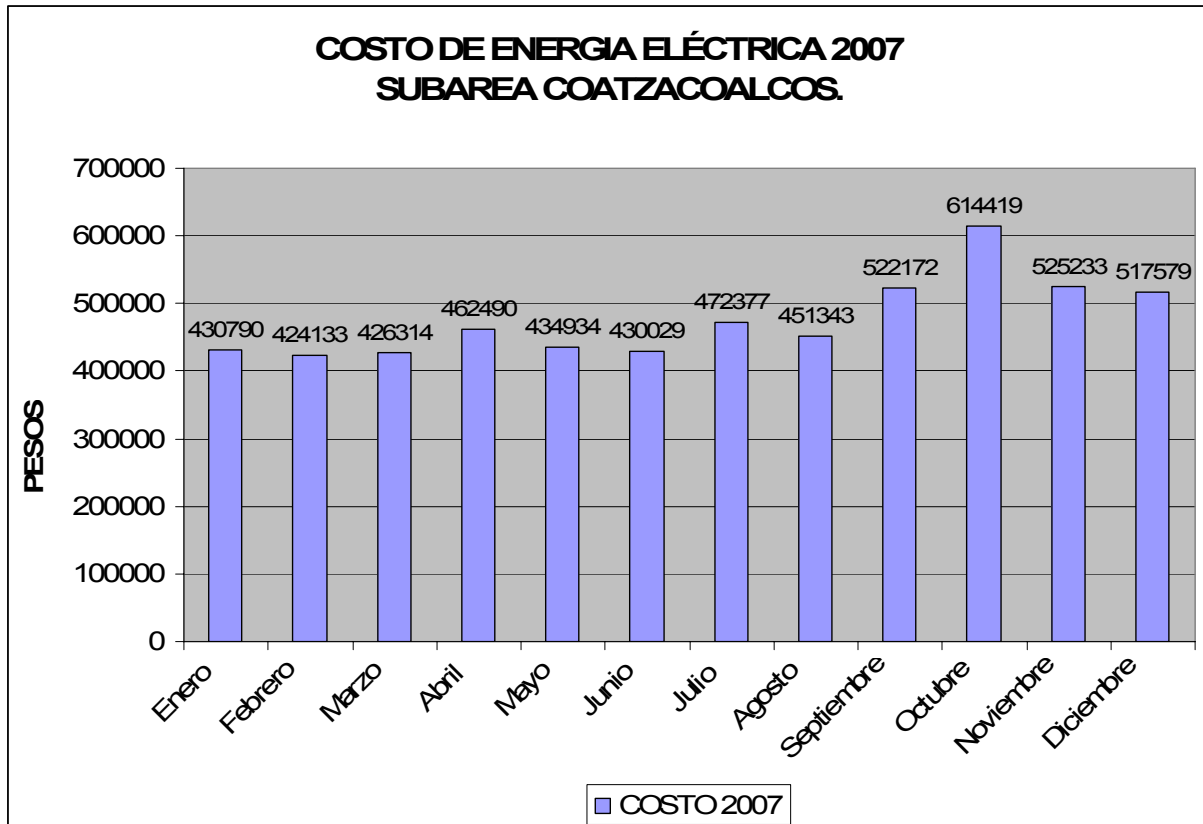


Figura. 4.3.3.1 Costo de Energía Eléctrica total de la SATC. año 2007.

4.3.4 Historial del consumos de energía eléctrica en la S.E. Coatzacoalcos Dos y Oficina generales.

La Subestación Coatzacoalcos Dos se encuentra contratada en la tarifa OM, en el costo total va incluido el factor que se hace a las empresas Gobierno (GB). En la tabla, 4.3.4.1, se detalla el historial de facturación de los consumos emitidos por el modulo de ventanilla de Distribución, del programa SICOM, se observa que se tiene un incremento, del consumo del kWh, de Enero a Diciembre 2007. En relación con las lecturas tomadas con el equipo de la Subárea (OPH), se tienen diferencias en sus lecturas de consumo y demanda máxima así como factor de potencia, debido a que el medidor instalado propiedad de distribución, ya es obsoleto.

Tabla 4.3.4.1 Historial de la facturación S.E Coatzacoalcos Dos Año 2007.

Fecha de Facturación.	Consumo KWh	Dem. Max KW	F.P	Importe total \$
061204-070103	42400.00	95.00	0.95	124030.00
070103-070202	47040.00	83.00	0.95	129065.00
070202-070305	48480.00	90.00	0.95	132717.00
070305-070405	58400.00	96.00	0.96	153957.00
070402-070504	51680.00	98.00	0.96	139071.00
070504-070605	52800.00	90.00	0.96	143527.00
070605-070704	54240.00	102.00	0.96	150645.00
070704-070803	52800.00	93.00	0.96	148951.00
070803-070903	53280.00	88.00	0.96	152918.00
070903-071003	53440.00	79.00	0.96	151877.00
071003-071102	53120.00	90.00	0.96	155568.00
071102-071203	53280.00	84.00	0.96	156699.00
TOTAL.	56374.65	91.00	0.95	1739025.00

La oficina general ubicada en Coatzacoalcos, también se encuentra contratada en la tarifa OM, del mismo modo se incluye el costo que se hace a las empresas Gobierno (GB). La tabla, 4.3.4.2 detalla el historial de la facturación de los consumos emitidos por el modulo de ventanilla de Distribución, del programa SICOM, se observa que se tiene un incremento, del consumo del kWh, a partir del mes de Octubre a Diciembre 2007, la lecturas de Enero a Julio fueron estimadas por daño en el medidor.

Tabla 4.3.4.2 Historial de la facturación Oficinas Coatzacoalcos Año 2007.

Fecha de Facturaciòn.	Consumo KWh	Dem. Max KW	F.P	Importe total \$
061204-070103	24080	87	0.95	54350.00
070103-070202	24000	87	0.95	53289.00
070202-070305	24000	87	0.95	51582.00
070305-070405	24000	87	0.95	51485.00
070402-070504	24000	87	0.95	51602.00
070504-070605	24000	87	0.95	52164.00
070605-070704	24000	87	0.95	53128.00
070704-070803	9040	81	0.97	54507.00
070803-070903	9040	81	0.97	47008.00
070903-071003	26880	88	0.97	91788.00
071003-071102	20320	89	0.97	76542.00
071102-071203	19760	73	0.97	72145.00
TOTAL.	253120	85	0.95	709590.00

4.3.5 Descripción del proceso.

La S.E. Coatzacoalcos opera con el arreglo de los buses de interruptor y medio; este arreglo ofrece facilidad de mantenimiento, ya que al perderse una barra no se deja de alimentar la totalidad de la carga ni se pierden las fuentes de energía. Estas subestaciones tienen dos barras principales energizadas permanentemente, para la transmisión y transformación de energía eléctrica, ésta llega al bus No. 2 de 400 kV a través de las Líneas MPS-A3250-CTS y CTS-A3350-MID provenientes de las Subestaciones Malpaso Dos y Minatitlán Dos respectivamente, intercambiando el flujo de energía según las necesidades de la demanda de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional, el flujo de energía pasa a través del equipo eléctrico primario y secundario hasta llegar al transformador de potencia de 400 a 115 kV, a la salida del transformador en 115 kV, el flujo de energía pasa a través de equipo eléctrico primario y secundario hasta entregarla al bus No.1 y 2 de 115 kV que es el punto de entrega a la Zona de Distribución Oriente, de igual forma según las necesidades de energía eléctrica, en Coatzacoalcos Dos se puede recibir energía eléctrica de las Líneas 73330 de la S.E. Venta Dos, 73030 de la S.E. Agua Dulce y

de la 73000 y 73160 de la S.E. Teapa II, esta energía es entregada a empresas privadas en la Cd. De Monterrey, Nuevo León, por medio de la red de energía eléctrica de la CFE, en estos casos la CFE realiza los cargos por el transporte de energía llamados Porteo.

El edificio de oficinas generales está ubicado en la Ciudad de Coatzacoalcos, Ver. En éste se realizan las actividades de apoyo técnico-administrativos para las especialidades que forman parte de la Subárea, también se cuenta con laboratorios y salas donde se tienen instalados equipos para la Comunicación y Sistemas de Informática, también se realizan actividades de capacitación interna y externa, y se brinda atención al público en general, para asuntos relacionados con el proceso.

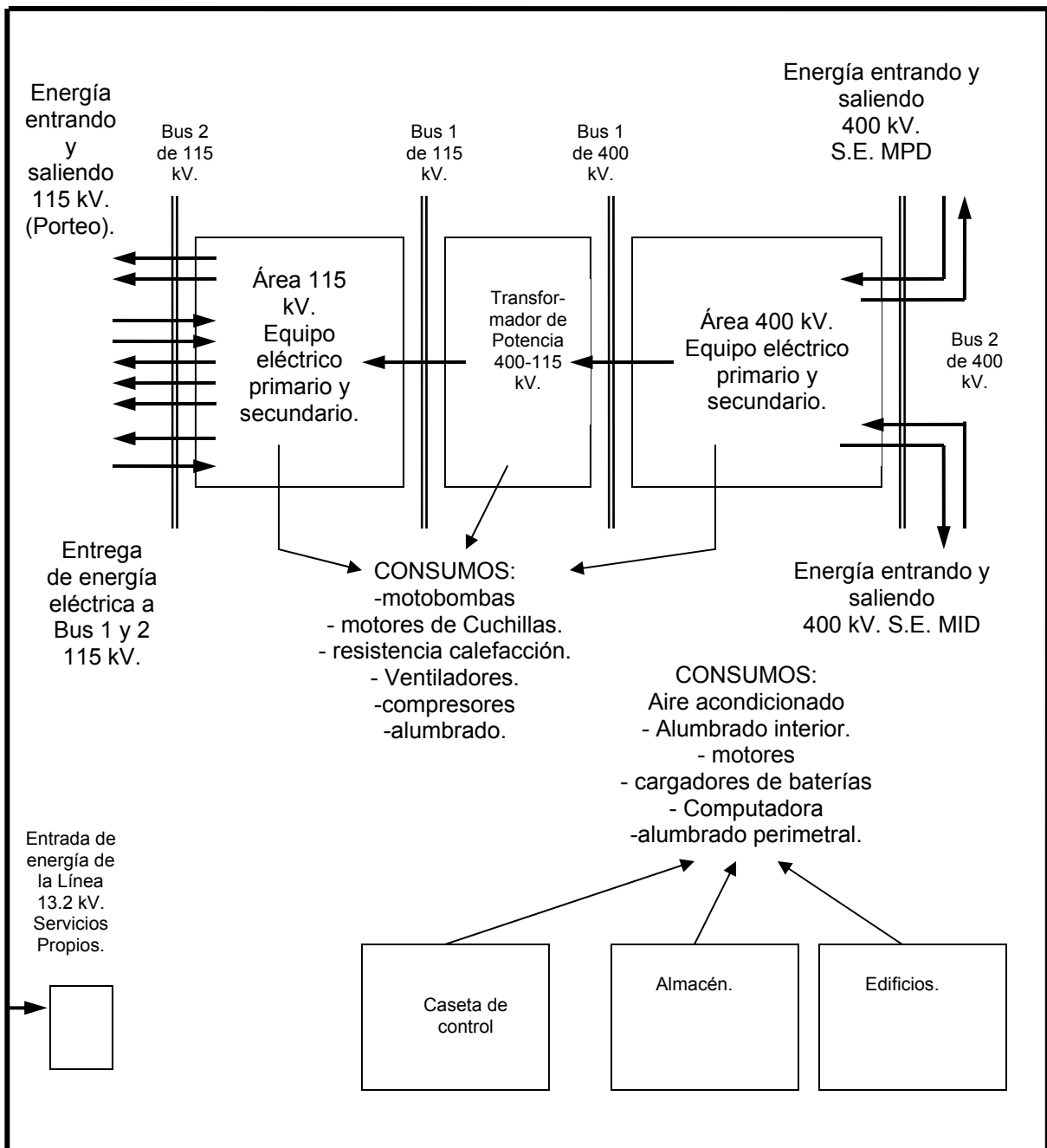


Figura 4.3.5.1 Diagrama de flujo S.E. Coatzacoalcos Dos.

4.4 Índices energéticos.

Se consideró evaluar la Línea MID-A3350-CTS de 400 kV como índice energético ya que se observa que como resultado del intercambio del flujo de energía la Subestación Coatzacoalcos envió hacia la S.E. Minatitlan Dos 81,847.038 (Mwh). para algunos meses el índice se comporta con valores negativos debido a que por la Línea MID-A-3350-CTS entró mas energía en (mWh) de la que salió. A continuación se muestra una relación del intercambio de energía e índice energéticos, en la tabla 4.4.1. y a figura 4.4.1.

Tabla 4.4.1.- Relación de (mWh) entrando y saliendo de la LT A3350.

L.T CTS-A3350-MID						
AÑO 2007	E (mWh)	S (mWh)	diferencia	producción en (kWh)	Consumo (kWh)	consumo/ producción (kWh)
Ene	17313.560	41831.980	24518.420	24518420	49334.64	0.002
Feb	13645.820	46129.080	32483.260	32483260	46780.15	0.001
Mar	13739.580	76040.240	62300.660	62300660	56777.43	0.001
Abr	15211.550	60030.550	44819.000	44819000	50531.88	0.001
May	17777.940	44393.830	26615.890	26615890	55580.69	0.002
Jun	25040.900	29363.500	4322.600	4322600	55229.38	0.013
Jul	30533.340	26134.720	-4398.620	-4398620	59311.86	-0.013
Ago	39921.860	14131.719	-25790.141	-25790141	56833.56	-0.002
Sept	21386.870	47314.000	25927.130	25927130	50732.64	0.002
Oct	17232.980	42875.240	25642.260	25642260	50952.21	0.002
Nov	64222.296	3969.905	-60252.391	-60252391	51728.77	-0.001
Dic	78396.865	4055.835	-74341.030	-74341030	55961.03	-0.001
TOTAL	354423.561	436270.599	81847.038	81847038	639754.24	0.008

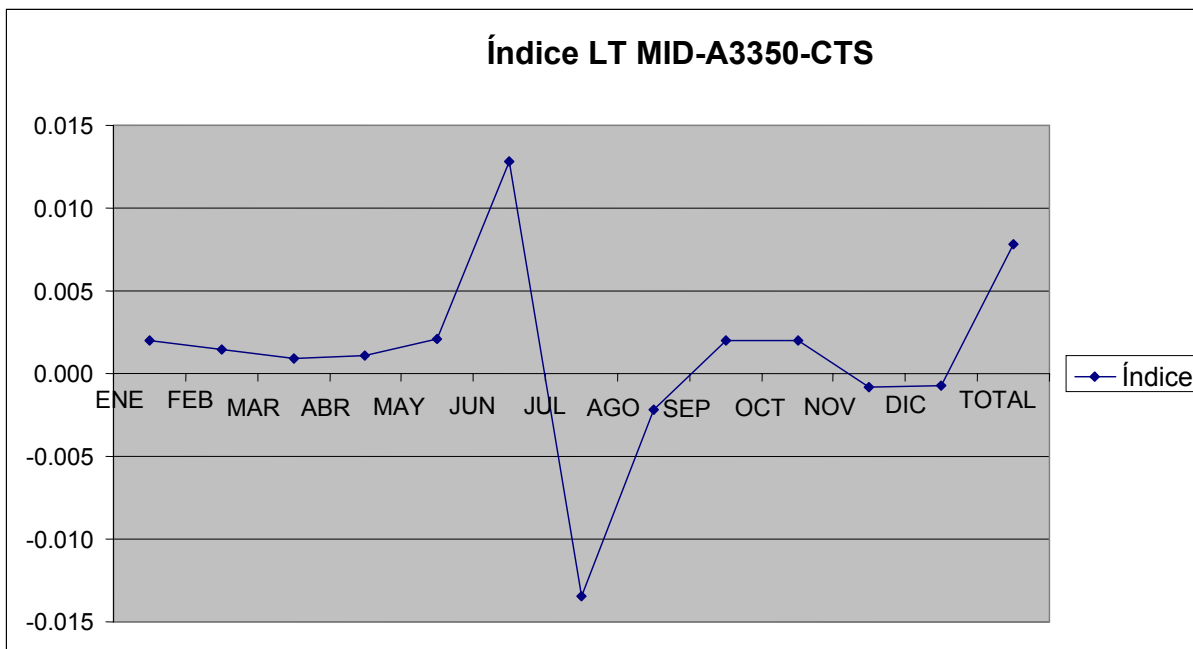


Figura 4.4.1.- Índice energético de la LT A3350, Energía consumida por unidad de producción en (kWh).

Se considera evaluar como índice energético la energía entrando al banco de transformación T-1 de 400 ,115 y 34.5 kV debido a la energía total de 850,130.353 (Mwh). Tabla 4.4.2. y la figura 4.4.2.

Tabla 4.4.2.- Relación de (mWh) entrando al banco de transformación

BANCO DE TRANSFORMACIÓN				
AÑO 2007	E (mWh)	E (kWh)	Consumo (kWh)	Índice (kWh)
Ene	63240.685	63240685	49334.64	0.0008
Feb	59943.983	59943983	46780.15	0.0008
Mar	82614.936	82614936	56777.43	0.0007
Abr	76561.104	76561104	50531.88	0.0007
May	73088.142	73088142	55580.69	0.0008
Jun	72947.946	72947946	55229.38	0.0008
Jul	80608.061	80608061	59311.86	0.0007
Ago	76981.631	76981631	56833.56	0.0007
Sept	77404.184	77404184	50732.64	0.0007
Oct	76604.851	76604851	50952.21	0.0007
Nov	54073.030	54073030	51728.77	0.0010
Dic	56061.800	56061800	55961.03	0.0010
TOTAL	850130.353	850130353	639754.24	0.0008

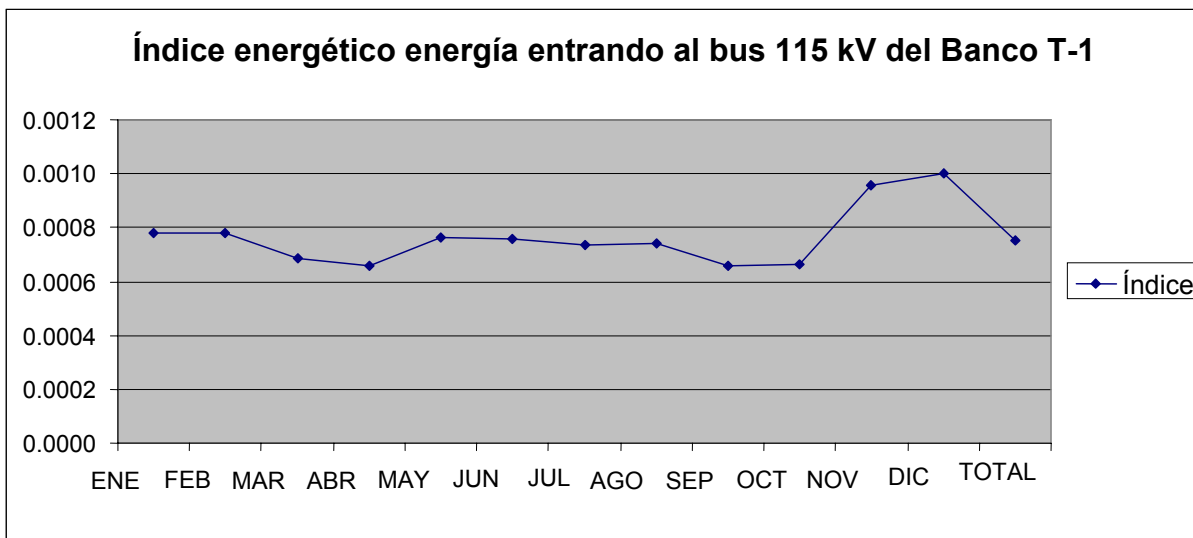


Figura 4.4.2.- Índice energético entrando al bus 115 kV del banco T-1, Energía consumida por unidad de producción en (kWh).

Se considera evaluar la energía entrando al bus de 115 kV, por parte de la generación de PEMEX, a través de las Líneas de 115 kV, debido a que esta energía a su vez la CFE la entrega en otros lugares (Porteo). 81,847.038 (Mwh). Tabla 4.4.3 y figura 4.4.3.

Tabla 4.4.3.- Relación de (mWh) entrando al bus de 115 kV,

LINEAS DE 115 (ENERGIA ENTRANDO)				
AÑO 2007	LT 115 KV (Mwh)	LT 115 KV (kWh)	Consumo (kWh)	consumo/ producción (kWh)
Ene	6767.000	6767000	49334.64	0.0073
Feb	8667.643	8667643	46780.15	0.0054
Mar	4542.037	4542037	56777.43	0.0125
Abr	4227.048	4227048	50531.88	0.0120
May	8804.690	8804690	55580.69	0.0063
Jun	11883.798	11883798	55229.38	0.0046
Jul	19165.289	19165289	59311.86	0.0031
Ago	14188.371	14188371	56833.56	0.0040
Sept	16124.615	16124615	50732.64	0.0031
Oct	14573.010	14573010	50952.21	0.0035
Nov	14553.520	14553520	51728.77	0.0036
Dic	16967.992	16967992	55961.03	0.0033
TOTAL	140465.013	140465013	639754.24	0.0046

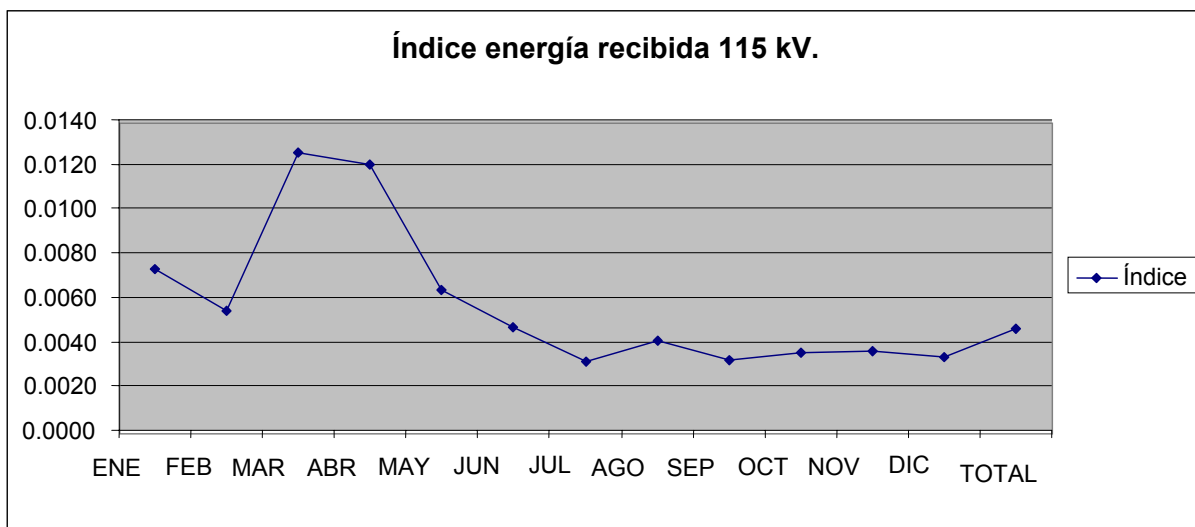


Figura 4.4.3.- Índice energético energía recibida de las Líneas de 115 kV, al bus, energía consumida por unidad de producción en (kWh).

Se considera evaluar como índice energético los consumos del edificio de las oficinas Coatzacoalcos, para ésto se consideró tomar el dato de producción en (kWh) de la energía entrando al banco de transformación T-1, de la S.E. Coatzacoalcos Dos, en el índice se observa un decremento en los meses de agosto y Septiembre 2007, esto fue debido a que por daño en el medidor las lecturas fueron calculadas por parte de CFE Distribución, Tabla 4.4.4 y Figura 4.4.4.

Tabla 4.4.4.- Relación de índice energético de las oficinas de Coatzacoalcos.

EDIFICIO OFICINAS COATZACOALCOS.					
AÑO 2007	E (kWh)	Consumo (kWh)	Consumo/ producción (kWh)	(\$ Costo de la energía consumida	Costo de la energía/ Producción.
Ene	63240685	24080	0.00038	54350	0.0009
Feb	59943983	24000	0.00040	53289	0.0009
Mar	82614936	24000	0.00029	51582	0.0006
Abr	76561104	24000	0.00031	51485	0.0007
May	73088142	24000	0.00033	51602	0.0007
Jun	72947946	24000	0.00033	52164	0.0007
Jul	80608061	24000	0.00030	53128	0.0007
Ago	76981631	9040	0.00012	54507	0.0007
Sept	77404184	9040	0.00012	47008	0.0006
Oct	76604851	26880	0.00035	91788	0.0012
Nov	54073030	20320	0.00038	76542	0.0014
Dic	56061800	19760	0.00035	72145	0.0013
TOTAL.	850130353	253120	0.00030	709590	0.0008



Figura 4.4.4.- Índice energético energía total consumida por unidad de producción en (kWh). de la Oficina Coatzacoalcos. (se considera la producción del banco T-1).

Tabla. 4.4.5. Resumen global índices energéticos S.E. Coatzacoalcos Dos.

ENERGETICO	LT A3350	BANCO T-1	ENERGÍA RECIBIDA	EDIFICIO OFICINAS
Costo total de la energía (\$)	1739025	1739025	1739025	709590
Energía total consumida (kWh)	639754.24	639754.24	639754.24	253120
Producción Total (kWh)	81847038	850130353	140465013	850130353
Índice energético: Energía total consumida/producción	0.0078	0.0008	0.0046	0.0003
Índice económico: Costo Energía total consumida/producción.	0.0212	0.0020	0.0124	0.0008

4.5 Recorrido por la instalación.

4.5.1 Análisis de los sistemas de iluminación S.E. Coatzacoalcos Dos.

El estudio inició con un recorrido por la instalación, haciendo un levantamiento del equipo instalado, se registran el tipo de lámparas, en servicio, fundidas o apagadas, difusores, interruptores, balastos y medición de iluminación (luxes), así como observaciones importantes. Estos datos se registran en el formato diseñado para esta actividad.

Esta actividad se realizó en las diferentes áreas de la Subestación Coatzacoalcos Dos, en la caseta de control, almacén, alojamientos de Seguridad física y Sedena, áreas operativa y perimetral, los puntos de medición se seleccionaron en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando, el proceso de producción, la ubicación de las luminarias, de las áreas y puestos de trabajo, y la posición de la maquinaria y equipo. De igual forma para establecer el número de zonas a evaluar, se emplea la ecuación (3.2.1) mencionada anteriormente y que fue tomada de la NOM-025-STPS-1999.

La medición se registró en cada plano de trabajo, a nivel de los escritorios, en diferentes posiciones pero siempre a la misma distancia del suelo (74 cm), evitando proyectar sombras y no reflejar luz adicional, en áreas operativas así como en pasillos el plano evaluar horizontal fue sobre el piso a (85 cm). La posición de medición se especificó en cada uno de los planos, lo que se pretende saber si la iluminación es escasa, buena o excesiva (figuras 4.5.1.1 y 4.5.1.2)

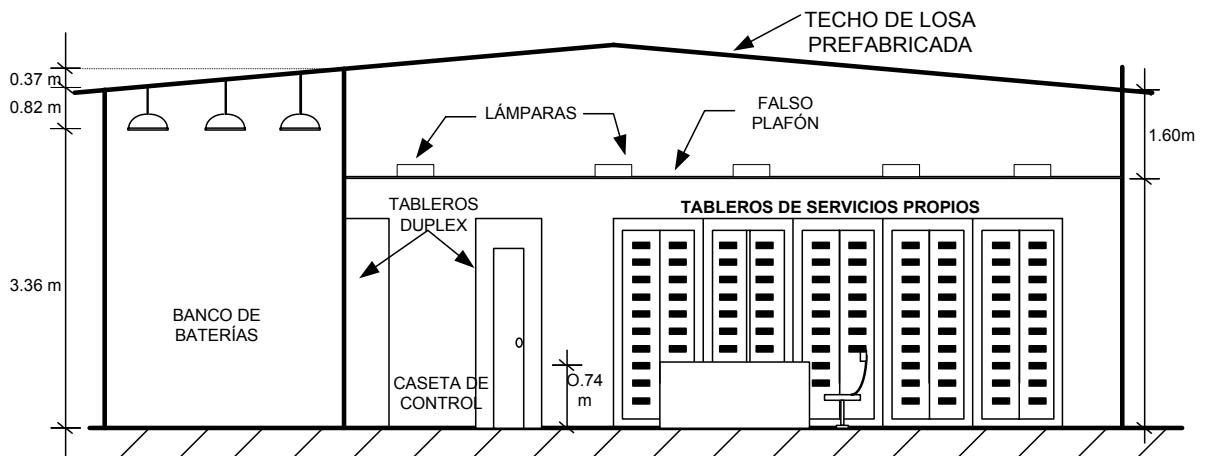


Figura 4.5.1.1 Ejemplo de medición de los niveles de iluminación en la caseta de control.

CASETA DE CONTROL.
 MEDICIÓN DE LUXES.
 ESCALA: SIN ESCALA.
 S.E. COATZACOALCOS DOS.

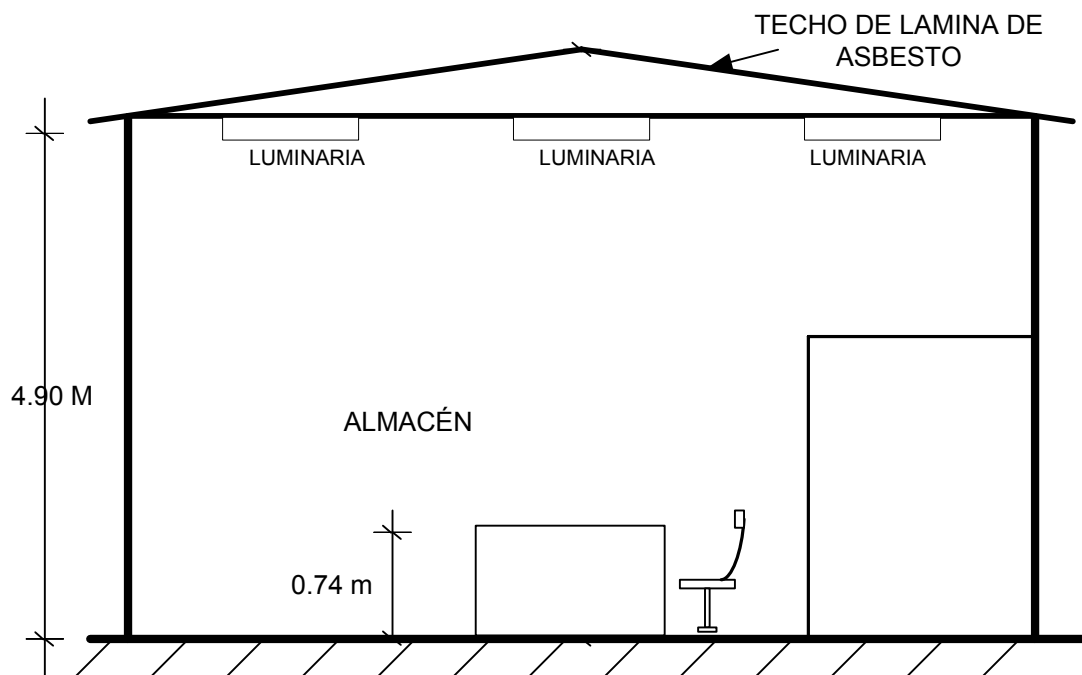


Figura 4.5.1.2. Ejemplo de medición de los niveles de iluminación en el almacén.

ALMACÉN GENERAL
 MEDICIÓN DE LUXES.
 ESCALA: SIN ESCALA.
 S.E. COATZACOALCOS DOS.

La toma de lecturas se realizó con un luxómetro (LIGHT METER modelo LX-1108 con capacidad de 200 klux marca LT Lutron). Figura 4.5.1.3, fueron en un horario nocturno de 19:00 a 21:00 horas, porque en este lapso no se tiene luz solar (directa y difusa), la cual afectaría la medición, excepto en el almacén general y bodega taller de subestaciones que fueron en el transcurso del día, debido a que permanece cerrado en la noche por motivo de seguridad.



Figura. 4.5.1.3 Luxómetro (LIGHT METER modelo LX-1108 con capacidad de 200 klux marca LT Lutron).

Se tomaron de base los niveles de iluminación establecidos en las normas NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1), que para los laboratorios es de 500 lux, para las áreas de oficinas es de 300 lux, para almacenaje rudo de 200 lux, para pasillos 50 lux, asimismo de la NOM-001-SEDE-2005 (tabla 2.10.1) el nivel mínimo para frente de tableros de control es de 270 lux, parte posterior de los tableros o áreas dentro de tablero duplex es de 55 lux, Cuarto de baterías es de 110 lux, área general

(operativa) 22 lux. Se revisó además la Norma Oficial Mexicana NOM-007-2004, (tabla 2.11.1) Eficiencia energética en sistemas de alumbrado de edificios no residenciales, que nos indica los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los edificios, para el caso de Oficinas es de 14 DPEA (W/m^2), en bibliotecas es de 16 DPEA (W/m^2), y talleres es de 27 DPEA (W/m^2).

El tipo de balastro es de 2 x 59 W para la caseta de control, el tipo de gabinete es de empotrar de 2.45 x 0.30m, difusor de rejilla, en el banco de baterías se tiene lámparas ahorradoras, no tiene lámparas contra explosión como lo pide la NOM-001-STPS-2005, en el alojamiento del personal de Seguridad Física es de 2 x 32 W de 1.20 x 0.30m, se tienen gabinetes sobrepuestos con difusor prismático de acrílico, para el bunker de Seguridad son de 2 x 39 W, de sobreponer con difusor prismático de acrílico, para el almacén es de 2 x 75 W se tienen gabinetes sobrepuestos tipo industrial sin difusor y en la oficinas del almacén son de 2 x 39 W tipo de gabinete de empotrar con difusor prismático de acrílico, para el alojamiento de personal de Sedena, se tienen focos incandescentes de 60 W, en el taller de Subestaciones se tienen lámparas de 2 x 75 W en canaletas sin difusor, para los lugares anteriores las paredes son de ladrillo rojo, los pisos son de color claro, los techos son de color blanco. En las áreas operativas se tienen lámparas de 250 W de luz mixta, en su mayoría fundidas y en el alumbrado perimetral de Seguridad de la Subestación son lámparas de vapor de sodio de 250 W.

Las figuras 4.5.1.4 y 4.5.1.5 muestran el tipo de iluminación en la caseta de control a base de gabinetes de 2 x 59 W lámparas T-8 y en el almacén gabinetes de 2 x 75 W con lámparas fluorescentes de T-12.



Figura. 4.5.1.4 Caseta de control con gabinetes de lámparas fluorescentes de 2 x 59 W.



Figura. 4.5.1.5 Almacén General con canaleta de lámparas fluorescentes de 2 x 75 W.

El horario de labores en la Subestación Coatzacoalcos Dos es de 7:00 a 15:00 horas, de lunes a viernes y el personal que está de traslape de sábado a domingo de 7:00 a 15:00 horas, pudiendo permanecer el personal en el transcurso de la tarde y la noche por cuestiones de maniobras en los equipos y/o emergencias, el personal de Vigilancia permanece las 24 horas de día, todo el año.

Los resultados del levantamiento y de los niveles de iluminación se presentan en las figuras de la 4.5.1.6 a la 4.5.1.13 y en las tablas de la 4.5.1.1 a la 4.5.1.8 donde se muestran las lecturas que se hicieron de los niveles de iluminación en las áreas de las casetas, almacenes y áreas operativas y perimetral de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

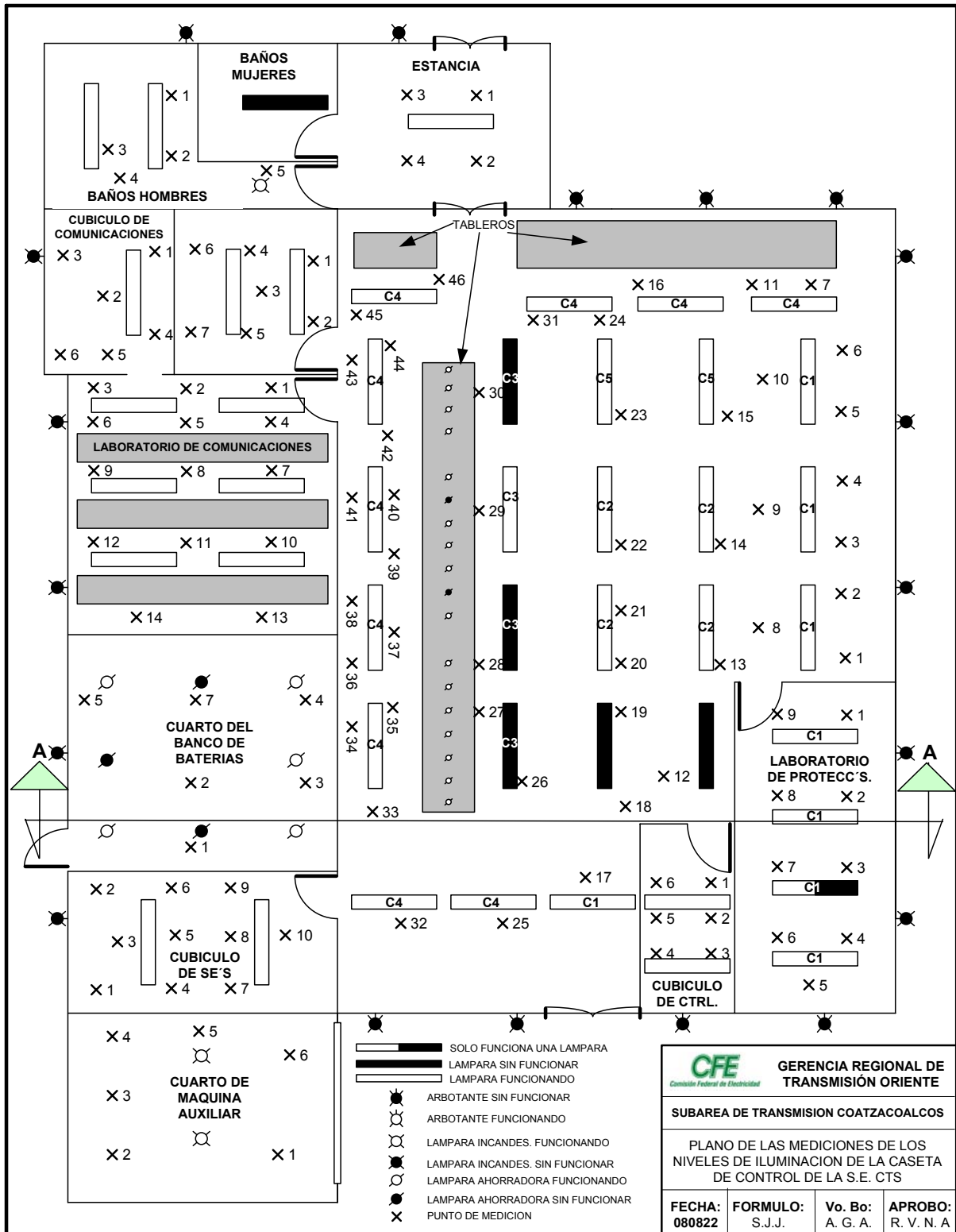


Figura. 4.5.1.6 Medición de los niveles de iluminación Caseta de control S.E.

Tabla 4.5.1.1. Levantamiento de Iluminación, Caseta de Control de la S.E. CTS.

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Lámp. compactas	Tipo de lámparas					Balastro		Interruptor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES	
					20	59	60	100	250	Fmag	Elec		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Caseta de Control	274.00	26	2			X					X	SI	257	364	312	369	378	435	487	342	295	349	5 interruptores, 5 lámparas fundidas, 3 lámparas de la caseta de control encienden junto con 4 lámparas del laboratorio de Protecciones.	
													420	31	368	284	345	414	513	44	60	313		
														325	310	354	352	480	41	30	44	289		48
														385	498	219	432	265	296	448	342	250		423
Laboratorio de Protecciones.	32.00	4	2			X					X	SI	307	360	272	333	438	426	356	417	322		Una lámpara fundida, el alumbrado se controla junto con los de la caseta de control.	
Comedor	14.00	2	2			X					X	SI	432	436	707	494	553	493	460				1 interruptor para 2 lámparas.	
Laboratorio de Comunicaciones	48.00	6	2			X					X	SI	318	329	291	280	255	275	554	521	471	483	1 interruptor para 6 lámparas, se puede independizar.	
													468	473										
Oficina del laboratorio de CM.	13.00	1	2			X					X	SI	369	442	156	341	290	190					1 interruptor para 2 lámparas.	
Oficina de Control.	11.40	2	2			X					X	SI	428	483	477	558	490	425					1 interruptor para 2 lámparas.	
Oficina de Subestaciones	24.39	2	2			X					X	SI	360	212	433	423	398	275	396	498	302	338	1 interruptor para 2 lámparas.	
Int. gabinete tablero duplex	23.17			20	X							SI	103	106	90	102	93	98					2 interruptores tipo escalera,	
Recepción, lado norte.	19.25	1	2			X					X	SI	51	185	200	173	152						1 interruptor para 2 lámparas, la altura de montaje es mayor por lo alto de la losa.	
Baño de mujeres.	6.30	1	2			X					X	SI											Lámparas fundidas.	
Baño de hombres.	17.22	2	2			X					X	SI	245	248	247	202								
pasillo acceso baño hombres.	3.00			1	X						X	SI	51											
Banco de baterías.	48.00												27	29	37	32	31	29	29				1 interruptor para 4 lámparas, 2 lámparas no tienen disponible el apagador, las lámparas no son a prueba de explosión.	
Exterior caseta de control				15			X																Luminario arbotante, con focos de 60 W, incandescentes y fundidos.	
Estacionamiento lado caseta				10			X						7										focos de 60 W, incandescentes y fundidos.	
Estacionamiento lado sur.				3				X					16	17	7	17	15	8	5				focos de 250 W luz mixta, fundida.	
Cuarto de Maquina Auxiliar Subestaciones.	35.40			2	X			X				SI	7	8	13	16	21	13					1 interruptor para 2 lámparas de 22 W, 1 interruptor para el foco incandescente, está fundido.	

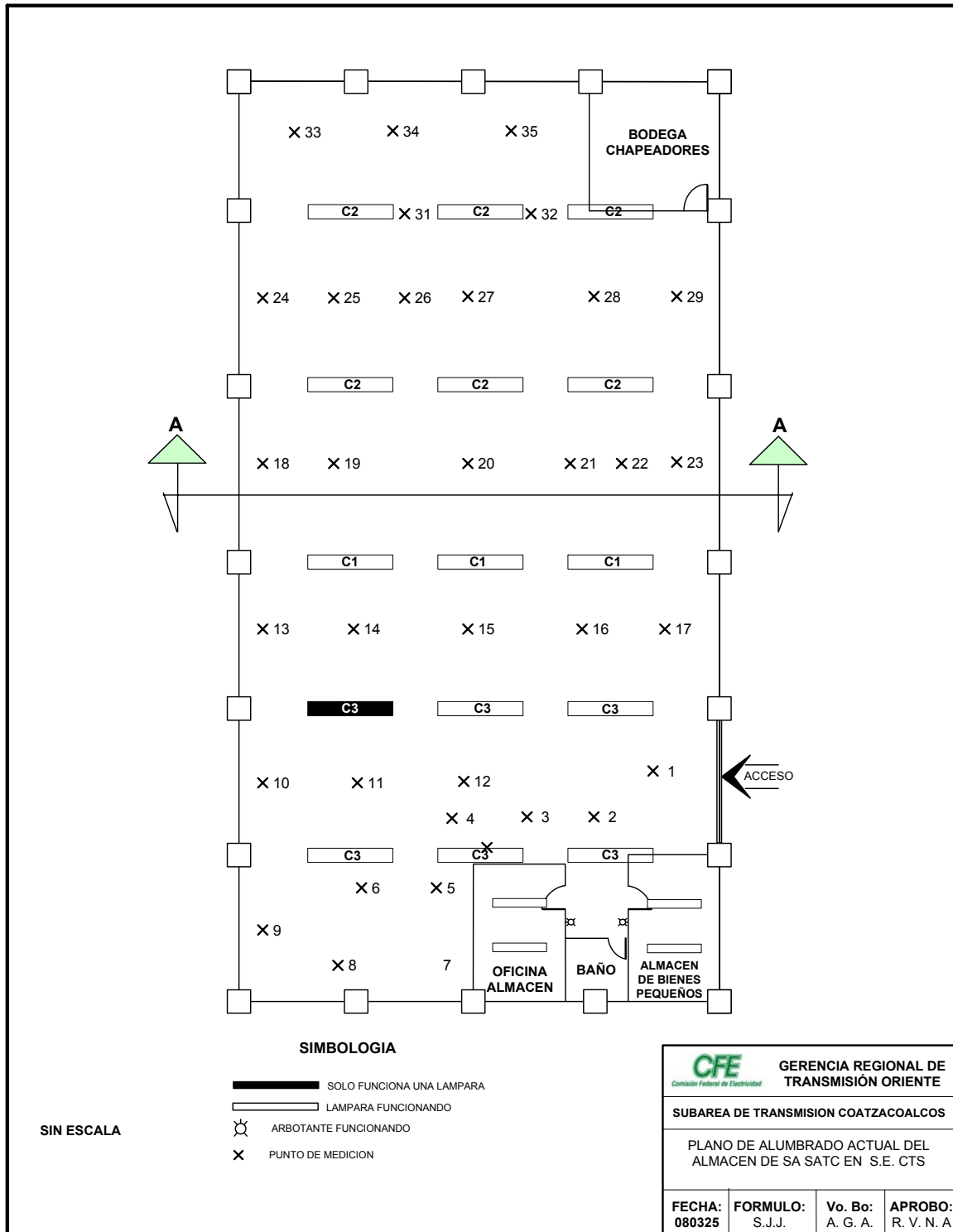


Figura. 4.5.1.7 Medición de los niveles de iluminación Almacén general S.E. CTS.

Tabla 4.5.1.2. Levantamiento de Iluminación Almacén General de la S.E. CTS.

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Tipo de lámparas				Balastro		Interruptor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES	
				39	75	60	250	Fmag	Elec		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Almacén general.	412.00	15	2		X			X		SI	108	140	134	129	114	70	21	74	72	80	1 circuito alimenta 3 lámparas, 1 circuito para 6 lámparas, 1 circuito para 6 lámparas, 2 lamparas estan mal ubicadas caen arriba de las oficinas, y se tiene un área sin iluminación, el alumbrado se controla desde el tablero se encienden y apaga el alumbrado.	
											112	141	100	147	138	309	147	102	143	225		
												275	350	187	104	165	190	240	261	256		102
												102	142	14	20	22						
Oficina del almacén	14.04	2		X				X		SI	132	217	138	174	262	190	159	174	90		2 lámparas para interruptor. Falta limpieza a los difusores.	
Cuarto materiales varios.	13.86	2	2	X				X		SI	34	40	15	350	330	220	146	220	104			
Pasillo oficinas almacén.	4.00					X				SI											2 focos incandescentes de 60 W, en lampara tipo decorativo.	
Alumbrado exterior hacia el patio almacén.							X			SI	12	5	2	2							Reflectores con 2 lámparas de 250 W mixta. 1 fundido de 250 W.	

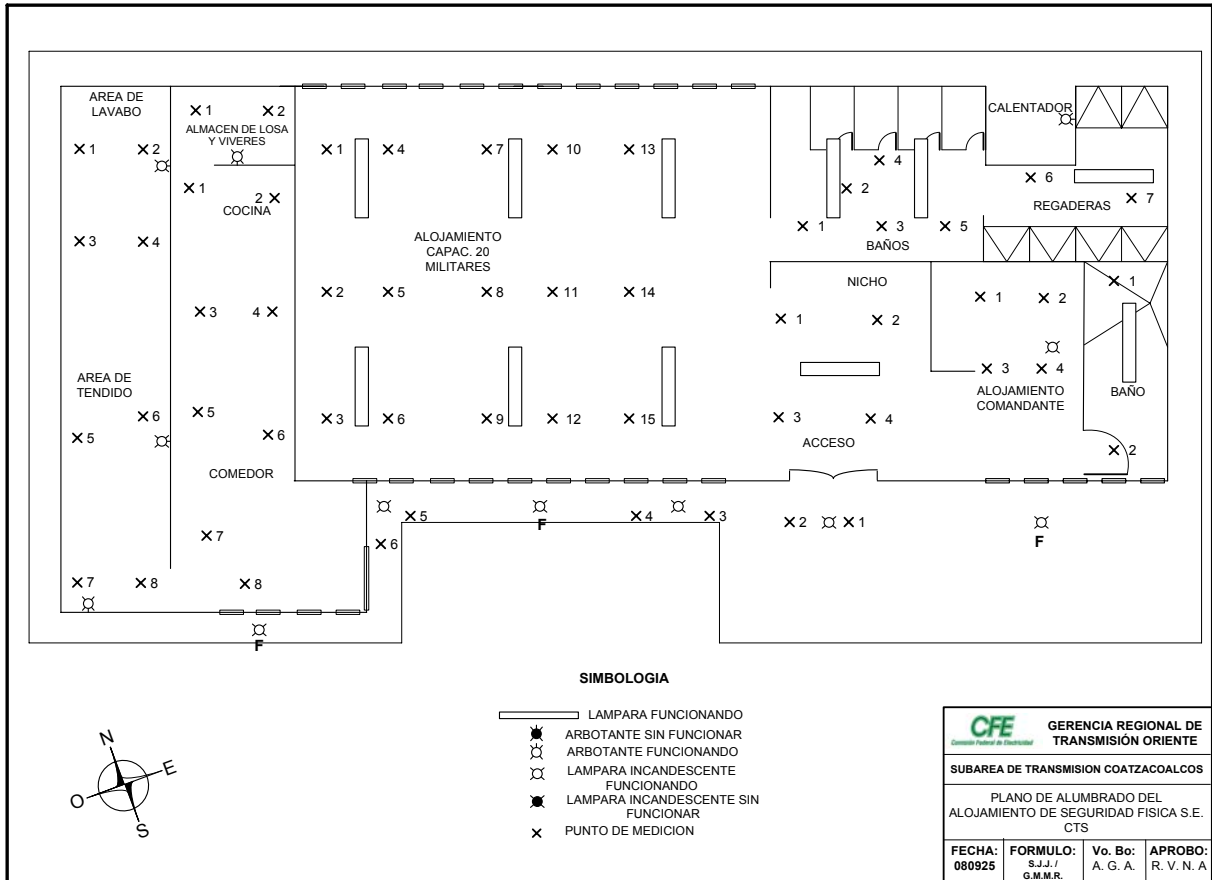


Figura. 4.5.1.8 Medición de los niveles de Iluminación Alojamiento Seguridad Física de la S.E. CTS.

Tabla 4.5.1.3. Levantamiento de Iluminación Alojamiento Seguridad Física de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Lámp. compactas	Tipo de lamparas						Balastro		Interruptor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES																
					18	22	32	39	59	60	100	Fmag		Elec	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10															
Recepción	9.28	1	2				X						X	SI	129	140	112	108																				Un solo apagador para estas dos lámparas, aparte tiene 6 lámparas dicroicas para mural. Difusores sucios.		
Habitación comandante				1		X							X	SI	28	30	20	20																						
Baño comandante	3.75	1		2		X							X	SI	190	195																								
Dormitorios	54.00	6	2			X		X					X	SI	192	190	193	152	158	144	209	140	197	100														Un interruptor controla 2 gabinetes. Se encontró 1 lámpara que no funciona.		
																139	152	56	128	174																				
Baño	22.50	3	2			X							X	SI	174	130	205	214	183	178	185																			
Cocina	21.80	3	2			X							X	SI	156	152	162	165	129	105	42	35																	Un interruptor para 2 gabinetes y otro para un gabinete	
Almacén viveres	4.20		1			X								SI	26	35																						Lámpara sucia.		
Patio de lavado.	20.00		4			X								SI	28	42	53	34	28	54	39																	1 interruptor para las 4 lámparas, área a la intemperie.		
Marquesina del pasillo exterior	26.00			6							X			SI	23	25	24	22	57	52																		Foco incandescente de 60 watts		
Cuarto de Máquina Auxiliar Seguridad Física		2	2					X					X	SI	177	197	197	175	185																			Un interruptor para los dos gabinetes		
Marquesina cuarto Maq. Aux.				1		X								SI																							Un interruptor para esta lámpara.			
Bunker	22.00	5	2					X					X	SI	45	19	157	117	214	94	173	42																Un interruptor para dos gabinetes, un interruptor para un gabinete y 3 lamparas fundidas. Difusores sucios.		
Baño bunker	2.00	1		1		X								SI																										
Marquesina pasillo Bunker	3.00			1		X								SI																										
				1							X																												Foco incandescente de color.	

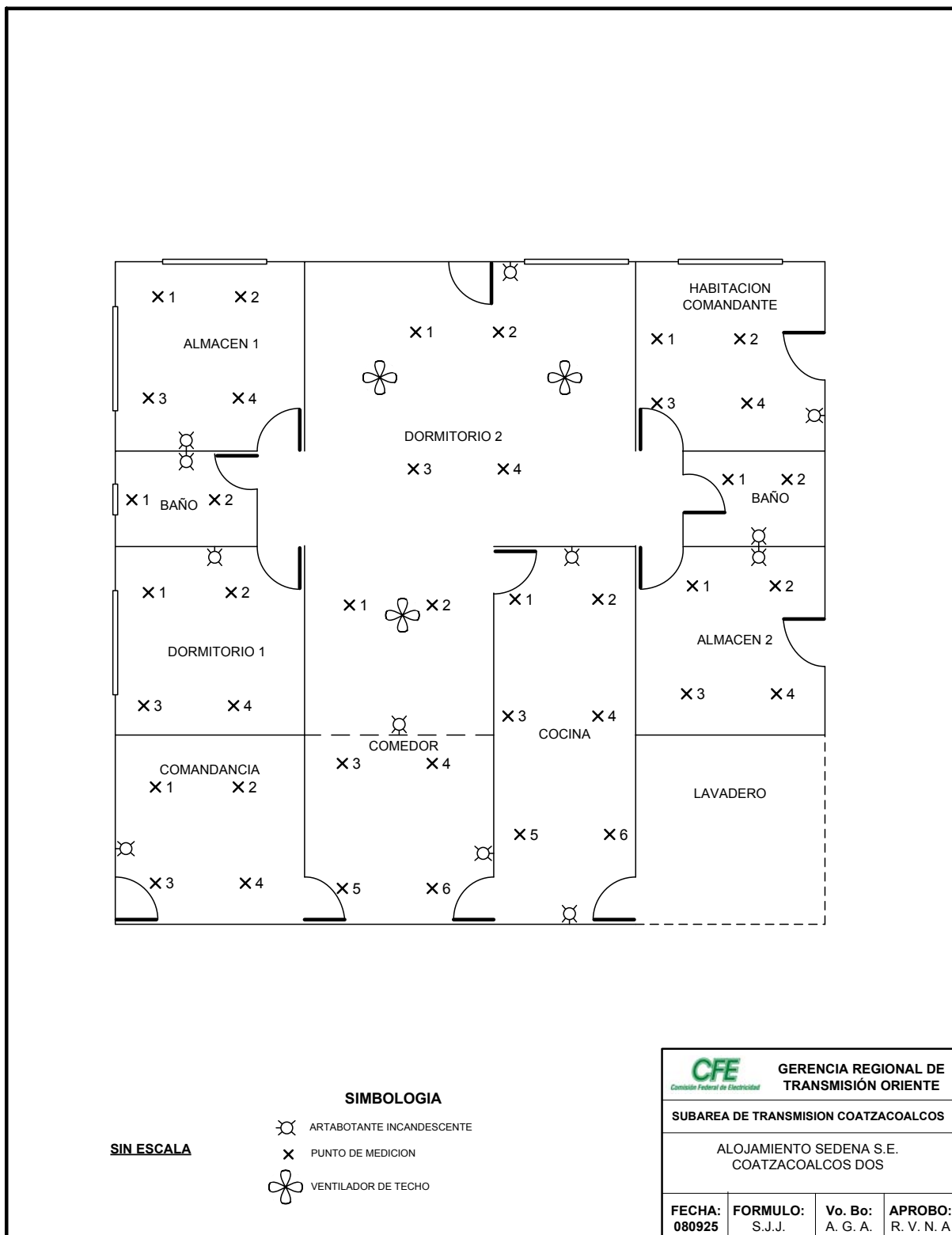


Figura 4.5.1.9. Medición de los niveles de Iluminación Alojamiento personal SEDENA. S.E. CTS

Tabla 4.5.1.4. Levantamiento de Iluminación Alojamiento Sedena de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Incandescentes	Tipo de lamparas		Balastro		Interruptor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES		
					60		Fmag	Elec		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Cuarto almacén	16.00			1	X				SI													No tiene foco.
Baño No. 1	4.50			1	X				SI	30	33											Los focos se encuentran instalados en las paredes ya que el techo es de lámina de asbesto.
Baño No. 2	4.50			1	X				SI	61	39											
Dormitorios No. 1	14.00			1	X				SI	30	24	18	17									
Comandancia	16.00			1	X				SI	18	8	27	10									
Dormitorios No. 1	38.50			2	X				SI	14	20	8	7									
Comedor	30.00			1	X				SI	25	25	38	44	14	24							
Habitación Comandante	16.00			1	X				SI	21	35	23	54									
Cuarto almacén 2	14.00			1	X				SI	66	65	34	32									
Cocina	22.50			2	X				SI	36	16	15	25	37								
Alumbrado exterior	15.00			2	X				SI	15	13											

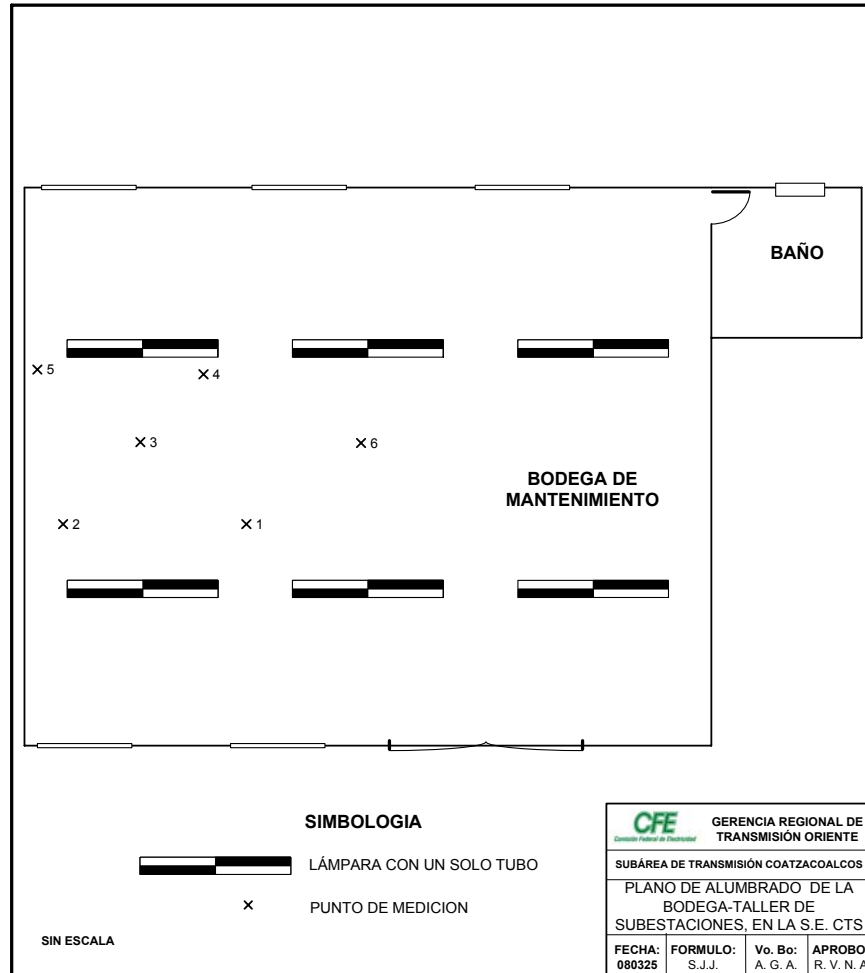


Figura. 4.5.1.10 Medición de los niveles de iluminación Bodega-Taller de Subestaciones de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

Tabla 4.5.1.5. Levantamiento de Iluminación Bodega-Taller de Subestaciones de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Lámp. compactas	Tipo de Lámpara			Balastro		Interruptor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES	
					22	75	100	Fmag	Elec		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Bodega-Taller de Subestaciones	52.00	3	2			X		X		SI	73	45	201	75	80	211	240	152	146		1 interruptor para dos lámparas, las lámparas están mal distribuidas, en el área de los anaques, doce se encuentra el material.	

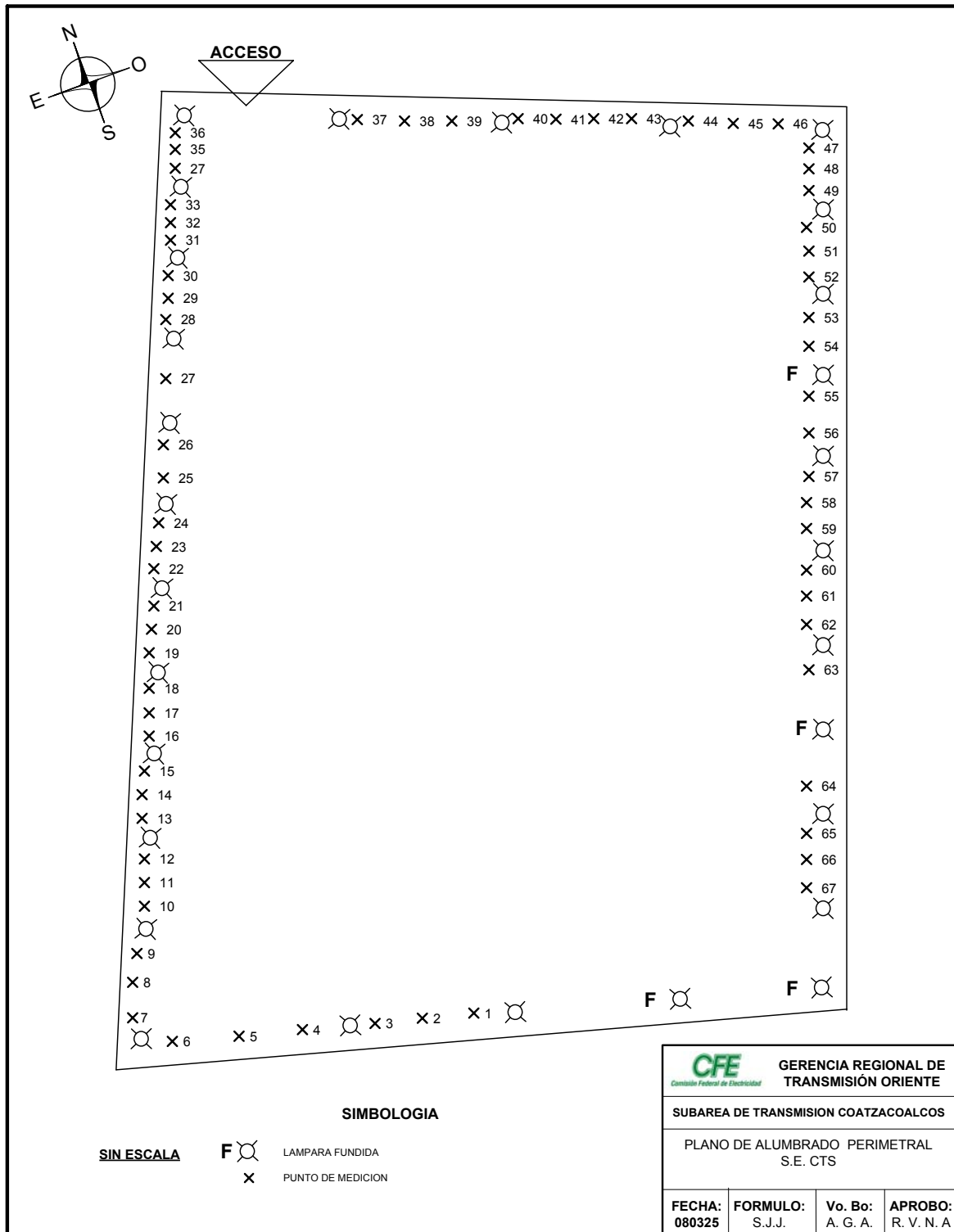


Figura. 4.5.1.11 Medición de los niveles de iluminación Alumbrado Perimetral de la S.E. CTS.

Tabla 4.5.1.6. Levantamiento de Iluminación Alumbrado Perimetral de la S.E. CTS

Ubicación	Dimensiones (metro lineal)	Num. de Lámparas.	Núm. Lamp/Gab.	Tipo de lámpara		Balastro		Interruptor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES
				250	Fmag	Elec	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Alumbrado perimetral de la Subestación Coatzacoalcos dos.	1346	29	1	X	X		SI	23	1	15	7	2	11	52	28	60	40	Los interruptores para el alumbrado estan en el centro de carga, cada lámpara cuenta con su fotocelda, son lámparas de Vapor de Sodio, se tienen 5 lámparas fundidas.	
								22	46	42	11	44	38	2	42	38	8		
									52	59	3	62	23	3	44	33	2		25
									17	3	24	26	9	50	26	13	22		56
									1	22	52	52	14	20	2	11	27		28
									5	35	49	8	7	23	35	8	26		44
									11	20	18	26	23	1	19				

Como parte del recorrido por la instalación se hizo un levantamiento de las áreas operativas de 400 y 115 kV, también se tomaron datos del tipo de luminarias instaladas, fundidas o apagadas, interruptores, su altura de montaje y medición de los niveles de iluminación, como se muestra a continuación en las figuras 4.5.1.12 a la 4.5.1.13 y en las tablas de la 4.5.1.7 a la 4.5.1.9

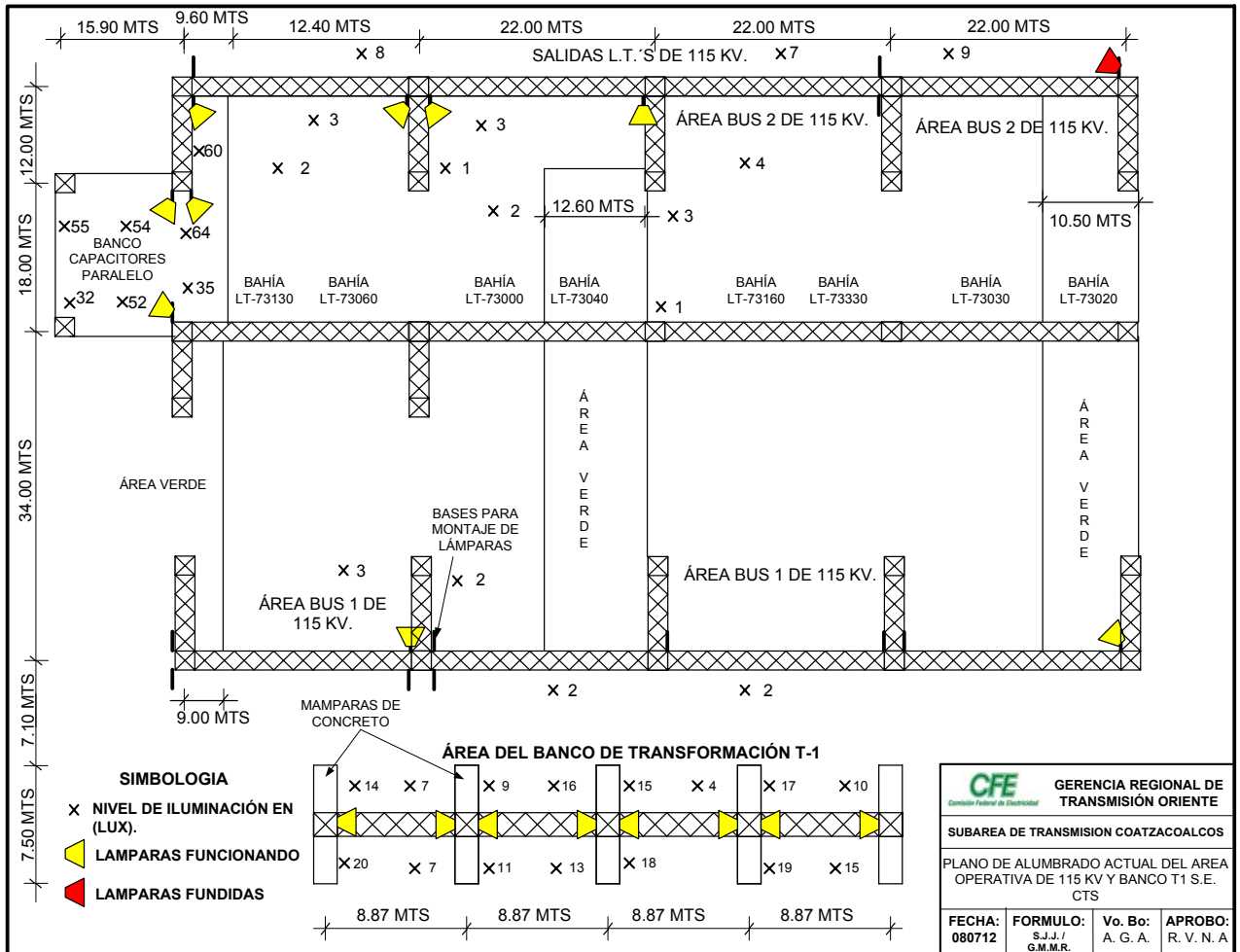


Figura. 4.5.1.12 Medición de los niveles de iluminación área operativa 115 kV de la S.E. CTS.

Tabla 4.5.1.7. Consumo de energía eléctrica en iluminación (estado actual) área de 115 kV de la S.E. CTS.

	CAPACITORES 115 kV	Bus 2 115 kV	Bus 1 115 kV	Banco T-1	Banco T-1 Mamparas	Salida L.T. 115 kV	TOTAL
Superficie (m ²)	288	2640	2992	219	266	853	7258
Tipo de lámparas	VSAP	MIXTA	MIXTA	VSAP	WALL PACK	MIXTA	-----
Número de lámparas	4	3	2	0	8	1	18
Potencia (W/lámparas)	250	250	250	0	150	250	3700
Nivel de iluminación promedio (luxes.)	50	2	3	2	13	8	-----

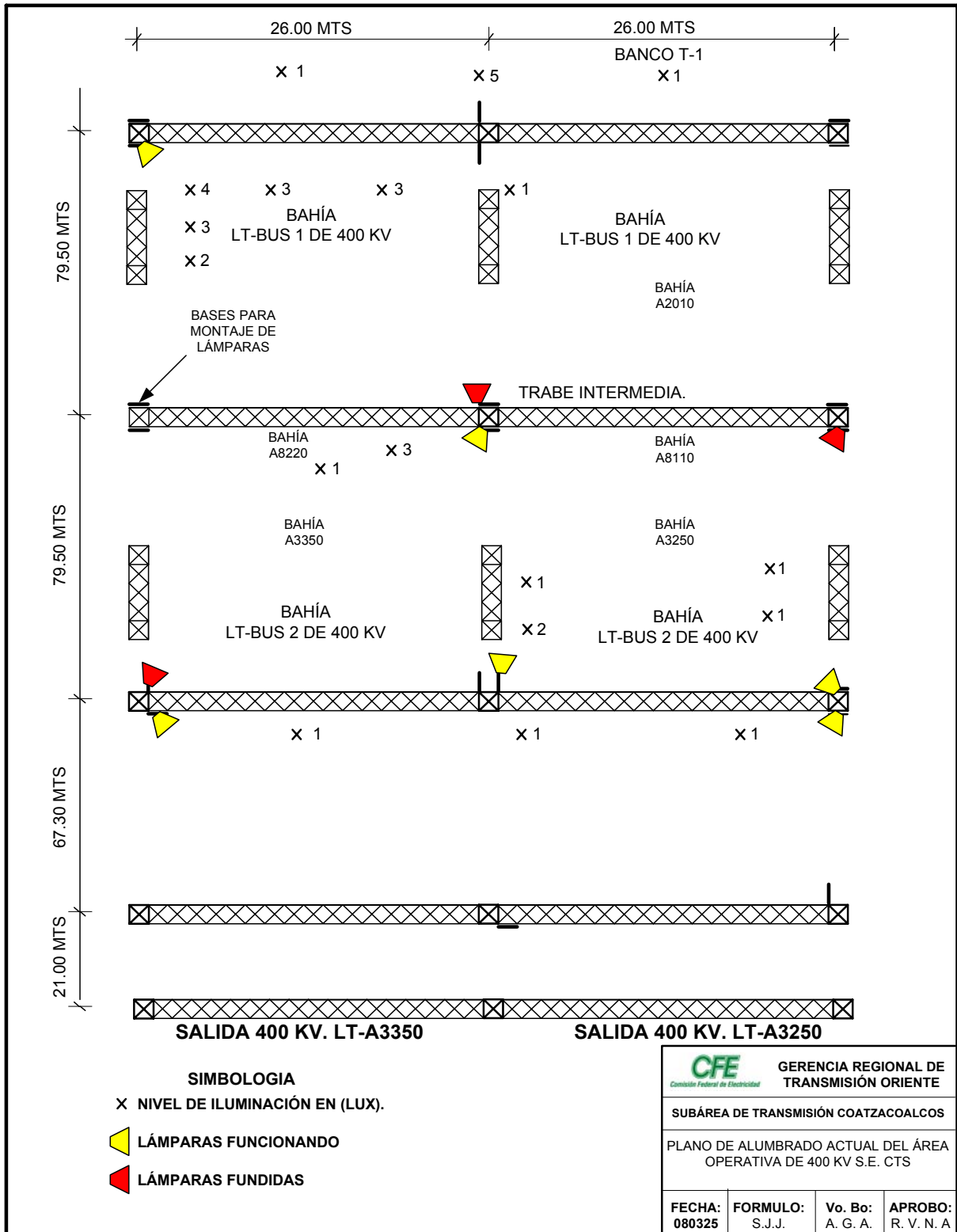


Figura. 4.5.1.13 Medición de los niveles de iluminación área operativa 400 kV de la S.E. CTS

Tabla 4.5.1.8. Estado actual del Consumo de energía eléctrica en iluminación área de 400 kV de la S.E. CTS.

	Bus 1 400 kV	Banco T1	Trabe intermedia	Bus 2 400 kV	Salidas L.T. 400 kV	TOTAL
Superficie (m ²)	2067	1612	4134	2067	1369	11249
Tipo de lámparas	MIXTA	MIXTA	MIXTA	MIXTA	MIXTA	-----
Número	1	0	3	3	2	9
Potencia (W/lámparas)	250	250	250	250	250	2250
Nivel de iluminación promedio (luxes)	3	2	2	1	1	-----

El resumen de los niveles de iluminación de la áreas operativas se utilizó el formato de las tablas 4.5.1.7 y 4.5.1.8. Para el área de 115 kV, en el banco de capacitores paralelo C1, es una ampliación reciente la cual consta de alumbrado eficiente de 250 W de vapor de sodio alta presión, la altura de montaje esta a 6.30 metros, la iluminación en esta área es adecuada por arriba de lo establecido en la NOM-001-SEDE-2005, (tabla 2.10.1), considerando que la norma menciona que para un lugar general es de 22 lux, cada lámpara se controla por medio de fotocelda. En el área de salidas de las Líneas de 115 kV, el nivel de iluminación que se obtuvo es el proporcionado por el reflejo de las luminarias del alumbrado perimetral estando el nivel muy debajo de la norma, la altura de montaje esta a 10.50 metros. En el área del Banco T-1, lado 115 kV, no se tienen lámparas instaladas y el nivel de iluminación que se obtuvo es el reflejo de las luminarias de otras luminarias. En el área de las mamparas del Banco T-1 se tienen lámparas de 150 W, la ubicación de estas lámparas no es la adecuada debido a que están colocadas en la parte central de la mampara, por esto el nivel esta por debajo de los establecido en la norma. En las áreas del bus 1 y 2 de 115 kV, el alumbrado de lámparas de luz mixta de 250 W, la altura de montaje esta a 10.50 metros, el nivel de iluminación esta por debajo de la norma debido a que no se tienen lámparas instaladas y algunas fundidas.

En las áreas operativas de 400 kV, en el banco T-1 lado 400 kV, no se tienen lámparas instaladas y el nivel de iluminación es el reflejo de las lámparas de las

mamparas del Banco T-1. En las áreas del bus 1 y 2 de 400 kV, así como la trabe intermedia, en las bahías de los equipos eléctricos primarios y secundarios, y en las salidas de las Líneas de 400 kV, la iluminación esta por debajo de la norma, debido a lámparas fundidas e inexistentes, el alumbrado es de lámparas de luz mixta de 250 W, la altura de montaje para el área de 400 kV, es de 16.00 metros.

4.5.2 Resumen de los niveles de iluminación S.E. Coatzacoalcos Dos.

El resumen de los niveles de iluminación para la caseta de control, cuartos y oficinas, se da en la tabla 4.5.2.1 En esta tabla se tiene el promedio de luxes, valores mínimos y máximos alcanzados en la caseta de control en cada una de las oficinas, en cuartos y laboratorios que forman parte de ella, así como el área del estacionamiento, también se agregaron algunos comentarios.

Tabla. 4.5.2.1 Niveles de iluminación promedio cubículos de la caseta de control

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Caseta de Control	307	30	513	1.- Un interruptor controla algunas lámparas de la caseta de control y también el alumbrado del Laboratorio de Protecciones.
Laboratorio de Protecciones.	359	272	438	2.- No cuenta con interruptor del local.
Comedor	501	432	707	3.- Excesiva Iluminación en el comedor.
Laboratorio de Comunicaciones	393	255	554	4.-Un interruptor para 6 lámparas.
Oficina del laboratorio de CM.	298	156	442	
Oficina de Control.	318	425	558	5.- Excesiva Iluminación en la oficina.
Oficina de Subestaciones	364	212	498	
Interior gabinete tablero duplex.	46	93	106	6.- Excesiva Iluminación en el interior del gabinete.
Recepción, lado norte.	69	51	200	
Baño de mujeres.	0	0	0	7.- Lámparas fundidas
Baño de hombres.	236	202	248	
pasillo acceso baño hombres.	51	51	51	
Banco de baterías.	31	27	37	8. dos lámparas controladas de un interruptor desde la caseta de control.
Cuarto Maquina Auxiliar.	13	7	21	9.- focos incandescentes y de 22 W.
Exterior caseta de control	0	0	0	10.- focos incandescentes de 60 W fundidos.
Estacionamiento lado caseta	4	0	7	11.- sin iluminación focos fundidos.
Estacionamiento lado sur.	12	5	17	12.- 1 Foco de luz mixta de 250 W y los demás fundidos.

Al comparar los valores promedio de Iluminación en la NOM-001-SEDE-2005 (tabla 2.10.1), para el tablero de control están por arriba del valor establecido en la norma, al igual que en los pasillos y dentro del tablero duplex, los valores mínimos en la caseta e interior del tablero duplex se dan porque se tienen lámparas fundidas, en cambio en el cuarto de baterías los valores promedio de iluminación se mantienen por debajo de la norma, debido a que se tiene lámparas fundidas y no son las adecuadas para este sitio. También se compararon los valores promedio de iluminación en la NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1), para el laboratorio de Protecciones el promedio máximo está por debajo de lo establecido en la norma, sin embargo, este laboratorio funciona a la vez como oficina, en este caso se tendrían niveles de iluminación por arriba de la norma, el nivel mínimo se debe a que se tienen lámparas fundidas, este cubículo se construyó cuando ya existía el alumbrado de la caseta de control y no se independizaron los circuitos.

En el laboratorio de Comunicaciones el nivel promedio máximo se encuentra por arriba de la norma, las lámparas se encuentran bien colocadas entre los gabinetes de equipos, en el comedor y la oficina de control se encuentran los niveles de iluminación superando el valor de la norma, en la oficina de Comunicaciones el nivel de iluminación tomado sobre el escritorio se tiene por encima de la norma y del lado de la ventana está por debajo aunque se tiene buena aportación de luz natural, en la oficina de Subestaciones el nivel promedio se encuentra arriba de lo establecido en la norma, en el baño de hombres el nivel esta por debajo de la norma sin embargo se tiene aportación de luz natural, para la recepción el nivel se encuentra por debajo de la norma debido a que la altura de montaje de las lámparas es mucho mayor, aunque se tiene muy buena aportación de luz natural, las luminarias tipo arbotante colocadas sobre el exterior de la caseta de control, los focos se encuentran fundidos y no se tiene iluminación, de igual forma en el estacionamiento lado caseta. En el cuarto de la máquina auxiliar el nivel de iluminación está por debajo de la norma debido que se tiene lámparas incandescentes y lámparas circulares fluorescentes de 22 W, aunque se tiene muy buena aportación de luz natural, en el estacionamiento lado sur, el nivel

es menor al de la norma, se debe a lámparas fundidas y solo funciona una de 250 W de luz mixta.

Tabla. 4.5.2.2 Niveles de iluminación promedio Almacén general.

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Almacén general.	141	14	350	1.- Desde el centro de carga se apagan el alumbrado del almacén, algunas lámparas están mal ubicadas, falta identificar circuitos del centro de carga.
Oficina del almacén	170	90	262	2.- cuentan con su apagador.
Cuarto materiales varios.	122	15	350	3.- Lámparas mal distribuidas,
Alumbrado exterior hacia el patio almacén.	5	2	12	4.- Un reflectores con lámparas de luz mixta de 250 W, 2 fundidas, falta iluminación.

El resumen de los niveles de iluminación promedio del Almacén general, se presenta en la tabla 4.5.2.2, el nivel del iluminación promedio en el área de almacenaje se encuentra por debajo de la norma NOM-001-SEDE-2005 (tabla 2.10.1), el nivel promedio mínimo se debe a que se tienen lámparas fundidas y en algunos lugares no se cuenta con alumbrado, aunque el nivel máximo se encuentra superior a la norma, debido también a la aportación de luz natural que se tienen por las ventanas que están sobre la pared del lado de la puerta de acceso. La altura de montaje en que se encuentra el alumbrado es a 4.70 metros; algunas lámparas están mal distribuidas debido a que quedaron instalados arriba de las oficinas y en otros lugares del área de almacenaje faltan luminarias; es posible reubicarse las anteriores. En el cuarto de almacenaje de bienes pequeños el nivel promedio esta por debajo de la norma, esto se debe a la mala ubicación de las lámparas con respecto a la posición de los anaqueles; para la oficina del almacén el nivel promedio se encuentra por debajo de la norma NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1), el motivo es que falta limpieza a las lámparas y difusores viejos, con respecto al área exterior del almacén, el nivel de iluminación promedio está por debajo de la norma debido a que solo funciona un reflector y hay dos reflectores sin funcionar.

Tabla. 4.5.2.3 Niveles de iluminación promedio Alojamiento Seguridad Física.

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Recepción	122	108	140	
Habitación comandante	25	20	30	
Baño comandante	193	190	195	
Dormitorios	155	56	209	1.- Cuenta con interruptor cada 2 lámparas.
Baño	181	130	214	
Cocina	118	42	162	
Almacén víveres	31	26	35	
Patio de lavado.	40	28	54	
Marquesina del pasillo exterior	34	22	57	2.- Lugares con focos incandescentes y algunos fundidos.
Cuarto de Maquina Auxiliar Seguridad Física	186	175	197	
Bunker	108	19	214	3.- Lámparas fundidas y difusores sucios

El resumen de los niveles de iluminación promedio del Alojamiento del personal de Seguridad Física, se presenta en la tabla 4.5.2.3, en la habitación del comandante se encuentra por debajo del nivel de iluminación de la NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1), debido a que solo tiene una lámpara de 22 W. En los dormitorios, el promedio del nivel de iluminación está por debajo de la norma debido a que tiene una lámpara fundida, además las lámparas y difusores sucios, En el corredor del patio exterior los niveles son adecuados, solo que se tienen focos incandescentes. En el cuarto de la maquina auxiliar el nivel máximo está dentro de los niveles establecidos. En el bunker el nivel promedio se encuentra por debajo de norma, esto porque se tiene lámparas fundidas y difusores sucios, aunque el nivel máximo se encuentra por arriba de esta norma.

Tabla. 4.5.2.4 Niveles de iluminación promedio Bodega-Taller de Subestaciones

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Bodega-Taller de Subestaciones	136	45	240	Las láminas están en canaletas, mal distribuidos.

El resumen de los niveles de iluminación promedio de la bodega-taller del personal de Subestaciones, se presenta en la tabla 4.5.2.4, el nivel promedio está por debajo

de NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1), debido a que las lámparas están mal colocadas con respecto a la ubicación de los anaqueles, en este local se tiene una buena aportación de luz natural por ambos lados de paredes.

Tabla. 4.5.2.5 Niveles de iluminación promedio Alojamiento Sedena de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Alojamiento Sedena	28	7	66	Focos incandescentes de 60 W, colocadas sobre el socket en la pared.

El resumen de los niveles de iluminación promedio del Alojamiento Sedena, presenta en la tabla 4.5.2.5, el nivel promedio está por debajo de lo establecido en la NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1). Esto se debe a que los socket para las lámparas se encuentran colocados sobre la pared porque el techo es de lámina de asbesto, además se tienen focos incandescentes de 60 W.

Tabla. 4.5.2.6 Niveles de iluminación promedio Alumbrado perimetral de la S.E. Coatzacoalcos Dos de la SATC

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Alumbrado perimetral	25	1	60	Se tienen lámparas de 250 W de Vapor de Sodio Alta Presión, 5 no funcionan, se controlan del centro de carga, cada lámpara cuenta con su fotocelda.

El resumen de los niveles de iluminación promedio del Alumbrado perimetral, se presenta en la tabla 4.5.2.6, el nivel promedio está dentro de lo establecido en la NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1). El nivel promedio máximo supera lo establecido en la norma, en donde se tienen lámparas fundidas no se tomaron mediciones para no afectar el promedio en luxes, cada lámpara se controla por medio de fotoceldas, la altura de montaje es a 12 metros, de acuerdo con los horarios de encendido y apagado tomados durante una semana, las lámparas permanecen encendidas un promedio de 11 horas 53 minutos diariamente.

4.6 Medición de los principales parámetros eléctricos en la Subestación de Servicios Propios.

La finalidad de llevar a cabo las mediciones de los principales parámetros eléctricos en la Subestación de Servicios Propios es la de conocer el comportamiento durante la operación de las mismas. El circuito que alimenta esta Subestación es un circuito radial de Distribución NND-4020 de 13,200 Volts y es alimentado de la Subestación Nanchital Dos.

Esta Subestación de Servicios Propios se encuentra ubicada a un lado de la entrada principal de la instalación. El transformador es tipo estación de 300 kVA. En la figura 4.6.1 se muestra el transformador de Servicios Propios.



Figura 4.6.1 Transformador tipo estación de 300 kVA, de los Servicios Propios

En la caseta de control de la Subestación se tiene instalado un equipo de medición Omnipotencihorimetro (OPH); de este equipo se extrajeron los datos de la variables de interés para el estudio. Esta actividad se realizó con ayuda del personal de la empresa encargada de la medición. Además se comprobó la medición con un equipo analizador de redes de la marca ALBITER SYSTEMS, este equipo se conectó a la entrada del equipo de medición (OPH) y se compararon los datos instantáneos del analizador de redes con el equipo (OPH). El equipo ALBITER SYSTEMS así como el equipo de medición (OPH) tienen un certificado de calibración vigente.

El equipo de medición (OPH), tiene capacidad de almacenamiento de hasta 18 días, y toma las mediciones a partir de cada 15 minutos, para nuestro caso se extrajeron los datos del medidor a partir de la fecha 2008/08/18 al 2008/08/25, por medio de una computadora con el software instalado, estos datos fueron graficados posteriormente con la ayuda del programa Excel de Microsoft Office XP, los parámetros almacenados son; Potencia por fase y total en kW, consumo en kWh por fase y total, voltaje por fase y total en Volts, corriente por fase y total en Amperes, factor de potencia en % por fase y total, frecuencia en Hz y los KVAR por fase.

4.6.1 Análisis de resultados de los principales parámetros eléctricos en la Subestación de Servicios Propios.

Para analizar más precisamente el comportamiento de las variable registradas se graficó cada uno de estos parámetros vs el tiempo de medición (horas).

Demanda de energía (kW).

De los datos extraídos se tomó como muestra el periodo del 20 al 21 de agosto de 2008 de las 7:00 a.m a 6:00 a.m, es decir, un día normal de trabajo en la semana, así como el día en que mayor carga se tuvo. La demanda máxima total (lo que cobra la CFE) en su mayor valor se presentó a las 20:00 p.m. con un valor de 80.40 kW y

desciende a las 8:00 a.m, con un valor de 62.00 kW.; después se incrementa durante el horario normal de labores hasta las 14:00 p.m, con un valor de 78.20 kW, después desciende hasta las 18:00 p.m, con un valor de 67.00 kW. Se incrementa a partir de esta hora hasta las 20:00 p.m, y desciende en las primeras horas de la mañana hasta las 4:00 a.m, con un valor de 68.60 kW. En términos generales el consumo es estable las 24 horas, en las primeras horas del día el consumo no disminuye en gran proporción, el comportamiento es muy semejante en los demás días de la semana, en la Fig 4.6.1.1 se muestra los anteriormente descrito.

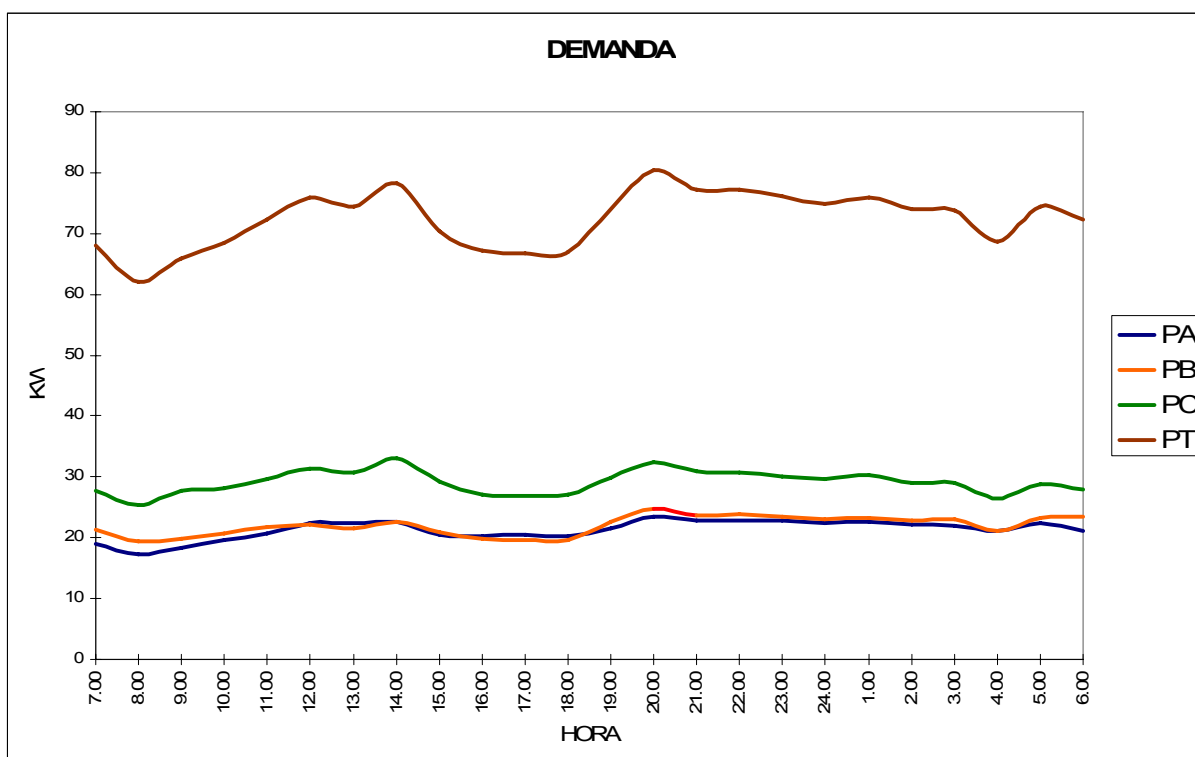


Figura. 4.6.1.1 Demanda del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008 con un horario de las 7:00 a.m., a 6:00 a.m.

Consumos de energía (kWh).

Se analizó el comportamiento del consumo promedio de energía, como muestra del periodo del 20 al 21 de agosto de 2008 de las 7:00 a.m, a 6 a.m. En días hábiles es regular y se presenta el mismo comportamiento en cada uno de los días registrados. Así mismo, en los días inhábiles y días festivos, el consumo promedio de energía más bajo se presenta a las 8:00 a.m. con 63.80 kWh, y se incrementa cada hora en el transcurso de la mañana hasta las 12:00 horas con 77.30 kWh. Desciende hasta las 18:00 p.m. con 68.10 kWh y alcanza a las 20:00 p.m. un consumo de 78.80 kWh. Se observa que se tiene un consumo promedio cada hora de 72.00 kWh. No se presenta una disminución del consumo de energía significativo en ningún horario. en la Fig 4.6.1.2 se muestra los anteriormente descrito.

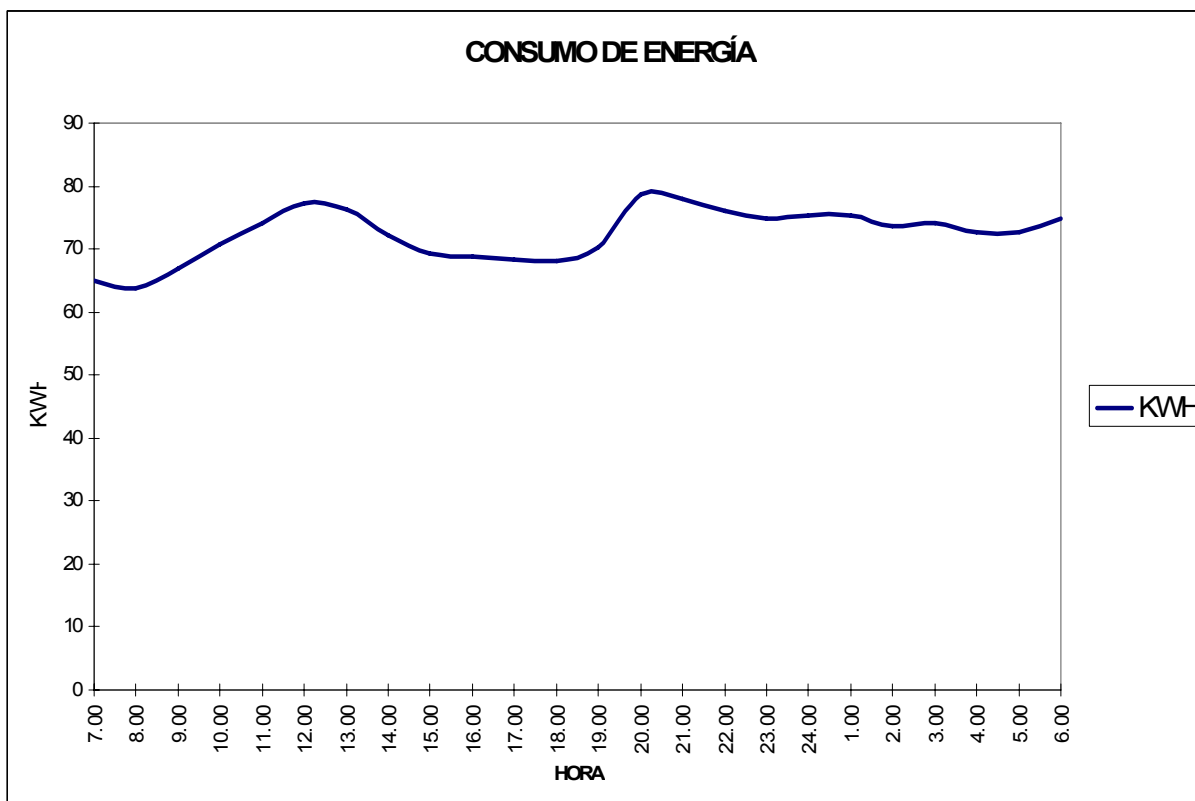


Fig. 4.6.1.2 Consumo de energía del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008 con un horario de las 7:00 a.m. a 6:00 a.m

Comportamiento del Voltaje (Volts).

En la figura 4.6.1.3 se muestra el voltaje medido durante el periodo del día 20 al 21 de Agosto de 2008. El valor mínimo registrado tomando en consideración las tres fases fue de 199.57 Volts en la fase A, a las 23:00 p.m. y el valor máximo fue de 216.96 Volts en la fase B a las 14:00 horas, se observa que entre el voltaje nominal entre dos fases de 220 Volts y el voltaje mínimo de 199.57 Volts, se tiene un desbalance del 9.2 %, “las tolerancias en el voltaje de alta, media o baja tensión no excedan de diez por ciento en mas o en menos y tiendan a reducirse progresivamente” (Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica 1993, p.5). de acuerdo con lo que indica el Reglamento en mención, resulta tolerable, sin embargo, el valor máximo tomado fue de 216.96 Volts en la fase B, no alcanza el voltaje nominal, es necesario conocer las causas de la caída de tensión de la fase B y así hacer correcciones, Figura 4.6.1.3.

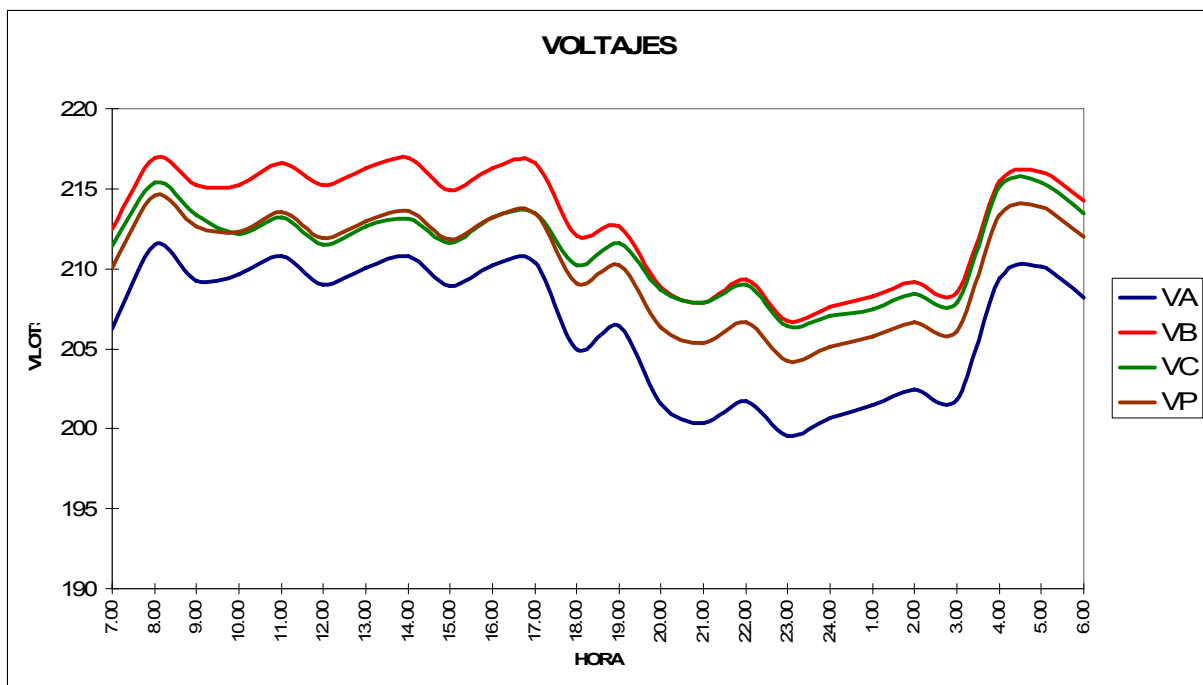


Figura. 4.6.1.3 Voltajes del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008 con un horario de las 7:00 a.m a 6:00 a.m.

Corrientes eléctricas por fase (Amperes).

En la gráfica 4.6.1.4 se muestra el comportamiento horario, durante el periodo del 20 al 21 de Agosto 2008 con un horario de las 7:00 a.m. a las 6:00 a.m., de las demandas de corriente eléctricas por fase, exigidas al transformador de la subestación de Servicios Propios. Se observa que la fase que tiene mayor carga es la C con 285.20 Amperes a las 14:00 p.m, le sigue la fase A con 228.50 Amperes y la fase B con 201.70 Amperes, estas dos últimas en el mismo horario de la mayor. A partir de la hora señalada, las corrientes empiezan a descender hasta las 17:00 p.m, cuando ya terminó el horario normal de labores llegando la fase C hasta un valor de 233.90 Amperes, la fase A en 206.50 Amperes y la fase B en 181.80 Amperes. Para las 18:00 p.m, las corrientes empiezan ascender alcanzando sus valores máximos a las 20:00 p.m, así, en la fase C con 282.60 Amperes, la fase A con 235.10 Amperes, la fase B en 228.10 Amperes, en el horario nocturno empiezan a descender ligeramente los valores hasta las 4:00 a.m. de la siguiente manera; fase C con 227.50 Amperes, la fase A con 207.60 y la fase B con 193.50 Amperes, iniciando el incremento de estos valores ligeramente hasta las 7:00 a.m. continuando en ascenso hasta las 14:00 p.m. debido a que es el horario normal de labores. En términos generales, la corriente total no tiene un incremento o descenso considerable durante las 24 horas, el comportamiento es muy semejante en los demás días de la semana, tomando en cuenta las diferencias entre fases a las 14:00 horas, “la norma limita el desbalanceo de las cargas de un tablero al 5%, para el diseño se trata de balancear el alumbrado, después los contactos y, eventualmente otras cargas. Se define el desbalanceo como la diferencia entre los kVA de la fase con mayor carga menos la fase con menor carga entre el promedio, (o la carga total dividida entre tres), y el resultado se multiplica por 100, para reflejar el resultado en porcentaje” (Martínez Ruiz Miguel Jesús. 2005, p 89).^[17] De lo anterior se aplica la ecuación (4.6.1), teniendo un desbalanceo de corriente a la 14:00 horas de 35%, por lo que se recomienda verificar las causas de este desbalance de corriente en el transformador de Servicios Propios. En la figura 4.6.1.4 se muestra los anteriormente descrito.

$$\% \text{ desbalanceo} = \frac{\text{kVA mayor} - \text{kVA menor}}{\text{kVA}} \quad \text{Ec. 4.6.1)}$$

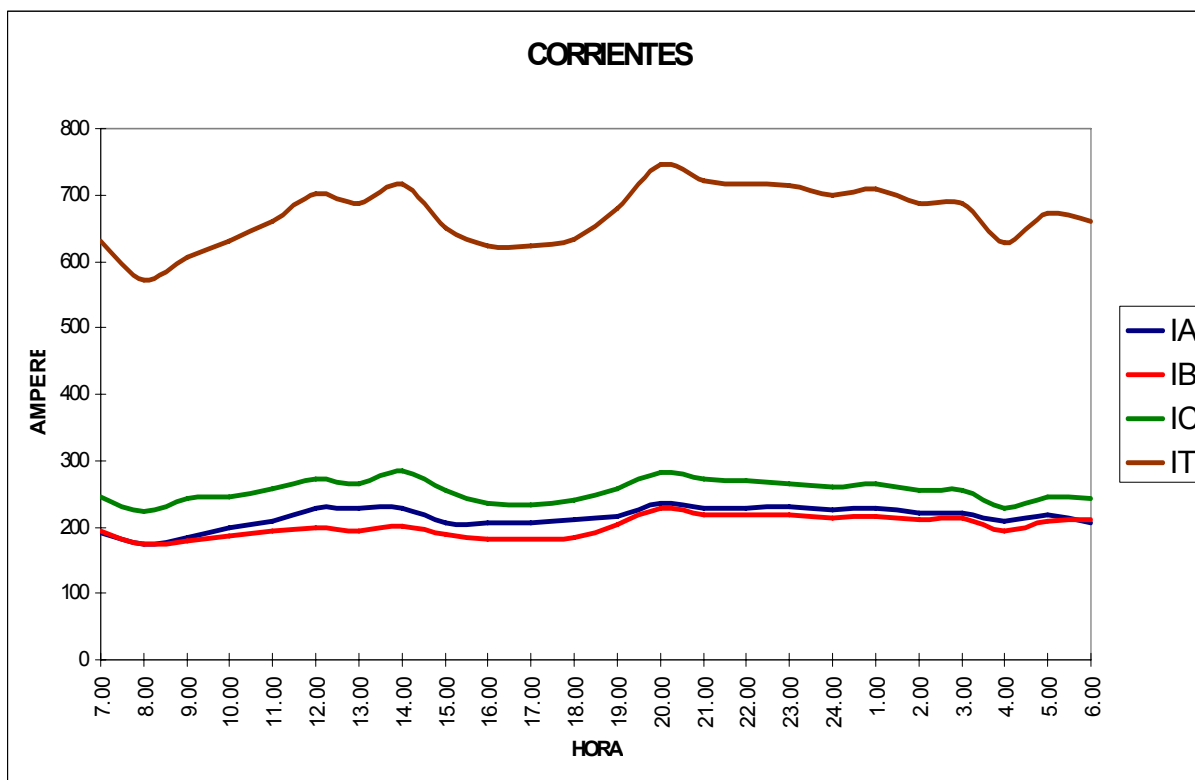


Figura. 4.6.1.4 Corrientes del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008 con un horario de las 7:00 a.m a 6:00 a.m.

Factor de potencia.

En la figura 4.6.1.5 se muestra el comportamiento del factor de potencia durante el periodo del 20 al 21 de Agosto de 2008, con un horario de las 7:00 a.m. a 6:00 a.m. en estos días el factor de potencia total oscila entre 0.876 a las 17:00 p.m. y 0.909 a las 20:00 p.m., en la fase A es la más baja de todas oscila entre 0.800 a las 18:00 p.m. y 0.845 a las 6:00 a.m. en la fase C, oscila entre 0.930 a la 1:00 a.m. y 0.908 a

las 7:00 a.m., en la fase B oscila entre 0.897 a las 17:00 p.m. y 0.947 a las 20:00 p.m. El comportamiento es muy semejante en los demás días de la semana incluyendo sábados y domingos., en la Figura 4.6.1.5 se muestra lo anteriormente descrito.

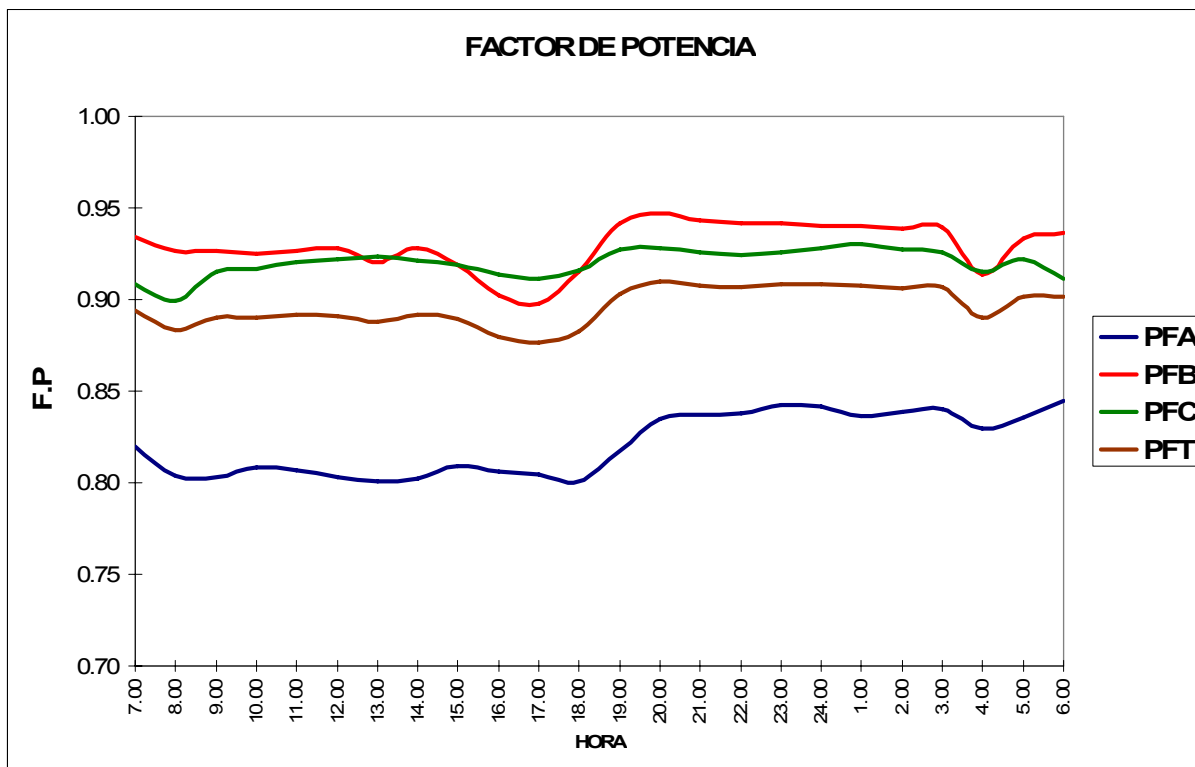


Figura. 4.6.1.5 Factores de potencia de cada fase y total del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008 con un horario de las 7:00 a.m. a 6:00 a.m.

Frecuencia

En la figura 4.6.1.6 se muestra el comportamiento de la frecuencia de la energía eléctrica suministrada por la CFE; se observa que de acuerdo a los valores establecidos por el suministrador “la frecuencia de 60 Hertz, sea de una tolerancia de 0.8 por ciento en más o menos”, (Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica 1993, p.5).^[15] Se puede considerar que los valores que aparecen en la grafica están dentro de los valores permisibles.

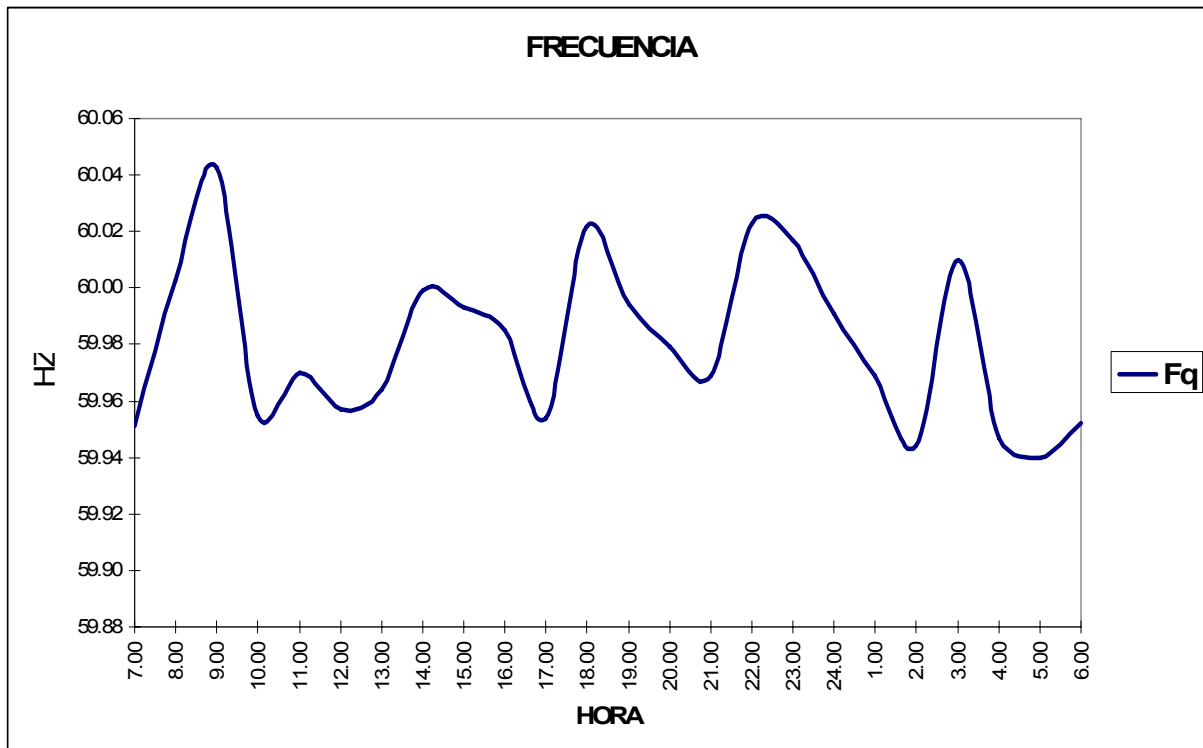


Fig. 4.6.1.6 Frecuencia del transformador de Servicios Propios durante el periodo 20 al 21 de Agosto de 2008 con un horario de las 7:00 a.m a 6:00 a.m.

4.7 Análisis de los sistemas de iluminación en el edificio de oficinas generales de la Subárea.

El estudio inició con un recorrido por la instalación, haciendo un levantamiento del equipo instalado, se registran el tipo de lámparas, en servicio, fundidas o apagadas, difusores, interruptores, balastos y medición de iluminación (luxes), así como observaciones importantes. Estos datos se registran en el formato diseñado para esta actividad.

Esta actividad se realizó en la planta baja, primer piso, segundo piso y azotea del edificio, los puntos de medición se seleccionaron en función de las necesidades y características del centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando, las actividades que se realizan, la ubicación de las luminarias, de las áreas y puestos de trabajo, y la posición de la maquinaria y equipo. Como se observa en al figura 4.7.1. De igual forma para establecer el número de zonas a evaluar, se emplea la ecuación (3.2.1) mencionada anteriormente y que fue tomada de la NOM-025-STPS-1999.

La medición se registró en cada plano de trabajo, evitando proyectar sombras y no reflejar luz adicional, en áreas operativas así como en pasillos el plano evaluar horizontal fue sobre el piso a (85 cm). La posición de medición se especificó en cada uno de los planos.

La toma de lecturas se realizó con un luxómetro (LIGTH METER modelo LX-1108 con capacidad de 200 klux marca LT Lutron). fueron en un horario nocturno de 19:00 a 21:00 horas.

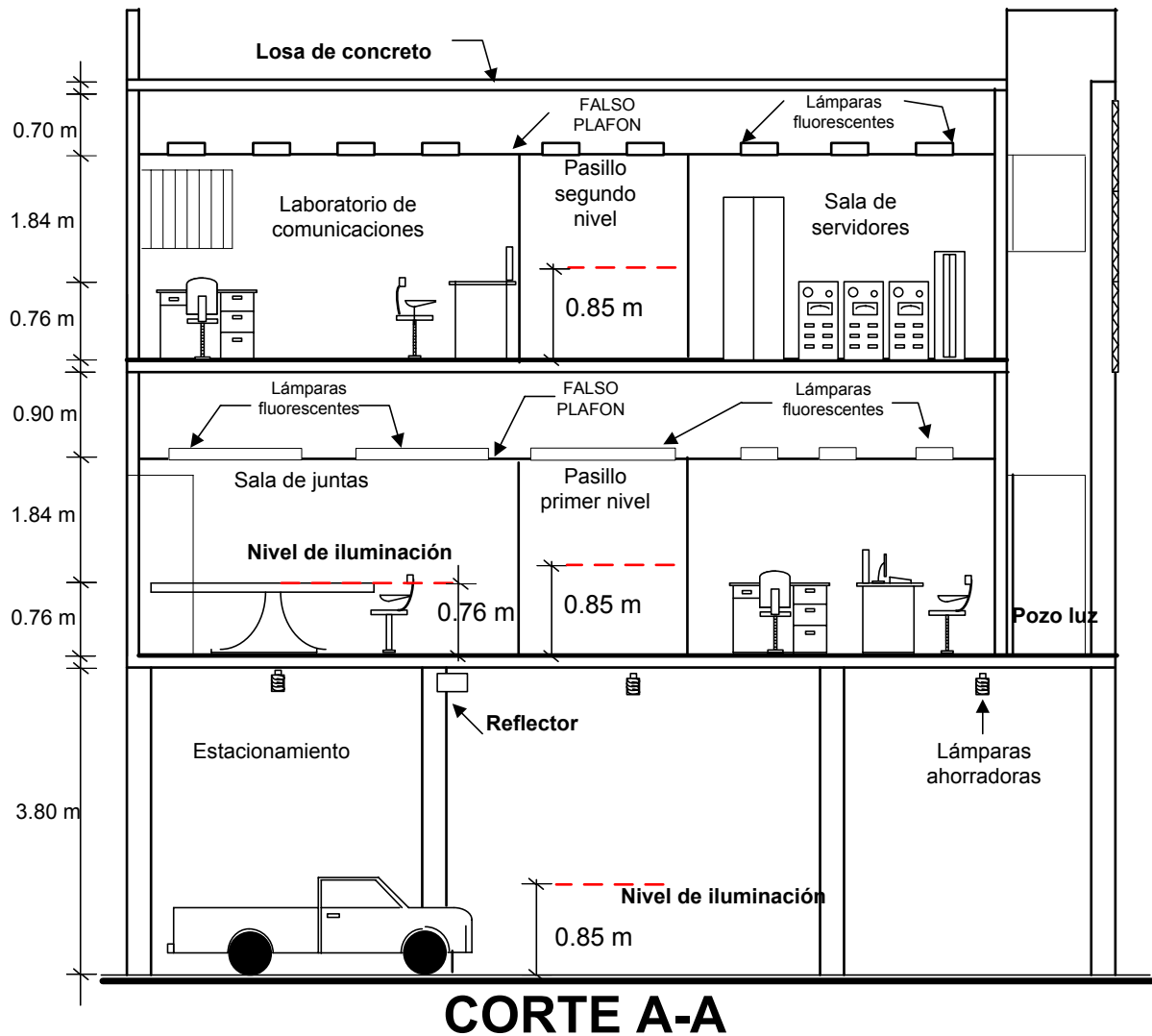


Figura 4.7.1. Ejemplo de medición de los niveles de iluminación en el edificio de oficinas generales de la Subárea.

Se tomaron de base los niveles de iluminación establecidos en las normas NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1), que para los laboratorios es de 500 lux, para las áreas de oficinas es de 300 lux, casetas de vigilancia 200 lux, para pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos es de 50 lux. Se revisó además la Norma Oficial Mexicana NOM-007-2004, (tabla 2.11.1) Eficiencia energética en sistemas de alumbrado de edificios no residenciales, que nos indica los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de

alumbrado interior de los edificios, para el caso de Oficinas es de 14 DPEA (W/m^2), en bibliotecas es de 16 DPEA (W/m^2).

El tipo de luminaria es compacta de 40 y 45 W y reflectores de 150 W con fotocelda, para el estacionamiento, para bodegas de (bomba de agua) es de 2 x 32 W, y baño vigilancia de 2 x 39 W y lámpara circular de 1 x 22 W, en la bodega de L.T's es compacta de 45 W, en el baño de L.T.'s es de 1 x 15, 1 x 22 W, en las escaleras es de 2 x 39 W, gabinetes de sobreponer, para el primer y segundo piso el tipo de balastro es de 2 x 75 W el tipo de gabinete es industrial de 2.45 x 0.30m, suspendido en techo hasta el falso plafón, el tipo de difusor es prismático de acrílico, adicional en la sala de capacitación se tienen luminarias empotrados en plafón tipo luz de acento de 50 W, se controlan a través de 3 apagadores. En la azotea se tienen 2 lámparas de 2 x 39 W, y una lámpara circular de 1 x 22 W. En el cuarto del archivo muerto se tienen focos incandescentes de 60 W. Para los lugares anteriores las paredes son de ladrillo rojo color claro, los pisos son de color claro, los techos son de color blanco, para el logotipo de CFE en el alumbrado exterior del edificio se tiene lámparas decorativas de 150W. La figura 4.7.2. muestra el tipo de iluminación en el primer piso a base de gabinetes de 2 x 75 W lámparas T-12, suspendido en techo hasta el falso plafón.



Figura 4.7.2 Pasillo del 1er piso de las oficinas generales lámparas de 2 x 75 W.

El horario de labores en las oficinas generales de la Subárea, es de 7:00 a 15:00 horas, de lunes a viernes y el personal que está de traslape los sábado y domingo de 7:00 a 15:00 horas, para el personal operativo el lugar de llegada a laborar es en estas oficinas para trasladarse a las instalaciones, de igual manera el personal puede permanecer en el transcurso de la tarde y noche por cuestiones de trabajo, por emergencias, guardias, cursos de capacitación y estudios académicos a través de videoconferencias, el personal de Vigilancia permanece las 24 horas de día, todo el año.

Los resultados del levantamiento y de los niveles de iluminación se presentan en las figuras de la 4.7.3 a la 4.7.7 y en las tablas de la 4.7.1 a la 4.7.4 donde se muestran las lecturas que se hicieron de los niveles de iluminación en las áreas del edificio de las oficinas generales de la Subárea.

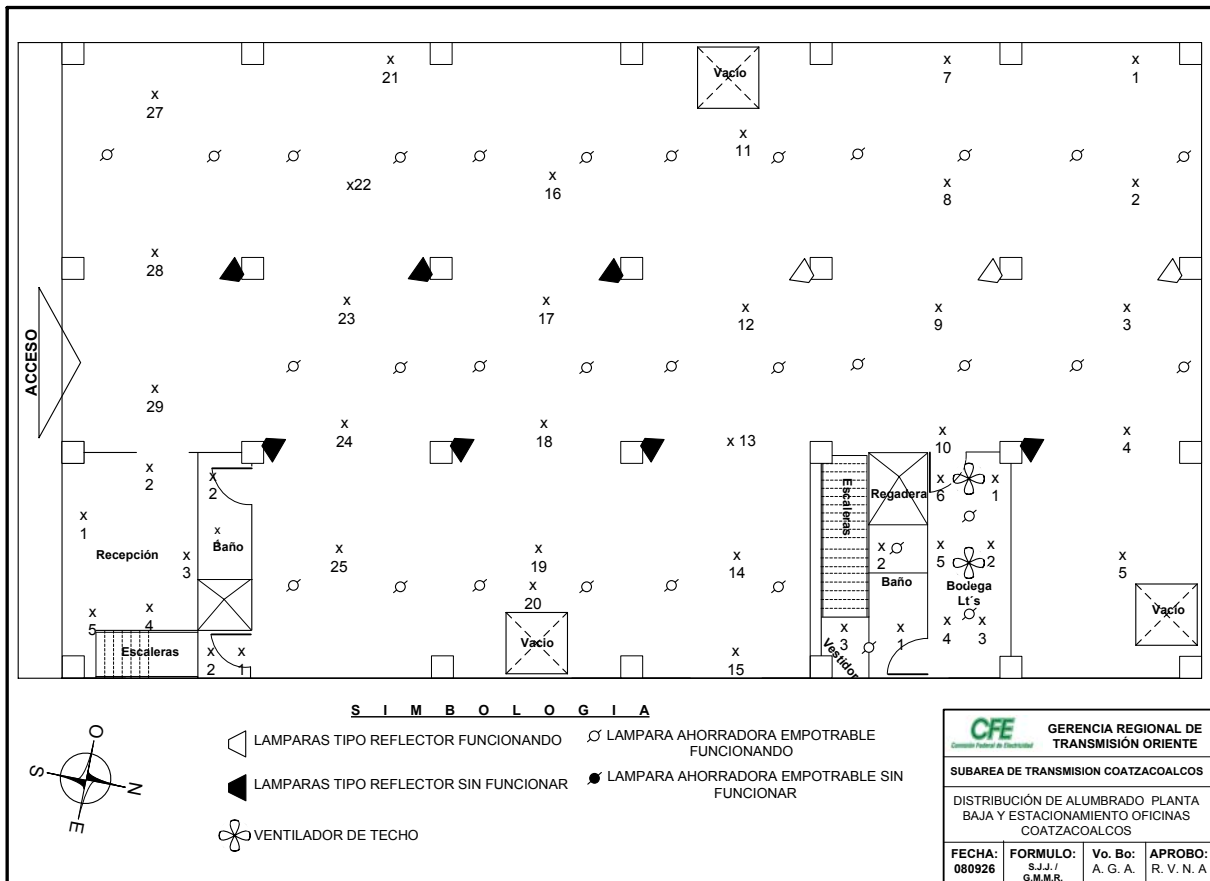


Figura. 4.7.3 Medición de los niveles de iluminación edificio de la Subárea (Planta baja- estacionamiento).

Tabla 4.7.1. Levantamiento de Iluminación edificio de la Subárea (Planta baja y estacionamiento).

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/Gab.	Lámp. compactas	Tipo de lámparas										Balastro		Interruptor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES
					15	22	32	39	40	45	150	Fmag	Elec	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10				
Estacionamiento	557.00									X	X	X				SI	41	49	37	37	15	1	22	66	19	19	Los circuitos se encuentran divididos con 4 interruptores, se tiene lámparas ahorradoras de 45 y 40W, algunas lámparas fundidas, lámparas tipo reflector de 150 W con fotocelda integrado, algunos no funcionan.	
																	6	22	22	24	26	26	27	29	57	60		
																		27	26	24	56	66	44	38	13			
Bodega (bomba de agua).	1.92	1	2				X								X	SI	925	906									Demasiada iluminación en el cuarto, lamparas T-8.	
Baño personal vigilancia.	4.09		1	1	X	X									X	SI	372	356									Un interruptor para la luminaria T-8 y un interruptor para la de 22 W, con extractor adaptado a la lámpara de diseño.	
Entrada principal (área de vigilancia).	15.78			1	X											SI	46	72	74	65	46						Un interruptor para la lámpara.	
Bodega de LT's.	15.35			2						X						SI	122	137	124	129	142	127					Un interruptor para 2 lámparas, cuentan con 2 ventiladores que se controlan con interruptor independiente.	
Baño y vestidor de LT.	8.66			1	X	X										SI	46	31	43									
Escalera acceso al 1er.nivel por estacionamiento		1	2				X						X			SI	69	55	36	69								
Escalera acceso al 1er.nivel por entrada principal.		1	2				X						X			SI	51	113	149	52								

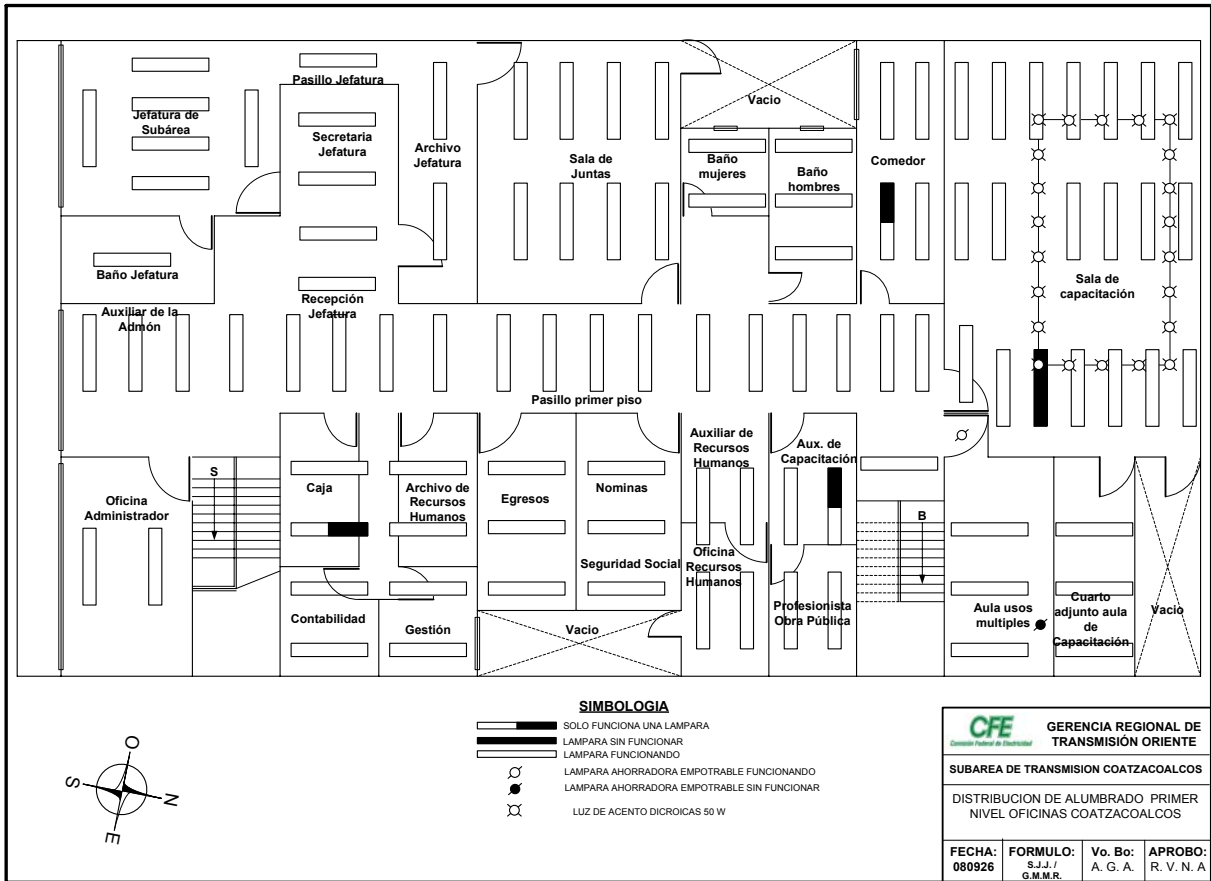


Figura. 4.7.4 Distribución de luminarias instaladas en el edificio de la Subárea (Primer Piso).

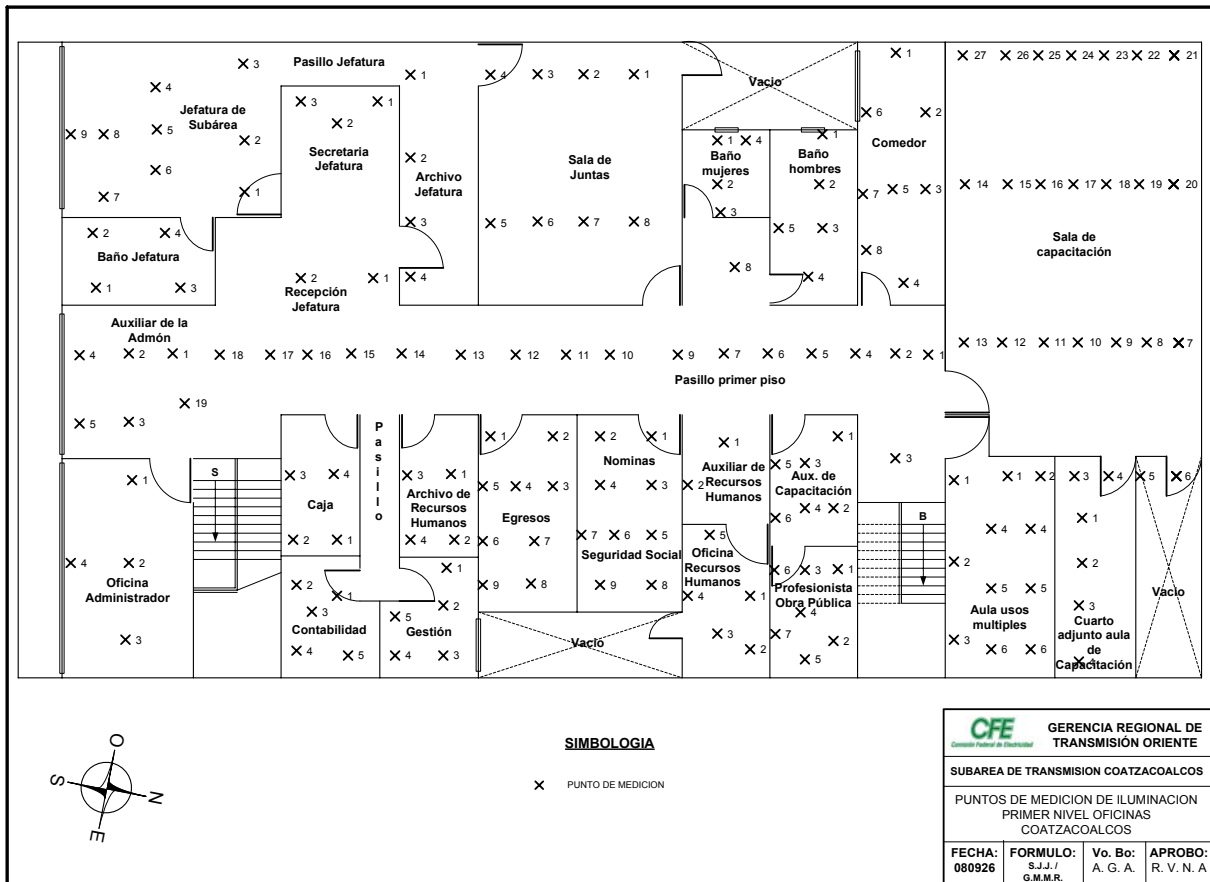


Figura. 4.7.5 Medición de los niveles de iluminación edificio de la Subárea (Primer Piso).

Tabla 4.7.2. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Primer piso).

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Lámp. compactas	Tipo de lámparas			Balastro		Interruptor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES					
					13	50	75	Fmag	Elec		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Oficina Administrador	14.70	2	2			X	X			SI	140	339	233	194											Un interruptor para las 2 lámparas, falta iluminación en la mesa adicional de PC.	
Caja	7.87	2	2			X	X			SI	130	131	221	298											Un interruptor para 2 lámparas, una no funciona, el gabinete sobrepasa el muro hasta el pasillo, disosores sucios, se tiene una salida de A.A. tapada con cinta.porque se siente muy frio.	
Pasillo acceso cubiculos de Gestión y Contabilidad.	6.60																								No tiene interruptor, la iluminación es la proporcionada por las lámparas que atraviesan los cubiculos de Caja, y Archivo de Recursos Humanos. Aprox. 0.30 cm.	
Archivo de Recursos Humanos	7.87	2	2			X	X			SI	290	260	280	308											Un interruptor para 2 lámparas,el gabinete sobrepasa el muro hasta el pasillo, disosores sucios, se tiene una salida de A.A. tapada con cinta	
Gestión.	9.28	2	2			X	X			SI	244	218	200	245											Un interruptor para 2 lámparas, difusores sucios, baja iluminación se puede reubicar las lámparas, se tiene aportación de luz natural.	
Contabilidad	9.28	2	2			X	X			SI	271	216	315	240	277	270										1 interruptor para 2 lámparas, difusores sucios, las lámparas sobrepasan arriba del closet.
Egresos	15.47	3	2			X	X			SI	233	308	254	415	303	263	285	173	171							1 interruptor para 3 lámparas, difusores sucios, se tiene una ventana con cortina de plástico.
Nominas y Seguridad Social.	15.48	3	2			X	X			SI	188	260	254	306	252	278	158	138	122							1 interruptor para 3 lámparas, difusores sucios.
Oficina Recursos Humanos.		2	2			X	X			NO	235	250	311	255	141											1 interruptor para 2 lámparas, difusores sucios, parte de las 2 lámparas del aux. Admón estan tapadas con unicel.
Auxiliar Admon de Recursos Humanos	6.47	2	2			X	X			SI	127	145	176													1 interruptor para 2 lámparas, parte de estas lámparas estan tapadas con unicel, se deben reubicar para mejorar el nivel de iluminación, actualmente con al luz que aporta del pasillo tiene mejor iluminación.

Tabla 4.7.2-1. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Primer piso).

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Lámp. compactas	Tipo de lámparas			Balastro		Interruptor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES						
					13	50	75	Fmag	Elec		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Aux. de Capacitación.	9.30	2	2				X	X		SI	102	110	165	186	141	188											El interruptor controla 2 lámparas, y 2 de la oficina de O.Pública. El nivel de iluminación es bajo porque se tienen lámparas fundidas, y difusores sucios y viejos.
Profesionista Obra Pública.	12.84	2	2				X	X		SI	272	302	343	378	256	307	265										Los difusores están sucios el A.A. abastece a la oficina de Capacitación, por un área abierta en la pared.
Aula usos múltiples.	25.60	3	2	2	X		X	X		SI	128	200	193	364	396	338	130	142	145								1 interruptor para 3 lámparas y 1 interruptor para 2 luminarios empotrados en plafón de 13 W, una compacta fundida, difusores sucios.
Aula de capacitación.	108.00	20	2				X	X		SI	423	288	320	345	355	236	336	536	482	489							3 interruptores, 1 controla 6 lámparas, otro controla 6 lámparas y otro controla 8 lámparas, difusores sucios, aun así el nivel de iluminación se encuentra por arriba de la norma, se tienen luminarios empotrados en plafón, tipo luz de acento de 50 W, se controla a través de 3 apagadores.
		13				X				SI	321	442	462	580	566	688	742	698	594	372							
												377	372	415	495	502	495	345									
Cuarto adjunto aula de Capacitación	12.07	3	2				X	X		SI	374	564	523	410													1 interruptor para 3 lámparas, difusores sucios el nivel está arriba de la norma.
Comedor	21.03	4	2				X	X		SI	189	306	273	282	291	232	222	160									1 interruptor para 4 lámparas, difusores sucios y viejos, una lámpara fundida.
Baño hombres	12.72	3	2				X	X		SI	214	336	375	351	359												1 interruptor para 3 lámparas y 1 interruptor para el extractor, difusores sucios.
Baño mujeres	7.55	2	2				X	X		SI	276	303	296	251													1 interruptor para 2 lámparas y 1 interruptor para el extractor, se tiene iluminación natural.
Sala de Juntas.	43.00	8	2				X	X		SI	484	486	515	302	225	423	496	549									4 interruptores cada uno controla 2 lámparas, el nivel de iluminación está por arriba de la norma, difusores sucios, se tiene iluminación natural.

Tabla 4.7.2-2. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Primer piso).

Ubicación	Dimen siones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Lámp. compac tas	Tipo de lámparas			Balastro		Inter rupt or	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES
					13	50	75	Fmag	Elec		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Jefatura de Subárea	32.00	6	2			X	X		SI	310	550	390	540	630	528	250	550	300			1 interruptor controla 4 lámparas, 1 interruptor controla 2 lámparas, difusores sucios, el nivel esta por arriba de la norma, se tiene buena aportación de luz natural.
Baño Jefatura	5.20	1	2			X	X		SI	270	280	277	262								El interruptor de la luminaria, funciona con el extractor, difusor roto, no tiene ventilación natural.
Pasillo Jefatura.	7.34	1	2			X	X		SI	172	375	245									1 interruptor para la lámpara, la lectura de iluminación se tomo a nivel de la mesa de trabajo
Archivo Jefatura	15.74	2	2			X	X		SI	249	199	300	280								1 interruptor para 2 lámparas, la lectura de iluminación se tomo a nivel de la mesa de trabajo.
Auxiliar de la Admón y recepción.	13.71	2	2			X	X		SI	320	364	176	222	92							1 interruptor para 2 lámparas, difusores sucios, las mismas lámparas son para la recepción.
Recepción Jefatura	4.96	2	2			X	X		SI	495	282										1 interruptor para 2 lámparas, difusores sucios.
Secretaria Jefatura.	11.05	2	2			X	X		SI	135	319	303	244								1 interruptor para 2 lámparas, difusores sucios.
Pasillo primer piso	66.87	16	2			X	X		SI	300	399	318	540	548	486	453	181	449	430		3 interruptores, 2 de ellos controlan 8 lámparas cada uno y otro controla una lámpara, el nivel de iluminación esta por arriba de la norma, difusores sucios.
										397	462	493	511	463	595	690	631	489			

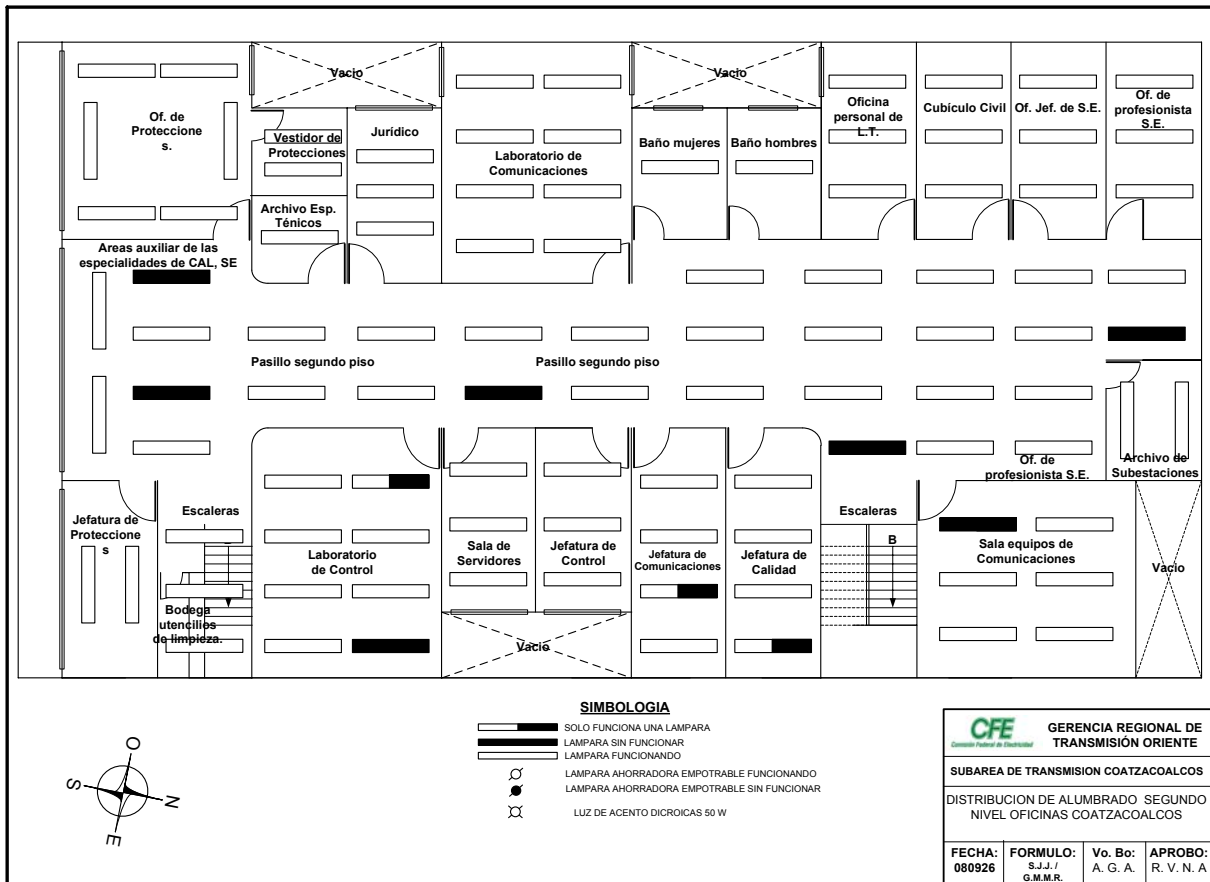


Figura. 4.7.6 Distribución de luminarias instaladas. Edificio de la Subárea (Segundo Piso).

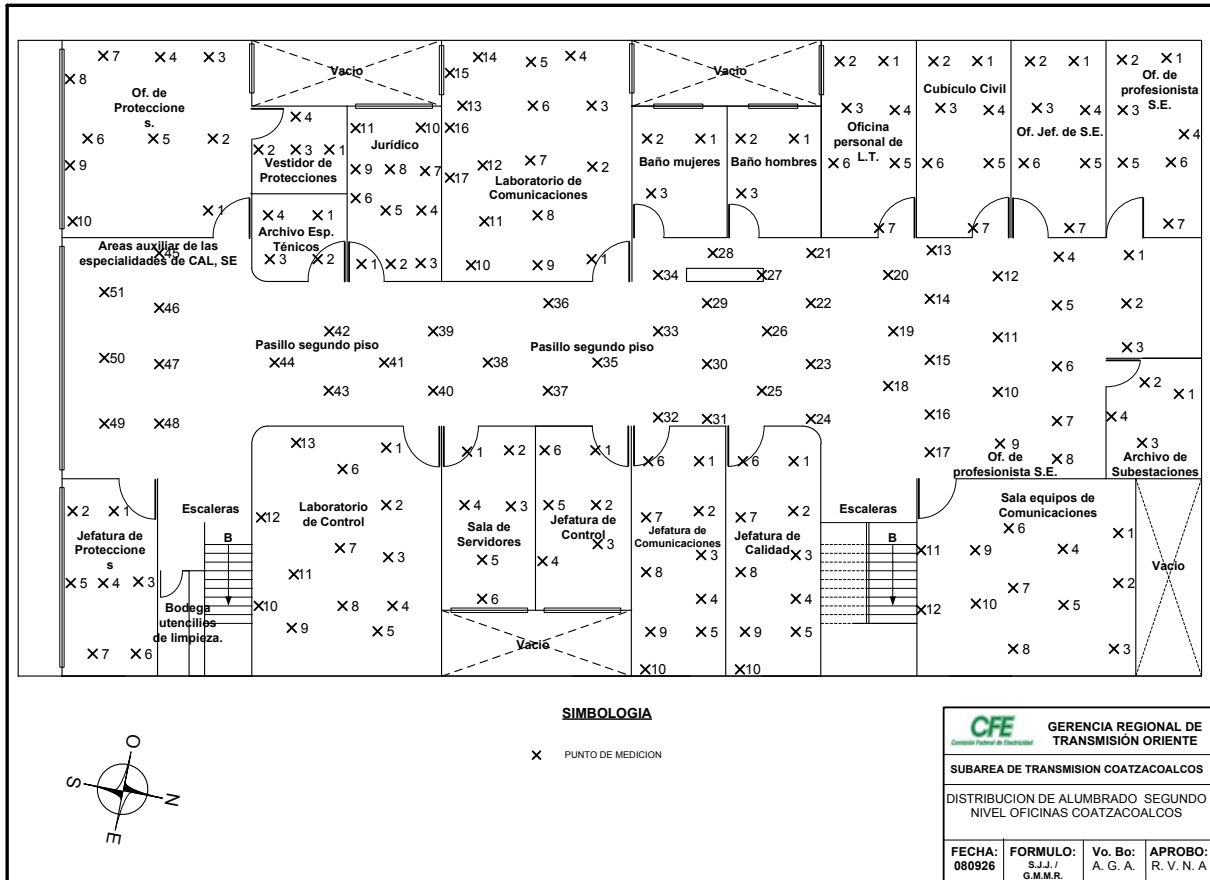


Figura. 4.7.7 Medición de los niveles de iluminación. Edificio de la Subárea (Segundo Piso).

Tabla 4.7.3. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Segundo piso).

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Balastro		Interrup tor	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES					
				39	75		Fmag	Elec	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10			
Jefatura de Protecciones.	15.55	2	2		X	X		SI	212	185	240	332	305	128	175							1 interruptor controla 2 lámparas. Una lámpara parpadeando, difusores sucios.
Laboratorio de Control	45.85	8	2		X	X		SI	92	130	184	192	133	142	140	243	252	209				2 interruptores controlan 4 lámparas cada uno, se tienen 2 lámparas fundidas y difusores sucios, 4 lámparas están pegadas sobre la pared del lado oriente, la ventana tiene cortinas y sobre esta están los archiveros de piso a techo. Se puede cerrar esta ventana ya que tiene aportación de luz por la ventana del pozo de luz.
										280	233	237										
Sala de Servidores.	15.95	3	2		X	X		SI	222	258	365	301	343	260								1 interruptor para 3 lámparas, un difusor roto se fuga el A.A. La ventana del lado oriente está con persiana de plástico, no se usa por tener un escritorio con anaquel pegado a la ventana. Temp. 20°C.
Jefatura de Control.	15.95	3	2		X	X		SI	311	444	447	336	477	302								Un interruptor para 3 lámparas, difusores sucios, se tiene buena iluminación.
Jefatura de Comunicaciones.	22.50	4	2		X	X		SI	282	302	195	243	269	251	273	226	288	220				2 interruptores cada uno controla 2 lámparas, difusores sucios, una lámpara fundida.
Jefatura de Calidad.	22.50	4	2		X	X		SI	230	255	246	284	265	226	247	282	274	202				2 interruptores, cada uno controla 2 lámparas, difusores sucios.
Sala equipos de Comunicaciones.	38.32	6	2		X	X		SI	380	404	301	531	420	353	428	300	279	427				3 interruptores cada uno controla 2 lámparas, 2 lámparas fundidas.
Archivo de Subestaciones.	10.46	2	2		X	X		SI	340	399	358	382										1 interruptor para 2 lámparas, difusor manchado de cemento, falta una tapa del plafón, área sin aire acondicionado, se tiene un hule porque se tienen filtraciones de agua.
Of. de profesionista S.E.	15.55	3	2		X	X		SI	300	285	417	356	405	317	295							1 interruptor controla 3 lámparas, difusores sucios.
Of. Jef. de S.E.	15.55	3	2		X	X		SI	303	255	445	395	397	306	329							1 interruptor controla 3 lámparas, difusores sucios.
Cubículo Civil.	15.98	3	2		X	X		SI	280	362	347	282	442	323	297							Un interruptor para 3 lámparas, 2 difusores viejos, el aire acondicionado, no funciona el indicador de temperatura y está compartido con el oficina personal de LT.

Tabla 4.7.3-1. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Segundo piso).

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Núm. Lamp/ Gab.	Balastro				Inter rupt or	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES			
				39	75	Fmag	Elec		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Oficina personal de L...	15.98	3	2	X	X			SI	300	488	491	293	348	346	324							Un interruptor para 3 lámparas, 2 difusores viejos, el aire acondicionado, esta compartido con el cubiculo Civil, las lámparas pasan sobre el muro hasta el otro cubiculo.
Baño mujeres.	7.85	1	2	X	X			SI	235	201	186											Un interruptor para 1 lámparas y 1 interruptor para el extractor, se tiene iluminación natural.
Baño hombres.	7.93	1	2	X	X			SI	50	48	54											Un interruptor para 1 lámparas y 1 interruptor para el extractor, difusores sucios, difusor viejo y una lámpara fundida.
Laboratorio de Comunicaciones.	42.70	8	2	X	X			SI	420	373	403	335	286	414	379	409	372	440				4 interruptores cada uno controla 2 lámparas, difusores sucios.
Jurídico	15.60	3	2	X	X			SI	240	318	258	320	348	366	290	213	285					Un interruptor para 3 lámparas se puede independizar difusores sucios.
Archivo Esp. Técnicos.	7.49	1	2	X	X			SI	235	240	248	243										Un interruptor para na lámpara, difusores sucios.
Of. de Protecciones.	31.74	6	2	X	X			SI	422	426	402	341	508	506	314	299	300					
Vestidor de Protecciones.	5.70	2	2	X	X			SI	490	500	584	455										Un interruptor para las 2 lámparas, demasiada iluminación, área no climatizada.
Areas auxiliar de las especialidades de CAL, SE y pasillo.	70.94	14	2	X	X			SI	300	270	123	189	339	386	327	263	232	268				Son áreas comunes de pasillos para el acceso a los cubiculos y mesas de trabajo, los bajos niveles se deben a lámparas fundidas, difusores sucios es necesario reubicar una lámpara que por remodelación quedaron sobre el cancel de aluminio de acceso.
Areas de pasillos y acceso a baños.	60.00			X	X			SI	272	278	241	197	317	395	319	226	237	168				Son áreas de desplazamiento, el nivel de iluminación es adecuado aunque se tienen lámparas fundidas y difusores sucios.
Areas auxiliar de las especialidades de CT, CM y PM.	39.00	6	2	X	X			SI	87	229	255	182	246	205	236							Es un área común de mesa de trabajo y pasillo para acceso a cubiculos de especialialidades técnicas, falta reubicar una lámpara esta casi abajo del cancel del aluminio.
Bodega utensilios de limpieza.	5.08			X	X			NO	333	335	336	304										Estas lámparas son las de la escalera, se adapto el cuarto y no se modificó el alumbrado.
Escaleras lado técnicos, del segundo al primer piso.		3	2	X	X			SI	294	320	263	190	455									1 interruptor controla 3 lámparas, otro interruptor controla la lámpara de 39W.
		1	2	X																		

Tabla 4.7.4. Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (azotea).

Ubicación	Dimensiones (m ²)	Num de Gab	Lámp. compactas	Incandescentes	Tipo de lámpara.			Balastro		Inter rupt or	Iluminación (Luxes)										OBSERVACIONES		
					22	59	100	Fmag	Elec		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Acceso a la azotea		1				X		X		SI													1 interruptor para este gabinete instalado en el volado de la losa, no es hermetico tiene un detector de presencia no es de fotocelda.
Cuarto de archivo.	28.06	1		X		X	X	X		SI													Tiene 6 focos incandescentes fundidos, por eso no fue posible tomar el nivel de iluminación, en el exterior tiene una lámpara de 59 W fundida.
Cuarto para el centro de carga de los A.A.	5.74		1		X			X		SI	140	135	125	130									1 interruptor para esta lámpara.
Iluminación decorativa para el anuncio de CFE.			50	X				X		SI													2 interruptores para los 50 focos incandescentes tipo reflector de color, algunos fundidos, se enciende algunas veces durante la noche.

4.7.1 Resumen de los niveles de iluminación Edificio Oficinas en Coatzacoalcos.

El resumen de los niveles de iluminación del edificio de oficinas generales, Planta baja, se da en la tabla 4.7.1.1. En esta tabla se tiene el promedio de luxes, valores mínimos y máximos alcanzados en la planta baja, en el estacionamiento, bodegas, entrada principal y área de escaleras, también se agregaron algunos comentarios.

Tabla 4.7.1.1 Levantamiento de Iluminación. Edificio de la Subárea (Planta baja).

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Estacionamiento	32	6	66	1.- Lámparas fundidas de 45 W, algunas de tipo reflector de 150 W con fotocelda integrado, no funcionan.
Bodega (bomba de agua).	916	906	925	2.- Demasiada iluminación en el cuarto.
Baño personal vigilancia.	364	356	372	3.- Demasiada iluminación en el acceso al baño.
Entrada principal (área de vigilancia).	61	46	74	4.- falta iluminación.
Bodega de LT's.	130	122	142	5.- falta iluminación.
Baño y vestidor de LT.	40	31	46	6.- falta iluminación.
Escalera acceso al 1er.nivel por estacionamiento	57	36	69	7.- La iluminación es adecuada.
Escalera acceso al 1er.nivel por entrada principal.	91	51	149	8.- La iluminación es adecuada.

Comparando los valores promedio de Iluminación en la NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1), para la planta baja del edificio de las oficinas generales, en el estacionamiento los valores promedio de iluminación están por debajo del valor establecido en la norma, esto además porque se tienen lámparas fundidas, aunque se tiene reflectores de 150 W con fotocelda que cada vez que transita el personal encienden sin ser necesario, en el área de vigilancia, bodegas y baño de L.T.'s, también se encuentran por debajo del nivel promedio requerido, en la bodega (bomba de agua) y baño vigilancia se encuentran los niveles promedio de iluminación por arriba de la norma.

Tabla. 4.7.1.2. Niveles de iluminación promedio Edificio oficinas generales Primer Piso.

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Oficina Administrador	227	140	339	1.- falta iluminación en la mesa de trabajo de la PC.
Caja	195	130	298	2.- luminarias de tamaño inadecuadas.
Pasillo acceso cubículos de Gestión y Contabilidad.				3.- falta interruptor, no tiene iluminación propia.
Archivo de Recursos Humanos	285	260	308	4.- luminarias de tamaño inadecuadas.
Gestión.	227	200	245	5.- luminarias de tamaño inadecuadas.
Contabilidad	265	216	315	6.- luminarias de tamaño inadecuadas.
Egresos	267	171	415	7.- Independizar el circuito un int. para 3 lámparas.
Nominas y Seguridad Social.	217	122	306	8.- Independizar el circuito un int. para 3 lámparas.
Oficina Recursos Humanos.	238	141	255	9.- Reubicar luminaria, parte de una tapada con unice.
Auxiliar Admón. de Recursos Humanos	149	127	176	10.- Reubicar luminaria, parte de una tapada con unice.
Aux. de Capacitación	149	102	188	11.- lámparas fundidas.
Profesionista Obra Pública.	303	256	378	12. buena iluminación, aunque difusores sucios.
Aula usos múltiples.	226	128	396	13. falta iluminación, lámpara fundida 13 W.
Aula de capacitación.	455	288	742	14.- Excesiva iluminación.
Cuarto adjunto aula de Capacitación	468	374	564	15.- Excesiva iluminación.
Comedor	244	160	306	16.- Independizar el circuito un int. para 4 lámparas.
Baño hombres	327	214	375	
Baño mujeres	282	251	303	
Sala de Juntas.	435	225	549	17.- Excesiva iluminación.
Jefatura de Subárea	450	250	630	18.- Excesiva iluminación.
Baño Jefatura	272	262	280	
Pasillo Jefatura.	264	172	375	
Archivo Jefatura	257	199	300	
Auxiliar de la Admón y recepción	234	92	364	
Recepción Jefatura	389	282	495	19.- Excesiva iluminación.
Secretaria Jefatura.	250	135	319	20.- Bajo nivel de iluminación.
Pasillo primer piso	465	181	690	21.- Excesiva iluminación.

El resumen de los niveles de iluminación promedio del edificio de oficinas generales Primer piso, se presenta en la tabla 4.7.1.2 , el nivel de iluminación promedio en el privado de la Administración se encuentra por debajo de la norma NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1), el nivel promedio mínimo se debe a que se tienen lámparas y

difusores viejos así como la distribución de las luminarias, sin embargo, se tiene buena aportación de luz natural por el ventanal lado sur, sólo que se tienen cortinas de plástico. En el cubículo de la Caja el nivel promedio está por debajo de la norma debido a lámparas fundidas y mal distribuidas. En el pasillo del acceso a Contabilidad y Gestión, no cuenta con interruptor propio, no se tomó la iluminación debido a que la iluminación es de los tramos de gabinetes que sobrepasan otros cubículos, en los privados de Contabilidad, Gestión y Archivo de Recurso Humanos, el nivel promedio de iluminación está por debajo de la norma, también tiene gabinetes inadecuados que sobrepasan los locales es necesario reubicar las luminarias. En el cubículo de Egresos el nivel promedio está por debajo de la norma, sin embargo, en las lecturas en la mesa de trabajo, el nivel máximo está por arriba del nivel establecido. Nóminas y Seguridad Social, el nivel promedio se encuentra por debajo de la norma debido a que se tienen difusores sucios. En la oficina de Recursos Humanos y Aux. de Recursos Humanos, el nivel de iluminación promedio se encuentra por debajo de la norma, se tienen difusores sucios y una lámpara tapada con unicel, se reacondicionó estas áreas y no se modificó la luminaria. En el cubículo de Aux. de Capacitación, el nivel promedio está por debajo de la norma porque se tienen lámparas fundidas y difusores viejos, en el cubículo de Profesionista de Obra Pública, el nivel promedio de iluminación está por arriba de la norma aunque se tienen difusores sucios.

En la aula se Usos Múltiples, el nivel de iluminación está por debajo de la norma, también se tiene una lámpara sin funcionar y difusores sucios. En la sala de Capacitación y el cuarto adjunto los niveles promedio de iluminación están por arriba de la norma aunque se tienen difusores sucios. En el Comedor el nivel promedio está por debajo de la norma debido a que se tienen lámparas fundidas y difusores sucios. En el baño de hombres y mujeres los niveles de iluminación se encuentran en el nivel establecido en la norma, se tiene aportación de luz natural. En la Sala de Juntas y Jefatura de la Subárea, el nivel de iluminación promedio se encuentra por arriba de la norma, aunque se tienen difusores sucios también se tiene aportación de luz natural por ventanas lado sur y pozo de luz. En el Baño y Pasillo de la Jefatura el nivel de iluminación está por arriba de la norma. En el archivo de la Jefatura el nivel de

iluminación está por debajo de la norma, debido a que se tienen difusores sucios y viejos. En la Recepción el nivel promedio de iluminación está por arriba de la norma. En la Secretaria Jefatura el nivel promedio está por debajo de la norma, se tiene difusores sucios. En el Pasillo primer piso, el nivel de iluminación promedio está por arriba de la norma.

Tabla. 4.7.1.3 Niveles de iluminación promedio Edificio oficinas generales Segundo Piso.

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Jefatura de Protecciones.	225	128	332	1.- Lámparas parpadeando.
Laboratorio de Control	190	92	280	2.- Reubicar luminarias, lámparas fundidas y difusores sucios.
Sala de Servidores.	292	222	365	3.- Difusores rotos y sucios.
Jefatura de Control.	386	302	477	4.- Buena iluminación.
Jefatura de Comunicaciones	259	195	302	5.- Lámparas fundidas.
Jefatura de Calidad.	254	202	284	6.- Difusores sucios.
Sala equipos de Comunicaciones.	352	150	531	7.- Buena iluminación.
Archivo de Subestaciones.	370	340	399	8.- Excesiva iluminación.
Of. de profesionista S.E.	339	285	417	10.- Difusores sucios.
Of. Jef. de S.E.	347	255	397	12.- Buena iluminación.
Cubículo Civil.	333	280	442	13.- Buena iluminación.
Oficina personal de L.T.	370	293	488	14.- luminarias de tamaño inadecuadas.
Baño mujeres.	207	186	235	15.- difusores sucios.
Baño hombres.	51	48	54	16.- lámparas viejas y difusores sucios.
Laboratorio de Comunicaciones.	368	255	440	17.- difusores sucios.
Jurídico	293	213	366	18.- difusores sucios.
Archivo Esp. Técnicos.	242	235	248	
Of. de Protecciones.	391	299	508	19.- Excesiva iluminación.
Vestidor de Protecciones.	419	455	584	20.- Excesiva iluminación.
Áreas personal auxiliar de las especialidades de CAL, SE y pasillo.	296	123	401	21.- Reubicación de lámparas, difusores sucios, lámparas fundidas.
Áreas de pasillos y acceso a baños.	230	98	395	22.-El nivel de iluminación es adecuado aunque se tienen lámparas fundidas y difusores sucios.
Áreas personal auxiliar de las especialidades técnicas	206	87	255	23.- Reubicar lámparas abajo del cancel del aluminio.
Bodega de limpieza.	327	304	336	24.- Se adaptó y no se modificaron las luminarias.
Escaleras lado técnicos, del segundo al primer piso.	304	190	320	25.- Excesiva iluminación.

El resumen de los niveles de iluminación promedio del edificio de oficinas generales Segundo piso, se presenta en la tabla 4.7.1.3. El nivel de iluminación promedio en la Jefatura de Protecciones se encuentra por debajo de la norma NOM-025-STPS-1999, (tabla 2.12.1), el nivel promedio mínimo se debe a que se tienen lámparas y difusores sucios así como mala distribución de las luminarias, sin embargo, se tiene buena aportación de luz natural por el ventanal lado sur, solo que se tienen las cortinas de plástico cerradas. En el Laboratorio de Control el nivel promedio está por debajo de la norma debido a lámparas fundidas y mal distribuidas. En la Sala de Servidores, el nivel de iluminación se encuentra por debajo de la norma debido a difusores sucios y unos rotos. En la Jefatura de Control, el nivel promedio se encuentra por arriba de la norma. En la Jefatura de Comunicaciones el nivel promedio está por debajo de la norma, debido a lámparas fundidas. En la Oficina de Calidad los niveles de iluminación promedio están por debajo de la norma, se tienen difusores sucios. En la Sala de Equipos de Comunicaciones, el nivel de iluminación promedio está por arriba de la norma aunque se tienen dos lámparas fundidas, Al Archivo de Subestaciones el nivel promedio está por arriba de la norma. La Oficina Profesionista de Subestaciones el nivel se encuentra por arriba la norma, aunque se tienen difusores sucios, En la Jefatura de Subestaciones y Oficina Civil, el nivel promedio de iluminación se encuentra por arriba de la norma. En la Oficina del personal de LT, el nivel se encuentra arriba de la norma, el tamaño de las lámparas es inadecuado, se pueden reubicar. En el baño de hombres, el nivel está por debajo de la norma debido a lámparas y difusores sucios. En el baño de mujeres, el nivel de iluminación está dentro de los niveles establecidos. En el Laboratorio de Comunicaciones, los niveles promedio están por arriba de la norma, tomando en cuenta actividades para oficina, para la mesa de trabajo en donde se realizan trabajos de laboratorio se tiene iluminación localizada. En la Oficina del Jurídico, los niveles se encuentran por debajo de la norma debido a difusores sucios. En el archivo de las especialidades técnicas el nivel está por debajo de los niveles mínimos para oficina por tener difusores sucios. En la Oficina de Protecciones y el vestidor el nivel de iluminación promedio está por arriba de la norma. En las áreas del personal auxiliar de las especialidades de Calidad, Subestaciones y pasillo, estas áreas

funcionan como pasillo y mesas de trabajo, considerando el nivel mínimo de iluminación requerido para oficinas, el nivel promedio está por debajo de la norma debido a que se tienen difusores sucios, lámparas fundidas y mal ubicadas. En el área de pasillos y acceso a baños, el nivel de iluminación se encuentra por arriba de la norma aunque se tienen lámparas fundidas y difusores sucios. En la área del personal auxiliar de las especialidades técnicas, el nivel de iluminación se encuentra por debajo de la norma debido a lámparas fundidas y difusores sucios y una lámpara mal ubicada debido a la remodelación de cancelaría de aluminio. En la bodega de limpieza, el nivel de iluminación está por encima de la norma debido a que se habilitó este cuarto y no se modificaron las luminarias. En las escaleras lado técnicos, del segundo al primer piso, la iluminación está por arriba de la norma.

Tabla. 4.7.1.4. Niveles de iluminación promedio Edificio oficinas generales AZOTEA

UBICACIÓN	LUXES			OBSERVACIONES
	PROM.	MIN.	MAX.	
Acceso a la azotea				1.- Lámparas fundidas
Cuarto de archivo.				2.- Lámparas fundidas
Cuarto para el centro de carga de los A.A.	133	125	140	
Iluminación decorativa para el anuncio de CFE.				3.- 2 interruptores para los 50 focos incandescentes tipo reflector de color, algunos fundidos, se enciende algunas veces durante la noche.

El resumen de los niveles de iluminación promedio del edificio de oficinas generales Azotea, se presenta en la tabla 4.7.1.4, en la entrada a la Azotea y al acceso al cuarto del archivo no se tomó el nivel de iluminación debido a que las luminarias no encienden. En el interior del cuarto de archivo los focos están fundidos. En el cuarto para el centro de carga el nivel de iluminación promedio está por debajo de la norma aunque se tiene buena aportación de luz natural y el cuarto es solo para el centro de carga. Se tiene un anuncio de aluminio con la siglas CFE, para iluminarlo atrás de éste se tienen focos incandescentes tipo reflector de 100 W.

4.8 Análisis de los sistemas de Aire Acondicionado.

S.E. Coatzacoalcos Dos.

Se realizó el levantamiento del equipo instalado de aire acondicionado, se tomaron los datos de placa y modo de uso de cada uno de ellos, se midió el amperaje de cada equipo con un amperímetro de gancho marca fluye 337, propiedad de la Subárea. Se encontraron algunos equipos de aire acondicionado dañados como en el caso del instalado en el Bunker y Alojamiento del personal de Seguridad Física, los equipos tipo minisplit ubicados en la caseta de control para el enfriamiento del equipo instalado dentro de esta caseta, se alternan dejando en funcionamiento cuatro de los siete allí instalados, en el cubículo de Comunicaciones se tiene un clima de ventana dañado en su compresor, que se usa como respaldo ya que cuenta con un equipo tipo minisplit, en el alojamiento del personal de Sedena, se tienen dos equipo tipo minisplit, funcionando casi las 24 horas del día. En seguida se muestra el inventario de aires acondicionado en la tabla 4.81.

Tabla. 4.8.1 Inventario de equipos de aire acondicionado S.E CTS

No.	MARCA	MODELO	SERIE	CAP. BTU	DATO DE PLACA CORRIENTE (AMP)	TOMADO CORRIENTE (AMP)		UBICACIÓN	TIPO	OBSERVACIONES.
1	CARRIER	42LSC6022-CL	6912	60,000	17,4	16,0	16,0	Sala de Control (atrás de Remota)	Minisplit	
2	CARRIER	42LSC6022-CL	7017	60,000	17,4	16,0	16,0	Sala de Control (atrás de Remota)	Minisplit	
3	CARRIER	42LSC6022-CL	7012	60,000	17,4	16,0	16,0	Sala de Control	Minisplit	
4	CARRIER	42LSC6022-CL	6951	60,000	17,4	16,0	16,0	Sala de Control	Minisplit	
5	CARRIER	42LSC6022-CL	6952	60,000	17,4	16,0	16,0	Sala de Control	Minisplit	
6	CARRIER	42LSC6022-CL	2016	60,000	17,4	16,0	16,0	Sala de Control	Minisplit	
7	CARRIER	42LSC6022-CL	6936	60,000	17,4	16,0	16,0	Sala de Control (atrás tab serv prop)	Minisplit	
8	CARRIER	42LSC6022-CL	7013	60,000	17,4	16,0	16,0	Sala de Comunicaciones	Minisplit	
9	PANASONIC	CW-1202FP	1413611161	12,000	6,7	5,1	5,1	Oficina de Subestaciones.	Ventana.	
10	TRANE	TAW024A10	LKKT00313	24,000	S/P			Of. Laboratorio de Comunicaciones	Ventana.	Compresor dañado
11	TRANE	TAW024A10	LKKT00320	24,000	13,3	11,6	11,5	Laboratorio de Comunicaciones	Ventana.	Compresor dañado
12	YORK	S/P	S/P	24,000	S/P	8,4	8,4	Laboratorio de Protecciones.	Minisplit	Tubería congelada
13	CARRIER	HMC123C-C	47182853080700200	12,000	6,0	5,4	5,4	Almacén.	Minisplit	
14	LENNOX	MSG-24CR	S/N	24,000	16,0	12,4	12,6	Sedena (dormitorio)	Minisplit	
15	LG	S122CG	S/N	12,000	5,7	6,4	6,4	Sedena (comandante)	Minisplit	
16	CARRIER	TNL2050CC	1569761066	36,000	S/P	15,0	15,0	Seguridad Fisica.(dormitorio)	Minisplit	corriente estimada.
17	CARRIER		1569761099	36,000	S/P	14,2	14,2	Seguridad Fisica.(dormitorio)	Minisplit	
18	CARRIER	FK68123C	3803430534	12,000	S/P	7,0	7,0	Seguridad Fisica.(Comandancia).	Minisplit	
19	LENNOX	MSG-24CR	S/N	24,000	16,0			Bunker	Minisplit	No funciona.
				Total Cap.BTU	720,000					

Oficina generales en Coatzacoalcos.

Se realizó el levantamiento del equipo instalado de aire acondicionado, datos de placa y modo de uso de cada uno de ellos, se midió el amperaje de cada equipo con un amperímetro de gancho marca fluye 337, propiedad de la Subárea. Se encontraron algunos de estos dañados como en el caso del aire acondicionado tipo de minisplit instalado en la sala de equipos de Comunicaciones y en el laboratorio de Comunicaciones, se tienen algunos equipos tipo dividido que comparten algunas oficinas y otros de este tipo en pasillos, estos equipos se controlan a través de termostatos, también algunos cubículos tienen compartidos equipos tipo minisplit. Un equipo tipo dividido esta compartido con el pasillo y la sala de servidores, un equipo tipo dividido abastece cuatro cubículos a la vez, en las salas de equipos de Comunicaciones y Servidores el equipo funciona 24 horas para el enfriamiento de los equipos que se tienen allí instalados. En la azotea del edificio se encuentran ubicados los compresores de los equipos de aire acondicionado, se observa que el forro de las tuberías de salida del compresor al evaporador esta muy deteriorado.

La Subárea cuenta con un estudio reciente realizado por la empresa que da mantenimiento al sistema de aire acondicionado, en el que se menciona sobre el estado en que se encuentran los equipos de aire acondicionado, algunos equipos no son del tipo ahorrador de energía, otros equipos están compuesto de dos climas de diferente marca y otros están operando incorrectamente. A continuación se muestra el inventario de aires acondicionado en la tabla 4.8.2.

Tabla. 4.8.2 Inventario de equipos de aire acondicionado Oficinas Coatzacoalcos.

No.	MARCA	MODELO	SERIE	CAP. BTU	DATO DE PLACA CORRIENTE (AMP)	TOMADO CORRIENTE	PROME DIO	UBICACIÓN	TIPO	OBSERVACIONES
1	CARRIER	S/P	S/P	18,000	S/P	11.2	11.4	11.3	Administrador	*Minisplit
2	CARRIER	HMC183C-C	S/N	18,000	8,8	9.6	9.4	9.5	Jefatura de Protecciones	Minisplit
3	CARRIER	S/P	S/P	24,000	S/P	18.2	18.4	18.3	Oficina de Protecciones	*Minisplit
4	PAYNE	S/P	S/P	36,000	S/P	12.2	12.0	12.1	Laboratorio de Comunicaciones	**Minisplit
5	PAYNE	S/P	S/P	18,000	S/P	8.1	8.1	8.1	Jurídico	***Minisplit
6	CARRIER	PA10JA036M	3100008001	36,000	S/P	15.0	14.8	14.9	Pasillo 1° piso (lado comedor)	Dividido
7	CARRIER	S/P	S/P	36,000	S/P	14.4	14.6	14.5	Jefatura	*Dividido
8	CARRIER	S/P	S/P	36,000	S/P	15.3	15.8	15.6	Sala de Juntas	*Minisplit
9	PAYNE	PA10JA03S00M	3100E08001	36,000	17,5	15.2	15.1	15.2	Contab, Caja, Gestión y Archivo	Dividido
10	CARRIER	HPC243C-C	81176670426073000	22,300	11,7	12.4	12.6	12.5	Servidores Control	Minisplit
11	PAYNE	PA10JA048A-A	1600E02844	48,000	S/P	24.0	23.2	23.6	1° Nivel pasillo (donde esta aux. admón)	Dividido
12	YORK	S/P	S/P	18,000	S/P	7.4	7.4	7.4	Jefatura de Control	Minisplit
13	CARRIER	S/P	S/P	36,000	S/P	16.0	16.0	16.0	Jefatura Comunicaciones y Calidad	Dividido
14	YORK	S/P	S/P	60,000	S/P	29.2	28.2	28.7	Pasillo 2° piso (lado servidores)	Dividido
15	YORK	H2CM018A	GRKFM0207CK	18,700	S/P	6.7	6.9	6.8	Comedor.	*Minisplit
16	CARRIER	S/P	S/P	24,000	S/P	14.0	13.7	13.9	Oficina técnicos de SE 's y L.T's.	****Minisplit
17	PAYNE	PA10JA048A-A	1600E02903	48,000	S/P	22.8	22.6	22.7	Aula de capacitación 1	Dividido
18	PAYNE	PA10JA048A-A	2300E02964	48,000	S/P	22.0	22.0	22.0	Aula de capacitación 2 (lado bodega).	Dividido
19	CARRIER	38CK8018	1097E08772	18,000	S/P	7.9	7.9	7.9	Sala usos multiples (Vicsosat).	Minisplit
20	YORK	H1RA060S06A	EFFM211033	60,000	S/P	28.6	22.6	25.6	2° Nivel pasillo SE y CAL.	Dividido
21	PAYNE	PA10JA03600M	3100E07955	36,000	S/P	12.2	12.0	12.1	Sala equipos de Comunicaciones (ent)	Minisplit
22	CARRIER	S/P	S/P	36,000	S/P	16.2	16.0	16.1	Jefatura SE y Profesionista de SE.	Dividido
23	PAYNE	S/P	S/P	36,000	S/P	12.2	12.0	12.1	Sala equipos de Comunicaciones	Minisplit
24	CARRIER	38CKB018320	1097E08762	18,000	S/P	7.7	7.3	7.5	Jefatura de Recursos Humanos	*Minisplit
25	CARRIER	S/P	S/P	18,000	S/P	9.3	9.6	9.5	Obra pública y Aux Capacitación	Minisplit
26	CARRIER	HICM0186A	G2-384-24	18,000	S/P	8.9	8.7	8.8	Nominas y Seguridad Social.	Minisplit
27	S/P	S/P	S/P	36,000	S/P	14.2	14.6	14.4	Laboratorio de Control.	*Minisplit
28		S/P	S/P	18,000	S/P	7.4	7.4	7.4	Egresos	Minisplit
				Total Cap.BTU	875,000					

- * Opera incorrectamente, no es ahorrador de energía.
- ** Opera incorrectamente, no es ahorrador de energía
- *** Clima compuesto de dos climas de diferente marca.
- **** Operando correctamente, no es ahorrador de energía.

La posición de los compresores de los equipos de aire acondicionado que se encuentran instalados en la azotea del edificio, no es la adecuada ya que están colocados en forma lateral de modo que el aire caliente que sale del compresor entra al otro equipo.

Además se verifico la correspondencia de cada uno de los compresores con los evaporadores instalados en los cubículos y pasillos, posteriormente se realizó un levantamiento de la distribución de los conductos de los equipos de aire acondicionado del tipo dividido instalados entre el falso plafón y el techo. También se tomaron cargas de estos equipos del centro de carga ubicado en un cuarto de la azotea. En seguida se muestran la ubicación de los equipos de aire acondicionado tipo minisplit y dividido así como la distribución de los conductos de aire en el primer

u segundo piso del edificio y la ubicación de las Unidades Condensadoras del sistema de aire acondicionado en la azotea del edificio. Figuras 4.8.1 a la 4.8.3.

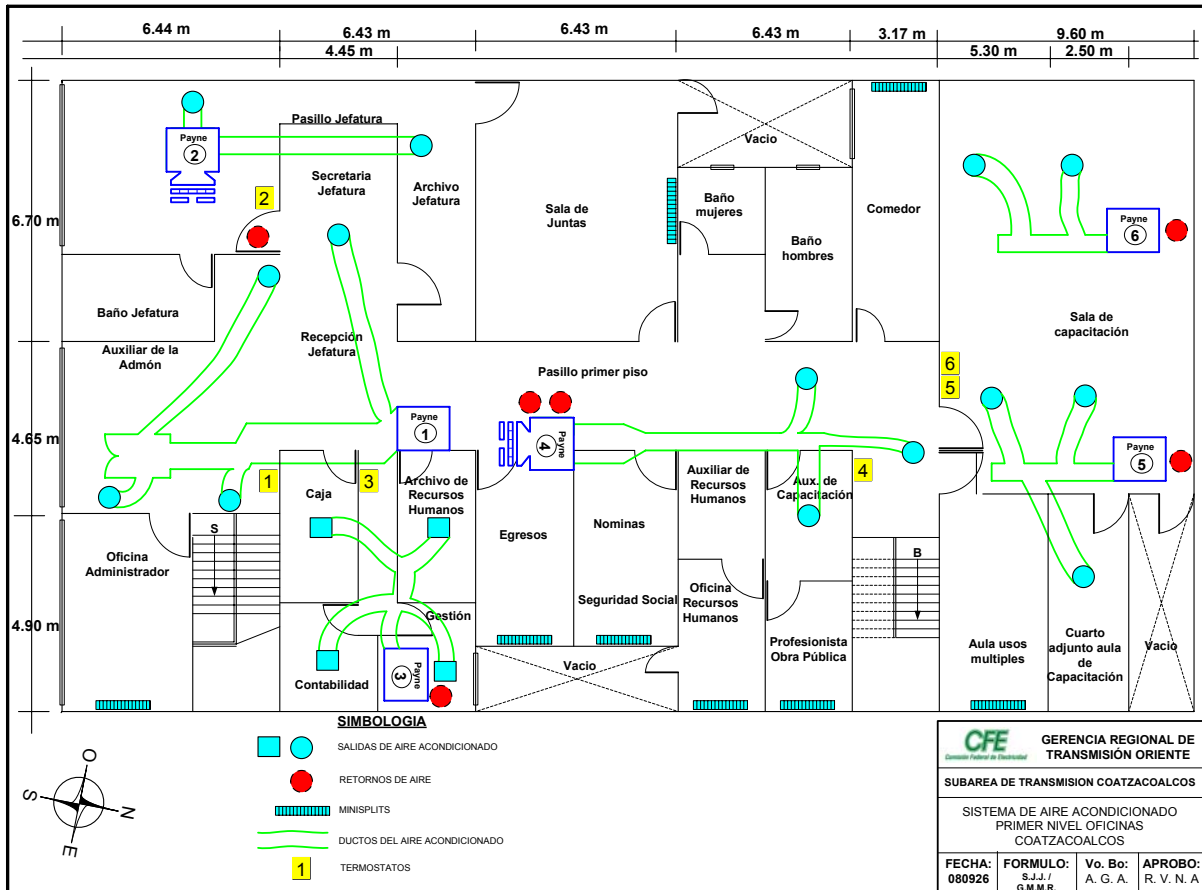


Figura. 4.8.1 Ubicación del Sistema de Aire acondicionado en el primer piso de las Oficinas Coahuila

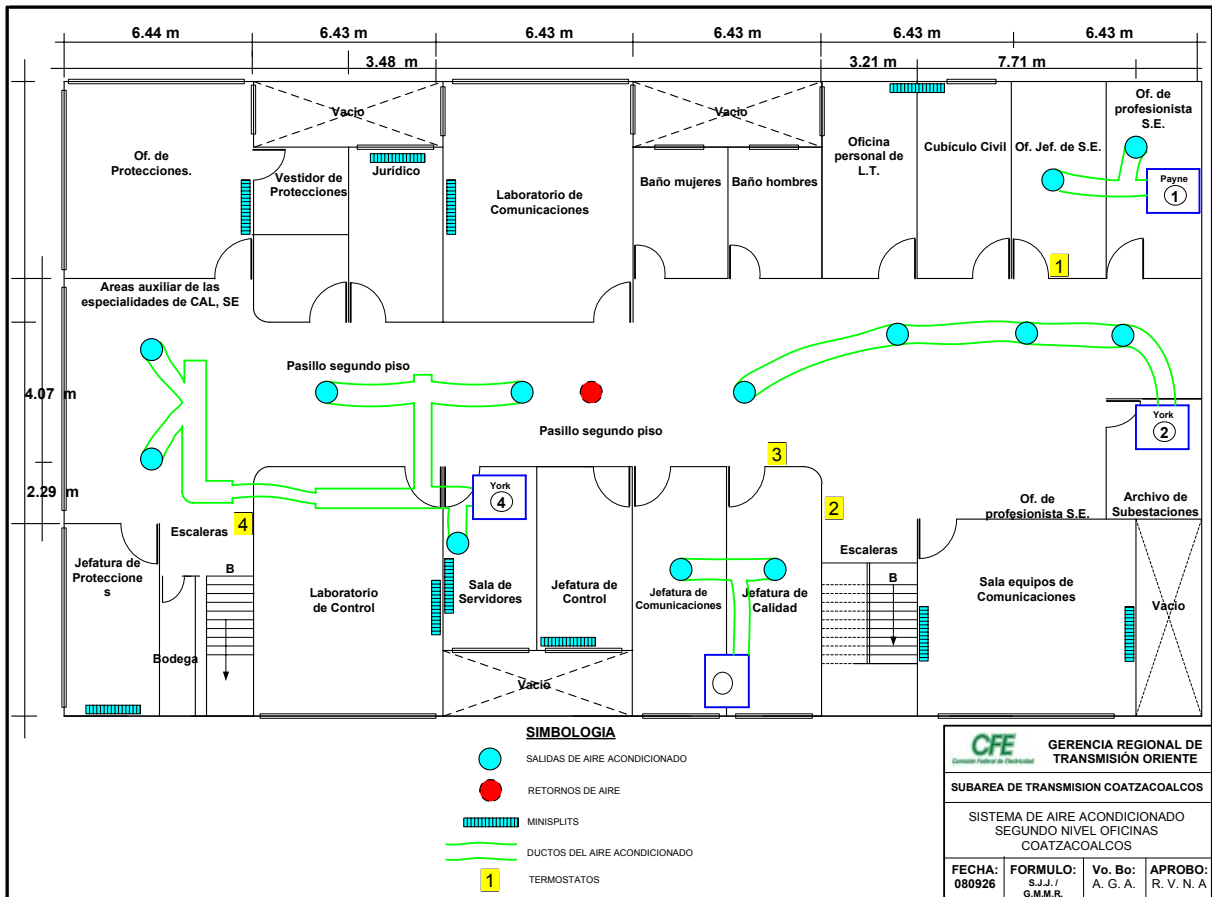


Figura. 4.8.2 Ubicación del Sistema de Aire acondicionado en el segundo piso de las Oficinas Coahuila.

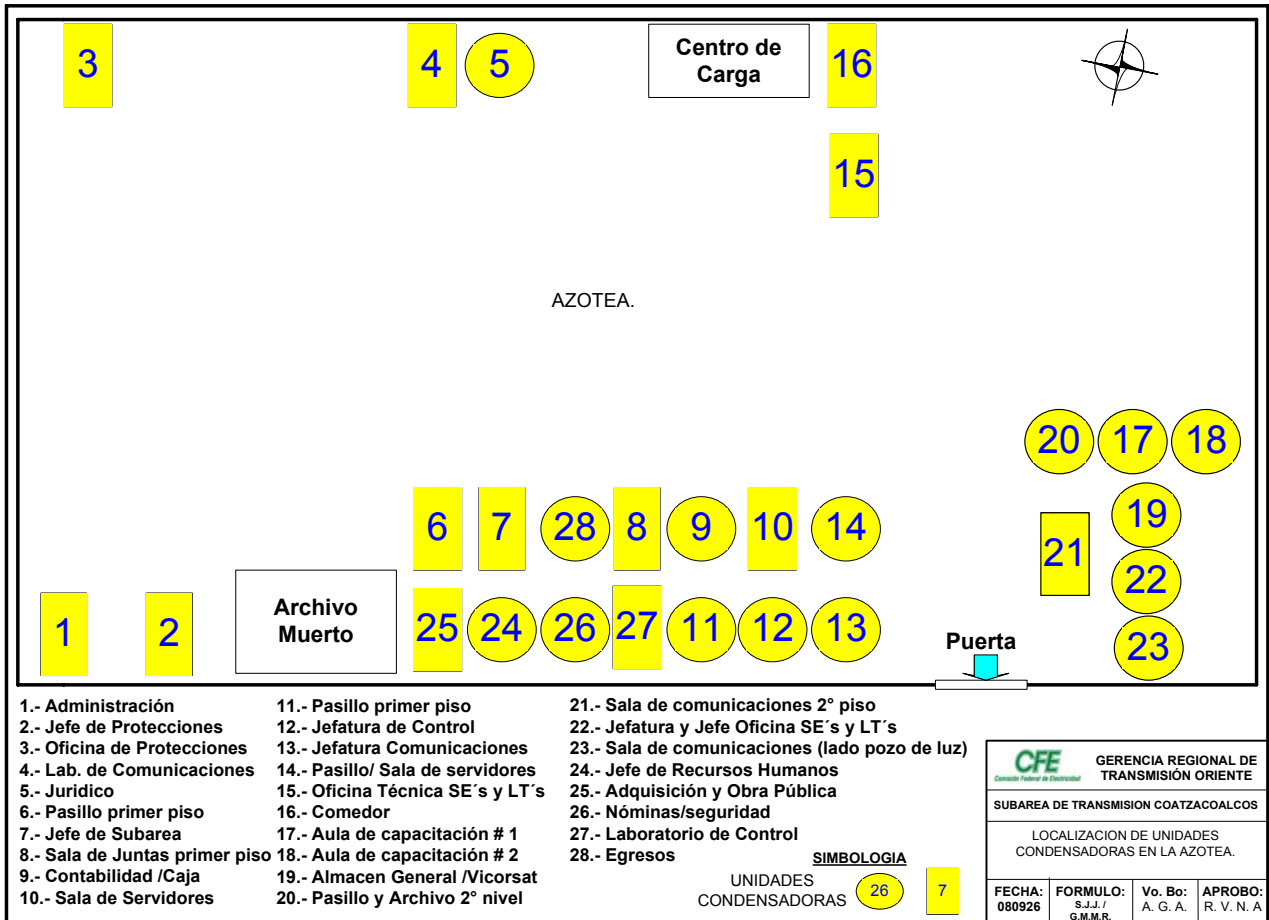


Figura. 4.8.3 Ubicación de las Unidades Condensadoras del sistema de aire acondicionado en la azotea del edificio de oficinas Coatzacoalcos.

CAPITULO V

CAPITULO V

PROPUESTAS DE MEJORA.

5.- Evaluación del potencial de ahorro en la Subestación Coatzacoalcos Dos y oficinas generales.

5.1. Subestación Coatzacoalcos Dos.

Para el evaluación del potencial de ahorro de energía fue necesario realizar balances de energía con el objetivo de medir realmente, la cantidad de energía utilizada en los equipos y procesos de la subestación en un tiempo determinado, para esto se desarrolló el censo de equipos eléctricos y térmicos, la capacidad instalada y datos de consumo de energía, a continuación se muestra una imagen del área operativa de 400 kV.



Figura. 5.1 Área operativa de 400 kV, de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

Durante el recorrido a la instalación se hicieron mediciones a los equipos instalados que dependen de los Servicios Propios, con el fin saber como se utiliza y está distribuido el consumo de energía eléctrica en esta Subestación. Para esto se tomaron los tiempos de operación de los equipos instalados en los Servicios Propios, se utilizó la ecuación 5.1

$$No.Equipo = \frac{\sqrt{3} \times V \times I \times fp \times \frac{hrs}{día}}{\frac{producto}{día}} \dots\dots\dots(5.1)$$

Donde:

$\sqrt{3}$ = Factor por voltaje de Línea.

V = Voltaje.

I= Corriente (valor tomado en campo)

FP = Factor de Potencia.

Hrs/día = horas de trabajo del equipo al día.

Producto/día= los consumos totales anuales entre un día.

Se presenta un resumen de los equipos instalados y porcentaje de los consumos eléctricos en los Servicios propios de la S.E. Coatzacoalcos Dos, en la tabla 5.1., del mismo modo se muestran los Watthora eléctricos por la unidad de producción/día, en la figura 5.2.

Tabla 5.1 Resumen de los equipos instalados y porcentajes de consumos eléctricos en los Servicios propios de la S.E. Coatzacoalcos.

	Equipos:	ACTUAL	
		%	Wh Elec/prod
		ELEC	
1	Aire acondicionado	4.1	0.027
2	Iluminación (edificios)	8.5	0.056
3	Iluminación (Área operativa y perimetral VSAP, 400, 250, mixta 250)	19.4	0.128
4	Sistema de enfriamiento Banco T-1 (bombas de aceite y ventiladores)	42.6	0.280
5	Resistencias calefactoras (Equipo eléctrico)	11.7	0.077
6	Equipo de Vigilancia.	3.6	0.024
7	Cargadores de Baterías.	5.1	0.034
8	Sala de Comunicaciones (equipos)	1.9	0.012
9	Extracción de aire (motores)	1.3	0.008
10	Motores (funcionamiento equipo eléctrico primario)	0.5	0.003
11	Varios (Eq. Computo, enfriadores, etc).	1.4	0.009
	TOTAL	100.0	0.66

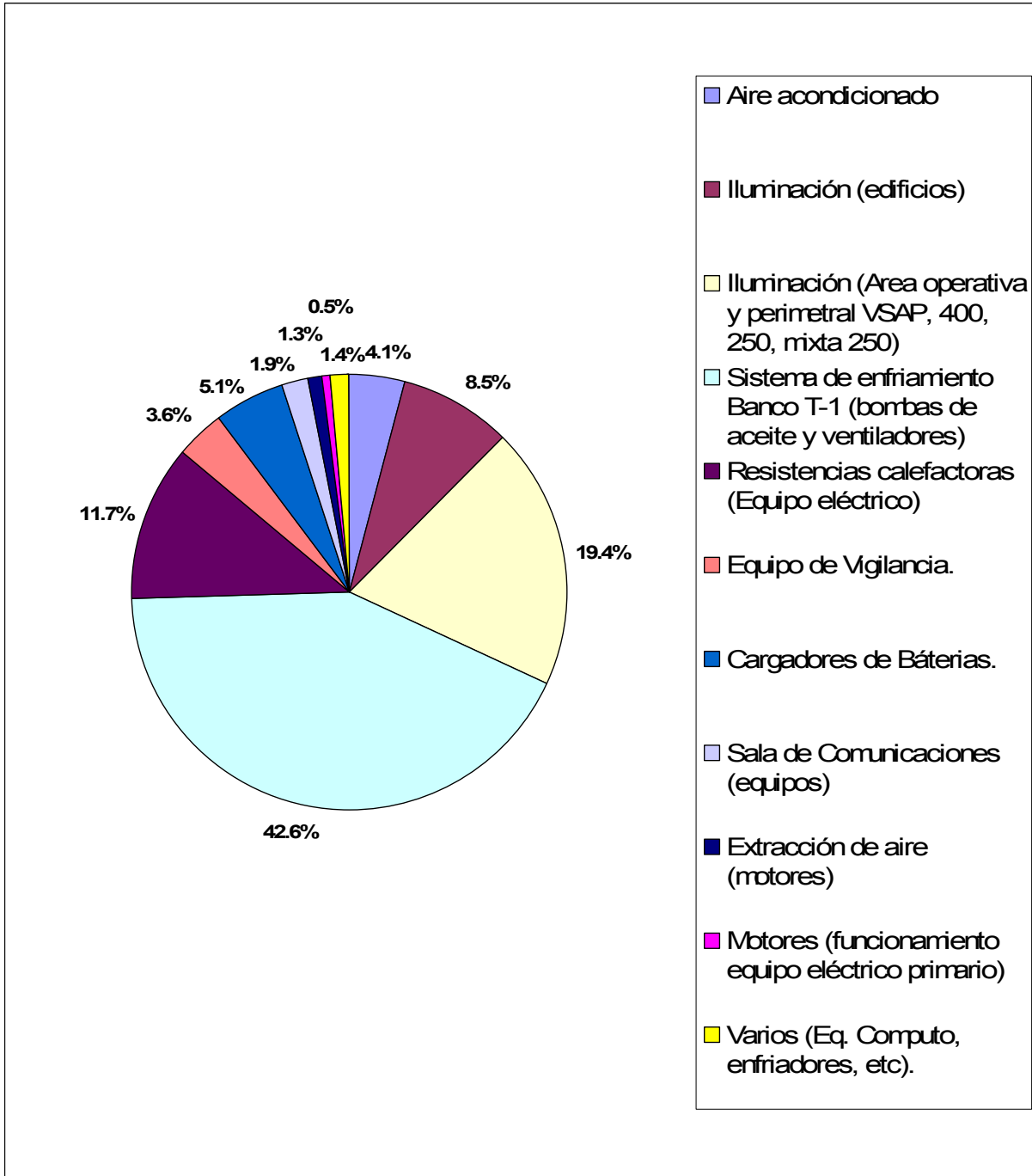


Fig. 5.2 (Balance de energía) Wathhora eléctricos por la unidad de producción/día

5.1.1 Identificación de oportunidades de ahorros Subestación Coatzacoalcos Dos.

Sistema de enfriamiento del Banco de Transformación T-1.

De la toma de cargas se observa que el mayor porcentaje de consumo es en el sistema de enfriamiento del banco de transformación, este sistema esta integrado por grupos de ventiladores y bombas para la recirculación de aceite en cada una de las fases del Banco T-1, durante la toma de cargas se observó que el sistema de arranque y paro de ventiladores se encontraba en el modo manual, razón por la cual estos se encuentran funcionando las 24 horas del día, los indicadores de temperatura en condiciones de operación adecuadas permiten que el sistema de enfriamiento (ventiladores), entren y salgan de acuerdo con la temperatura del Banco T-1, en la cual se ajusta a través de los indicadores de temperatura el arranque del primer grupo a los 65° Celsius y el arranque del segundo grupo a los 75° Celsius, de tal forma que si no se rebasan dichas temperaturas estos grupos no deben de operar y con lo cual se reduciría enormemente el porcentaje del consumo de energía que se observa en la figura 5.2 (balance de energía).

Iluminación área operativa y perimetral.

Del alumbrado del área operativa se consideró el consumo del estado original, ya que el alumbrado existente es tan solo el 22% del original, esto debido la deterioro de las luminarias y terminación de la vida útil de las mismas, como parte del mantenimiento al sistema de alumbrado se han instalado lámparas de luz mixta de 250 Watts, con lo cual la iluminación es deficiente, se considera realizar el cambio completo de luminarias por lámparas de vapor de sodio de alta presión de 400 Watts, así mismo solo se consideraran un número determinado de lámparas para uso nocturno y otras lámparas que solo se utilizaran para el caso de emergencias o trabajos nocturnos con lo cual se reducirá en gran medida el consumo de energía al no tener todo el alumbrado encendido durante la noche ya que no es indispensable

iluminar estas áreas con esta intensidad luminosa que nos dan todas las lámparas encendidas.

Resistencias calefactores de gabinetes y registros equipo primarios.

Se realizo el calculo del porcentaje del consumo de energía eléctrica para las resistencias calefactores tomando en cuenta que todos los registros tiene su resistencia funcionando, Durante la toma de cargas y datos de las resistencias calefactores en los diferentes gabinetes y registros del equipo primario instalado en la Subestación Coatzacoalcos Dos, se encontraron algunas resistencias sin funcionar y algunas otras con una temperatura excesiva por tener resistencias de mayor capacidad de lo necesario, así también se encontraron algunos registros con termostatos sin funcionar.

Por lo anterior se recomienda instalar termostatos en todos los registros y gabinetes donde se tengan resistencia calefactores, también se debe hacer un calculo de acuerdo al volumen del gabinete para determinar la capacidad necesaria de la resistencia calefactora a instalar y con esto disminuir el porcentaje del consumo de energía eléctrica tanto por la capacidad de la resistencia instalada como por el tiempo de operación de la misma durante el día.

Iluminación en Edificios.

- Caseta de Control.

Las luminarias instaladas en el interior de la caseta de control son del tipo fluorescentes T-8 con balastro electrónico y difusor de rejilla, por lo que en cuanto a estas concierne no requieren ningún cambio, sin embargo se ha encontrado el alumbrado encendido en horarios donde ya no hay personal laborando, así también otra situación es la de cuando hay personal laborando y no se encuentra en su área de trabajo se deja el alumbrado encendido, también se observó que se requiere independizar circuitos ya que se habilitaron locales y no se independizó el circuito.

Se propone instalar sensores de presencia en las áreas necesarias donde la cantidad de luminarias así lo requiere, así también reforzar las áreas donde no se coloquen sensores con sensibilización de ahorro de energía, así como también se independizaran los circuitos que abarquen mas de un área específica.

- Almacén.

Después de realizar un análisis de las mejoras al alumbrado del almacén, se propone únicamente el cambio de luminarias de 2 x 75 W T-12 fluorescentes a lámparas de 2 x 32 W T-8, de acuerdo a los horarios en que el alumbrado se mantiene encendido no resulta costeable implementar el uso de sensores ni laminas traslucidas ya que se excede demasiado el periodo simple de recuperación, aunado a esto el personal del almacén tiene como costumbre apagar el alumbrado después terminar sus labores, se considera reubicar 2 lámparas las cuales se encuentran ubicadas arriba de las oficina y bodega del almacén, en las cuales no se aprovecha las iluminación de las mismas. En el patio del almacén se tienen reflectores con lámparas de 250 W, sin funcionar.

- Oficinas de Almacén, Bunker de Seguridad física y Taller de Subestaciones.

Después de realizar un análisis de las mejoras al alumbrado, se propone únicamente el cambio de lámparas y balastro (retrofit) a las luminarias de 2 x 39 W T-12 fluorescentes convirtiéndolas a 2 x 32 W T-8, esto en la oficina del almacén y el bunker, en el pasillo del almacén sustituir focos incandescentes por focos ahorradores. En el taller de Subestaciones, sustituir de 2 x 75 W T-12 por 2 x 59 W T-8.

Aire acondicionado.

Los equipos de aire acondicionado instalado en la caseta de control son de tipo minisplit se tienen siete equipos de los cuales se dejan en servicio cuatro de ellos alternándolos en forma manual, de igual forma en la sala de Comunicaciones se tiene un minisplit funcionando las 24 horas, en esta sala también se tiene un clima de

ventana con daño en el compresor al tratar de arrancar el compresor aumenta la corriente hasta 76.00 amperes, en la oficina de la sala de Comunicaciones el aire acondicionado no funciona por tener dañado el compresor, en el laboratorio de Protecciones se tiene un equipo minisplit, en el compresor se observa la tubería congelada, en el alojamiento del personal de Sedena, tienen dos equipo minisplit se observa que se tienen funcionando cuando el personal no se encuentra en el interior, en el Bunker se tiene un equipo de ventana dañado en su compresor funcionando incorrectamente, en el alojamiento de Seguridad física se tienen dos equipos minisplit uno de ellos esta dañado en su compresor.

Parámetros eléctricos.

De los datos tomados del medidor (OPH). El Factor de Potencia promedio se encuentra en 0.89, de acuerdo a la figura 4.6.5. Se considerara mejorar el factor de potencia hasta un 0.95 instalando un banco de capacitores.

5.2. Edificio oficinas generales en Coatzacoalcos.

Para el evaluación del potencial de ahorro de energía de igual forma se realizó un balance de energía con el objetivo de medir realmente, la cantidad de energía utilizada en los equipos instalados en el edificio, para esto se desarrolló el censo de equipos eléctricos y térmicos, la capacidad instalada y datos de consumo de energía, a continuación en la figura 5.2.1, se muestra una imagen del edificio de las oficinas generales de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos.



Figura 5.2.1 Edificio de las oficinas generales de la Subárea de Transmisión Coatzacoalcos.

Durante el recorrido por el edificio se hicieron mediciones a los equipos instalados que dependen del transformador tipo pedestal de 150 kVA, ubicado en el camellón de la avenida Rodríguez Malpica, esto con el fin saber como se utiliza y está distribuido el consumo de energía eléctrica en el edificio. Para esto se tomaron los tiempos de operación de los equipos instalados en el Transformador, de igual forma se utilizó la ecuación 5.1 anteriormente mencionada.

Se presenta un resumen de los equipos instalados y porcentaje de los consumos eléctricos del transformador de las oficinas generales, en la tabla 5.2.1 del mismo modo se muestran los Watthora eléctricos por la unidad de producción/día, en la figura 5.2.2.

Tabla 5.2.1 Resumen de los equipos instalados y porcentajes de consumos eléctricos en el transformador de las oficinas generales en Coatzacoalcos.

	Equipos:	%	Wh
		ELEC	Elec/prod
1	Aire acondicionado	67.87	0.496
2	Iluminación edificio	20.32	0.148
3	Equipo de computo e impresoras	3.71	0.027
4	Sala de Comunicaciones (equipos)	4.28	0.031
5	Sala de Control servidor (equipos)	2.71	0.020
6	Varios (Eq. Computo, enfriadores, ventiladores, microondas,etc).	1.11	0.008
	TOTAL	100.00	0.730

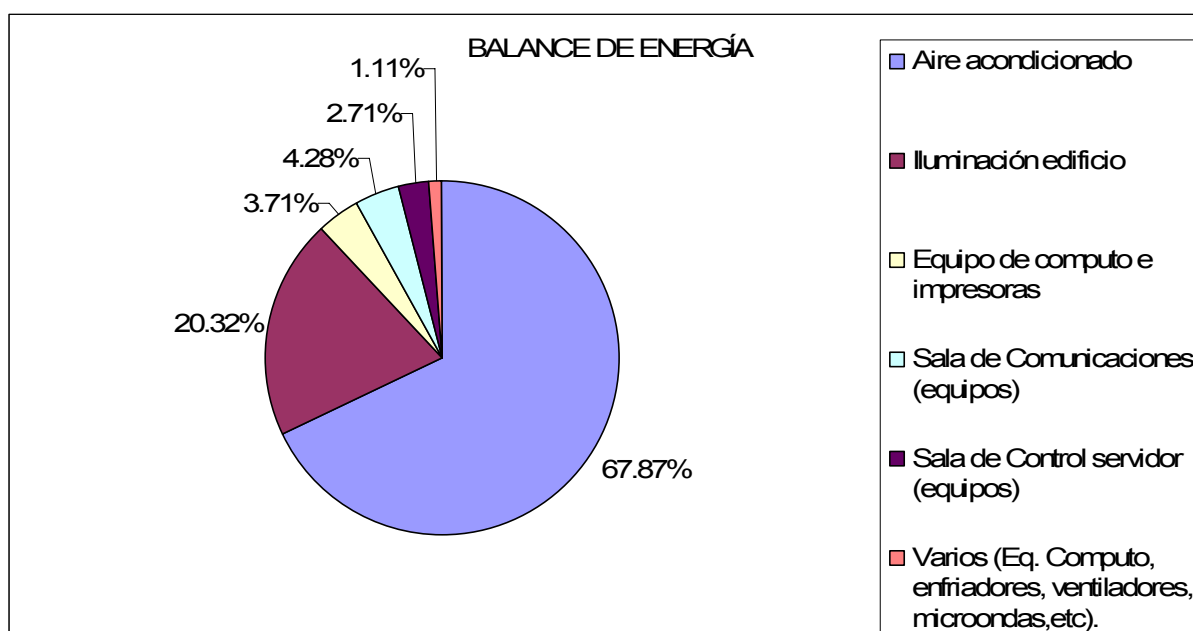


Figura. 5.2.2. (Balance de energía) Watthora eléctricos por la unidad de producción/día.

5.2.1 Identificación de oportunidades de ahorros Edificio oficinas generales en Coatzacoalcos.

Aire acondicionado.

Del balance de energía de la figura 5.2.2, se observa que el mayor porcentaje de consumo es en el Sistema de aire acondicionado, el cual esta formado por 10 equipos del tipo dividido y 18 equipos tipo minisplit como se mencionó en el inventario de la tabla 4.8.2. En la sala de equipos de Comunicaciones para el enfriamiento del equipo allí instalado se tienen 2 climas tipo minisplit, uno de ellos presenta daño en el compresor. En la sala de Servidores se tiene un equipo minisplit que esta en servicio las 24 horas y como respaldo el equipo tipo dividido que alimenta a la vez el área de pasillos, saliendo una derivación por el ducto para alimentar la sala de Servidores, quedando en servicio este equipo tipo dividido, enfriando el pasillo innecesariamente. También se tienen equipos tipo dividido que abastecen 2 cubículos, incluso uno que alimenta 4 cubículos, en estos casos cuando no se encuentran personas en el interior de algunos de estos locales compartidos o cuando labora alguna persona después del horario establecido, se enfrían los otros locales innecesariamente. Un equipo tipo minisplit esta instalado entre dos oficinas, cuando un personal no se encuentra en una de estas, el local se continua enfriando porque en la otra oficina si se requiere. En los pasillos se tienen instalados equipos tipo dividido, estas áreas son comunes para labores del personal de oficina, se observa que en el falso plafón se tienen las salidas para el retorno del aire acondicionado tipo dividido sin conexión directa al evaporador que se encuentra instalado entre el techo y el falso plafón, además se observa que los termostatos los manipula el personal sin ningún control, ya que se han encontrados algunos de estos a temperaturas de 0 a 10°C, de la misma forma en el termostato se tiene la opción para seleccionar en forma automática el arranque del evaporador en posición de “on” ó “off”, encontrándose comúnmente en la posición de “on” no permitiendo que salga ni que entre el evaporador de acuerdo a la temperatura establecida, incluso los aires

acondicionados del tipo dividido ubicados en los pasillos, se dejan encendidos después del horario normal de labores y ninguna persona en el lugar.

En alguna rejillas de salidas del equipo de aire acondicionado tipo dividido, se encuentran obstruidas con cintas u otro material, debido a que el personal siente demasiado frío y como es compartido por decir, para cuatro locales no se puede apagar.

Se tienen fugas de aire acondicionado por el falso plafón debido a que faltan piezas de este, también en donde se han colocado cables derivado de la instalación de nuevos equipos, al atravesar los cables por plafón no se sellan bien y se escapa el aire acondicionado.

Iluminación.

Estacionamiento

Las luminarias instaladas en el interior del estacionamiento son del tipo compactas ahorradoras de energía, de 40 y 45 W, y reflectores de 150 W, con fotoceldas, aunque se tienen algunas lámparas fundidas, se sugiere realizar un estudio para incrementar el nivel de iluminación, así como retirar los reflectores de 150 W, debido a que cuando el personal pasa por el estacionamiento estos se encienden e iluminan las áreas del vehículo y no en el pasillo, además se ha observado parte del alumbrado encendido durante el día, de lo anterior se propone instalar sensores de presencia en las áreas necesarias, así mismo reforzar las áreas donde no se coloquen sensores, con sensibilización de ahorro de energía por medio de pláticas hacia el personal.

Primer y Segundo piso.

Las luminarias instaladas en el interior del primer y segundo piso son del tipo fluorescentes T-12 con balastro electromagnético y difusor de acrílico tipo prismático, se tienen instalados 200 gabinetes tipo industrial entre el primer y segundo piso, colgados del techo hasta el falso plafón y 4 gabinetes en las escaleras, se ha encontrado el alumbrado encendido fuera del horario normal de labores sin alguna persona en el lugar, así también otra situación es en el horario normal de labores el personal no se encuentra en su área de trabajo deja el alumbrado encendido. También se observó que se requiere una redistribución de lámparas, independizar circuitos ya que se habilitaron locales y no se independizaron en su momento.

Se propone instalar sensores de presencia en las áreas necesarias donde la cantidad de luminarias así lo requiere, así también reforzar las áreas donde no se coloquen sensores con sensibilización de ahorro de energía, también se independizaran los circuitos que abarquen más de un área específica.

5.3 Desarrollo de las alternativas más atractivas en la Subestación Coatzacoalcos Dos.

5.3.1 Sistema de enfriamiento del Banco de Transformación T-1.

-Acciones inmediatas.

En la figura 5.2 en el balance de energía de la Subestación Coatzacoalcos Dos, se observó que el equipo que más consume energía eléctrica es el sistema de enfriamiento del Banco de Transformación, actualmente se encuentran en servicio las fases B, C y R, el sistema de enfriamiento de cada fase del transformador opera con los grupos 1 y 2 de ventiladores y bombas, a su vez cada grupo está formado por 8 ventiladores y 1 bomba, teniendo disponibles entre las tres fases para el enfriamiento del transformador T-1, un total de 48 ventiladores y 6 bombas de aceite. Se propone como acción inmediata en tanto se reajusta el sistema de enfriamiento

automatizado, por cada fase dejar en servicio 1 grupo de que consta de 8 ventiladores y 1 bomba, lo que tendría un ahorro de energía y en pesos como se detalla en las tablas de la 5.3.1.1 a la 5.3.1.3, el consumo que se tiene por cada grupo de ventiladores y bomba que se ponga en servicio se detalla en la tabla 5.3.1.4.

Tabla. 5.3.1.1 Situación actual sistema de enfriamiento del Banco T-1.

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL BANCO DE TRANSFORMACIÓN T-1.															
No.	Sistema de enfriamiento del banco.	Equipos	Num. De equipos	$\sqrt{3}$	voltaje	corriente	PF	Potencia del Area, kW	Tipo de control	Horas de Op. por día	Dias /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	3 fase 2 grupos	Bombas	5	1.7321	220	9.3	0.89	15.77	manual	24	30	12	136255	1.285	\$175,088
2	3 fase 2 grupos	Ventiladores	36	1.7321	220	1.52	0.89	18.56	manual	24	30	12	160341	1.285	\$206,039
Total			41					34.3					296,596		\$381,126

Tabla. 5.3.1.2 Propuesta como acción inmediata temporal del sistema de enfriamiento del Banco T-1.

PROPUESTA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL BANCO DE TRANSFORMACIÓN T-1.															
No.	Sistema de enfriamiento del banco.	Equipos	Num. De equipos	$\sqrt{3}$	voltaje	corriente	PF	Potencia del Area, kW	Tipo de control	Horas de Op. por día	Dias /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	3 fases 1 grupo	Bombas	3	1.7321	220	9.3	0.89	9.46	Manual	24	30	12	81753	1.285	\$105,053
2	3 fases 1 grupo	Ventiladores	24	1.7321	220	1.52	0.89	12.37	Manual	24	30	12	106894	1.285	\$137,359
Total			27					21.8					188647		\$242,412

Tabla. 5.3.1.3. Ahorros de energía grupo del sistema de enfriamiento del Banco T-1.

Ahorros de Energía y Económicos						
No.	Sistema de enfriamiento del banco.	Equipos	Num. De equipos	Ahorro en Demanda, kW	Ahorro en Consumo, kWh/año	Ahorro Económico \$/año
1	3 fases 1 grupo	Bombas	3	6.31	54,502	\$70,035
2	3 fases 1 grupo	Ventiladores	24	6.19	53,447	\$68,680
TOTAL			27	12.5	107,949	\$138,715

Tabla. 5.3.1.4. Consumos de energía y costos por cada grupo del sistema de enfriamiento del Banco T-1.

PROPUESTA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL BANCO DE TRANSFORMACIÓN T-1.															
	Sistema de enfriamiento del banco.	Equipos	Num. De equipos	$\sqrt{3}$	voltaje	corriente	PF	Potencia del Area, kW	Tipo de control	Horas de Op. por día	Dias /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	1 fase 1 grupo	Bomba	1	1.7321	220	9.3	0.89	3.15	Manual	24	30	12	27251	1.285	\$35,018
2	1 fase 1 grupo	Ventiladores	8	1.7321	220	1.52	0.89	4.12	Manual	24	30	12	35631	1.285	\$45,786
Total			9										62,882		\$80,804

5.3.2 Iluminación área operativa.

La iluminación en las áreas operativas, es la de segundo lugar en consumo de energía eléctrica, como indica la figura 5.2, en el balance de energía de la Subestación Coatzacoalcos Dos. Se propone instalar lámparas de vapor de sodio de alta presión de 400 Watts, para esto se utilizó el método de calculo de iluminación externa de Distancia entre luminarias, se explica a continuación. (Harper Enrique 2002, p.250) ^[7].

“La distancia entre luminarias o centros luminosos debe ser tal que la correspondencia de la proyección vertical del centro óptico de cada luminaria sobre la calle uniendo de alguna forma al centro luminoso de la luminaria continua”, esta distancia entre luminarias depende de la altura de montaje de los centros luminosos (H), de la uniformidad deseada en la iluminación y del grado de deslumbramiento tolerado. (Harper Enrique 2002, p.250) ^[7].

Altura de suspensión de la luminaria (H).- Es la distancia vertical entre el centro óptico de la luminaria y el plano de la calle área de circulación de vehículos.

Distancia entre postes (D).- también conocida como interdistancia o distancia entre luminarias, es la distancia entre dos centros luminosos sucesivos, medida en forma paralela al eje longitudinal de la calle.

El coeficiente de utilización, se define como la relación entre el flujo luminoso que incide sobre la calle (Φ_L), es decir: (Harper Enrique 2002, p.251) ^[7].

$$Nu = \frac{\Phi_u}{\Phi_L} \dots\dots\dots(5.3.1)$$

Donde :

Nu = Coeficiente de utilización, (dato de fabricante).

Φ_u = Flujo útil sobre la calle.

Φ_L = El flujo luminoso que cada luminaria debe emitir, que es un dato de fabricante.

Como la distribución es simétrica en las áreas operativas de la subestación, basta con calcular el alumbrado para una parte del área considerada.

En el área operativa de 115 kV, se considera que se va iluminar un área de 30 metros de ancho con luminarias instaladas en un solo lado del área, montadas en la estructura de 10.5 metros de altura y usando lámparas de vapor de sodio de alta presión de 400 Watts, con un flujo luminoso por lámpara (Φ_L) de 50000 lumen, y se desea obtener la iluminación media.

La relación L/H es de 30/10.5 = 2.85, entrando con este valor en la figura 5.3.2. Se entra a la curva cortando la correspondiente al lado de la calle y se encuentra que el coeficiente de utilización es de 46%, entonces el Nu = 0.46. El flujo útil sobre el patio se calcula como:

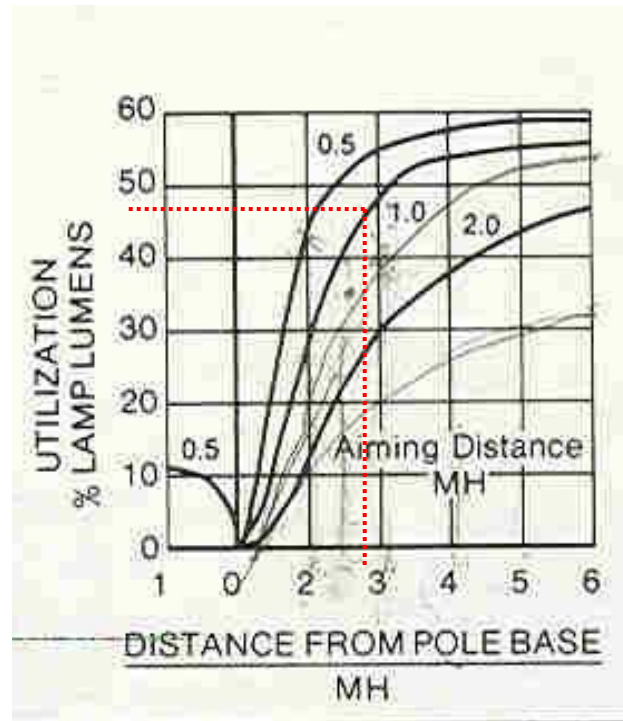


Fig. 5.3.2. Diagrama (Isopiescandela) para el reflector novalite II VSAP 400 W.

$$\Phi_u = \Phi L Nu = 50000 \times 0.46 = 23000 \text{ Lumen.}$$

Si se supone que la distancia entre luminarias es de 22 metros, la superficie por iluminar correspondiente a un centro luminoso aislado es:

$$S = D \times L = 22 \times 30 = 660 \text{ m}^2.$$

La iluminación media inicial es por lo tanto:

$$I_m = \frac{\Phi_u}{S} = \frac{23000}{660} = 34.8 \text{ Lux.}$$

a continuación en la figura 5.3.3, se muestra la ubicación de las luminarias propuestas para la áreas operativas de 115 kV, así mismo en la tabla 5.3.2.1., se muestra el número de lámparas a utilizar, su potencia, y nivel de iluminación alcanzado en cada área utilizando la método anteriormente comentado, respetando la misma altura de montaje de 10.50 metros.

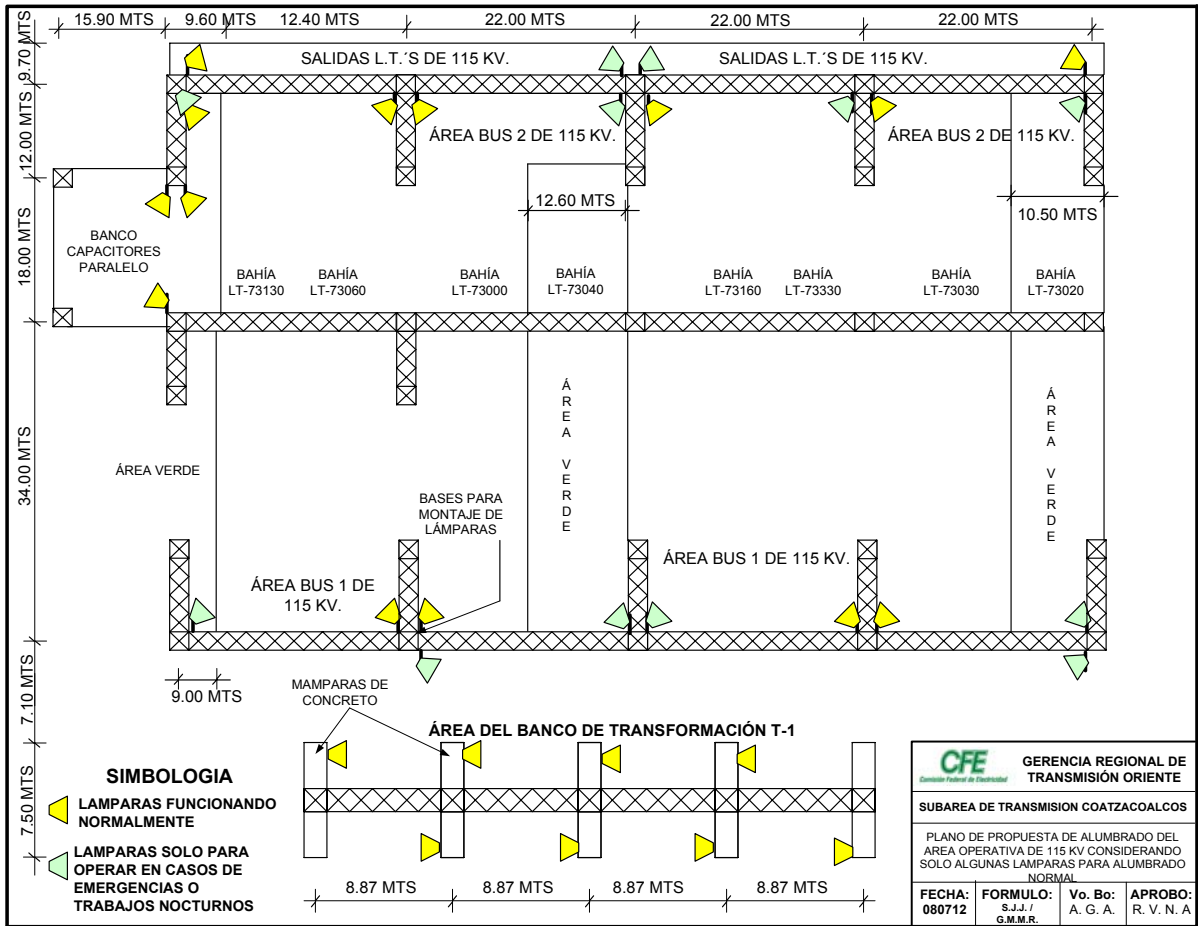


Figura. 5.3.3. Ubicación de luminarias propuestas área operativa de 115 kV.

Tabla. 5.3.2.1 Propuesta de iluminación del área de 115 kV S.E. Coatzacoalcos Dos.

	C1- 115 Kv (existente)	Bus 2 115 kV	Bus 1 115 kV	Banco T-1	Banco T-1 Mamparas (existentes)	Salida LT 115 kV	TOTAL
Superficie (m ²)	288	2640	2992	219	266	853	7258
Tipo de lámparas	VSAP	VSAP	VSAP	VSAP	WALL PACK	VSAP	-----
Número	4	8	8	2	8	4	34
Potencia (W/lámparas)	250	400	400	400	150	400	11000
Nivel de iluminación (luxes)	54	35	34	21	20	18	-----

En el área operativa de 400 kV, se considera que se va iluminar un área de 39.75 metros de ancho con luminarias instaladas en un solo lado del área, montadas en la estructura de 14.00 metros de altura y usando lámparas de vapor de sodio de alta presión de 400 Watts, con un flujo luminoso por lámpara (ΦL) de 50000 lumen, y se desea obtener la iluminación media.

La relación L/H es de $39.75/14.00 = 2.84$, entrando con este valor en la figura 5.3.2. Se entra a la curva cortando la correspondiente al lado de la calle y se encuentra que el coeficiente de utilización es de 45%, entonces el $Nu = 0.45$. El flujo útil sobre el patio se calcula como:

$$\Phi_u = \Phi L Nu = 50000 \times 0.45 = 22500 \text{ Lumen.}$$

Si se supone que la distancia entre luminarias es de 26 metros, la superficie por iluminar correspondiente a un centro luminoso aislado es:

$$S = D \times L = 26 \times 39.75 = 1,035.5 \text{ m}^2.$$

La iluminación media inicial es por lo tanto:

$$I_m = \frac{\Phi_u}{S} = \frac{22500}{1035.5} = 22.0 \text{ Lux.}$$

A continuación en la figura 5.3.4, se muestra la ubicación de las luminarias propuestas para la áreas operativas de 400 kV, así mismo en la tabla 5.3.2.2., se muestra el número de lámparas a utilizar, su potencia, y nivel de iluminación alcanzado para cada área utilizando la método anteriormente mencionado, respetando la misma altura de montaje de 14.00 metros. La altura de montaje original es a 16.00 metros, se considera colocar las luminarias a 14.00 metros, con la finalidad de proporcionar en el área mayor iluminación.

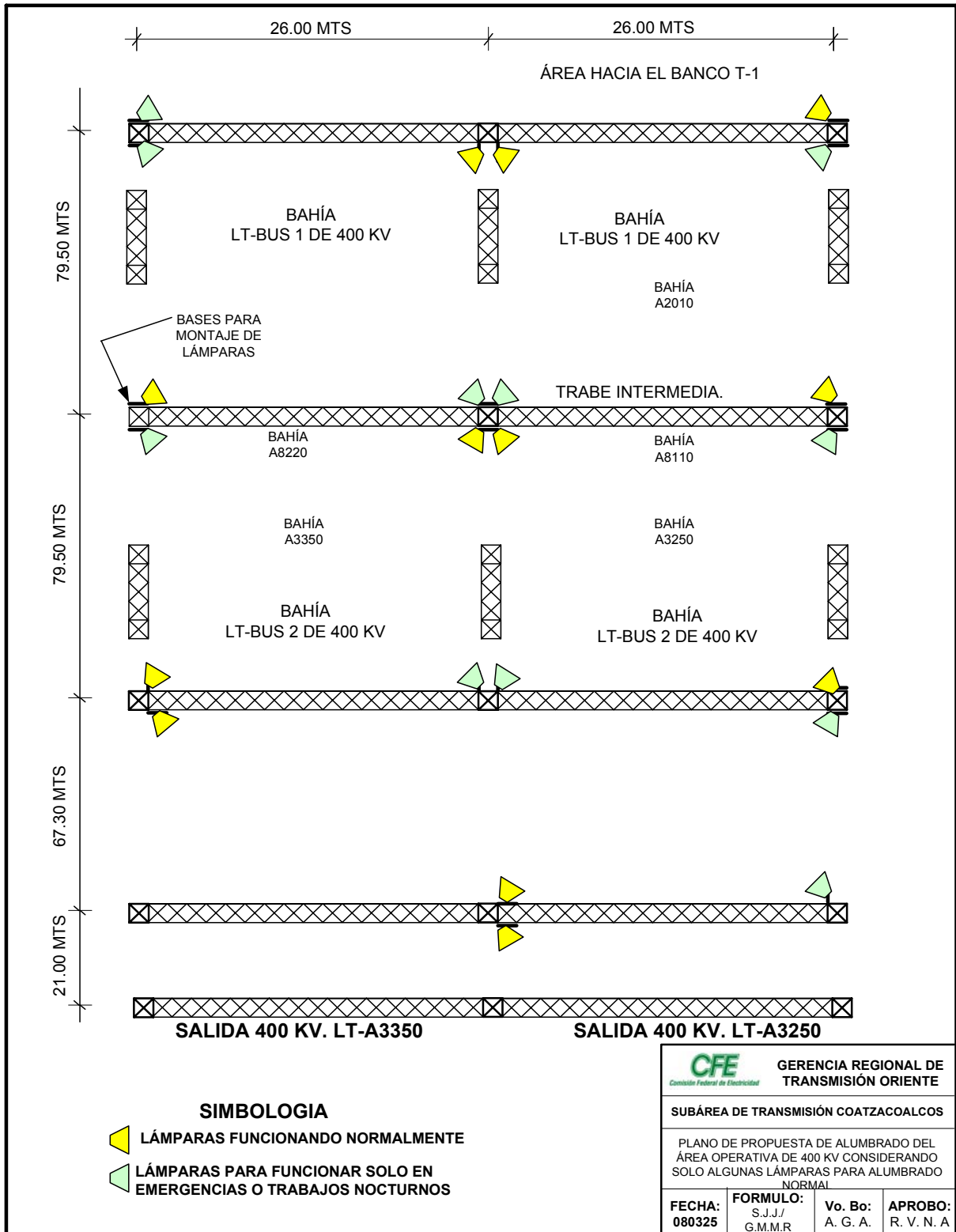


Figura. 5.3.4. Ubicación de luminarias propuestas área operativa de 400 kV

Tabla. 5.3.2.2 Propuesta de iluminación del área de 400 kV S.E. Coatzacoalcos Dos.

	Bus 1 400 kV	Banco T1	Trabe intermedia	Bus 2 400 kV	Salidas LT's 400	TOTAL
Superficie (m ²)	2067	1612	4134	2067	1369	11249
Tipo de lámparas	VSAP	VSAP	VSAP	VSAP	VSAP	----- --
Número	4	2	8	4	5	23
Potencia (W/lámparas)	400	400	400	400	400	9200
Nivel de iluminación (luxes)	22	22	22	22	22	----- -

En las tablas de la 5.3.2.3 a la 5.3.2.5, se muestra los consumos para la instalación de los sistemas de iluminación, así como las luminarias que se mantendrán encendidas en horas normales y en caso de emergencia y trabajos nocturnos, así como los ahorros económicos y tiempo de recuperación.

Tabla. 5.3.2.3. Evaluación instalación de iluminación áreas operativas S.E. CTS.

PROPUESTA INSTALACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION														
No.	Ubicación	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Factor balastro	Potencia del Lumin. W	Potencia del Area, kW	Tipo de control	Horas de Op. por día	Dias /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Alumbrado área de 115 Kv S.E. CTS	Lámparas de Vapor de Sodio de alta presión 400 Watts	Reflector	22	1.2	400	10.56	Breaker	12	30	12	45619.2	1.285	\$58,620.67
2	Alumbrado área de 400 Kv S.E. CTS	Lámparas de Vapor de Sodio de alta presión 400 Watts	Reflector	23	1.2	400	11.04	Breaker	12	30	12	47692.80	1.285	\$61,285.25
Total				45			21.6					93,312		\$119,905.92

Tabla. 5.3.2.4. Evaluación de la iluminación operando normalmente en las áreas operativas S.E. CTS.

PROPUESTA DE ILUMINACIÓN SOLO UNAS LAMPARAS ENCENDIDAS.															
No.	Ubicación.	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Factor balastro	Potencia del Lumin. W	Potencia del Area, kW	Tipo de control	MEJORA	Horas de Op. por día	Dias /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Alumbrado área de 115 Kv S.E. CTS	Lámparas de Vapor de Sodio de alta presión 400 Watts	Reflector	10	1.2	400	4.80	Breaker	Encender solo lámparas necesarias.	12	30	12	20736.00	1.285	\$26,645.76
2	Alumbrado área de 400 Kv S.E. CTS	Lámparas de Vapor de Sodio de alta presión 400 Watts	Reflector	11	1.2	400	5.28	Breaker	Encender solo lámparas necesarias.	12	30	12	22809.60	1.285	\$29,310.34
Total				21			10.1						43,546		\$55,956.10

Tabla. 5.3.2.5. Ahorros de energía y económicos de iluminación áreas operativas S.E. CTS.

Ahorros de Energía y Económicos									Inversión y PSR			
No.	Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Tipo de control	Ahorro en Demanda, kW	Ahorro en Consumo, kWh/año	Ahorro Económico \$/año	Precio unitario	Subtotal	Costo total	PR
1	Alumbrado área de 115 Kv S.E. CTS	Lámparas de Vapor de Sodio de alta presión 400 Watts	Reflector	22	fotocelda	5.76	24,883	\$31,975	\$3,439.50	\$75,669.00	\$75,669.00	2.37
2	Alumbrado área de 400 Kv S.E. CTS	Lámparas de Vapor de Sodio de alta presión 400 Watts	Reflector	23	fotocelda	5.76	24,883	\$31,975	\$3,439.50	\$79,108.50	\$79,108.50	2.47
TOTAL				45		11.5	49,766	\$63,950			\$154,777.50	2.42

5.3.3 Iluminación en casetas de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

La iluminación en los edificios y locales de la S.E. Coatzacoalcos Dos, es la de cuarto lugar en consumo de energía eléctrica, como indica la figura 5.2, en el balance de energía de la Subestación Coatzacoalcos Dos. Se propone instalar lámparas mas eficientes, aplicando el (retrofit), la colocación de sensores de presencia para controlar el encendido y apagado de iluminación en ciertas áreas, colocar lámparas adecuadas para alcanzar los niveles de iluminación establecidos, en las tablas de la 5.3.3.1 a la 5.3.3.3 se detallan las situación actual de iluminación, la situación propuesta y los ahorros de energía, económicos así como el tiempo de recuperación

Tabla. 5.3.3.1. Situación actual del sistema de iluminación casetas de la S.E. CTS.

SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACION														
No.	Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Factor balastro	Potencia del Lumin. W	Potencia del Área, kW	Tipo de control	Horas de Op. por día	Días /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Almacén	2 x 75 W Fluorescente	Canaleta	15	1.2	150	2.70	Breaker	6	16	12	3110.4	1.285	\$3,996.86
2	Oficinas almacén	2 x 39 W Fluorescente	Gabinete	4	1.2	87	0.42	Apagador	6	22	12	661.48	1.285	\$850.00
3	Pasillo almacén.	60 W incandescente	arbotante	2		60	0.12	Apagador	8	22	12	253.44	1.285	\$325.67
4	Alumbrado exterior almacen	250 W Luz mixta	Campana High bay	1		250	0.25	Breaker	12	30	12	1080.00	1.285	\$1,387.80
5	Alumbrado exterior almacen	250 W Luz mixta	Campana High bay	2		250	0.50	Breaker	12	30	12	2160.00	1.285	\$2,775.60
6	Caseta de control	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	26	1.08	118	3.31	Apagador	10	30	12	11928.38	1.285	\$15,327.97
7	Alumbrado perimetral caseta	60 W Incandescente	Arbotante	19		60	1.14	Breaker	14	30	12	5745.6	1.285	\$7,383.10
8	Laboratorio protecciones	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	4	1.08	118	0.51	Controlado con Apagador de caseta	8	22	12	1076.6131	1.285	\$1,383.45
9	Comedor	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	2	1.08	118	0.25	Apagador	4	22	12	269.15328	1.285	\$345.86
10	Interior tableros Duplex	20 w Ahorradora	Compacta	18		20	0.36	Apagador	4	20	12	345.6	1.285	\$444.10
11	Baño de hombres	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	2	1.08	118	0.25	Apagador	10	30	12	917.568	1.285	\$1,179.07
12	Cuarto de Maquina Auxiliar	focos incandescentes 60 W y de 22 W.	NA	2		88	0.18	Apagador	12	30	24	1520.64	1.285	\$1,954.02
13	Bunker Seguridad Fisica.	2 x 39 W Fluorescente	Gabinete	5	1.2	78	0.47	Apagador	24	30	12	4043.52	1.285	\$5,195.92
14	Alojamiento Sedena.	60 W incandescente	socket	14		60	0.84	Apagador	16	30	12	4838.4	1.285	\$6,217.34
15	Bodega taller Subestaciones.	2 x 75 W Fluorescente	Canaleta	3	1.2	150	0.54	Apagador	8	22	12	1140.48	1.285	\$1,465.52
16	Marquesina Seguridad Fisica	60 W incandescente	socket	6		100	0.60	Apagador	12	30	12	2592	1.285	\$3,330.72
17	Estacionamiento lado caseta.	60 W incandescente	socket	10		60	0.60	Apagador	12	30	12	2592	1.285	\$3,330.72
18	Estacionamiento lado sur	250 W Luz mixta	socket	3		250	0.75	Apagador	12	30	12	3240	1.285	\$4,163.40
	Total			138			13.8							\$61,057.13

Tabla. 5.3.3.2. Situación propuesta del sistema de iluminación casetas de la S.E. CTS.

SITUACION PROPUESTA DEL SISTEMA DE ILUMINACION															
No.	Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Factor balastro	Potencia del Lumin. W	Potencia del Área, kW	Tipo de control	Mejora	Horas de Op. por día	Días /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Almacén	2 x 59 W T8 fluorescentes	Canaleta	13	1.08	118	1.66	Breaker	RETROFIT	6	16	12	1908.54	1.285	\$2,452.48
2	Oficinas almacén	2 x 32 W Fluorescente	Gabinete	4	1.08	64	0.28	Apagador	RETROFIT	6	22	12	437.94	1.285	\$562.76
3	Pasillo almacén.	compacta 20	arbotante	2		20	0.04	Apagador	RETROFIT	8	22	12	84.48	1.285	\$108.56
4	Alumbrado exterior almacen	250 W vapor de sodio	Reflector	1	1.08	250	0.27	Fotocelda	ILUMINACIÓN ADECUADA.	8	30	12	777.60	1.285	\$999.22
5	Alumbrado exterior almacen	250 W vapor de sodio	Reflector	2	1.08	250	0.54	Breaker	SOLO EN EMERGENCIAS SE ENCENDERAN.	8	1	2	8.64	1.285	\$11.10
6	Caseta de control	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	26	1.08	118	3.31	Sensor 1con fotocelda, 5 sin fotocelda.	INSTALAR SENSORES DE PRESENCIA.	5	30	12	5964.19	1.285	\$7,663.99
7	Alumbrado perimetral caseta	compacta 20	Arbotante	19		20	0.38	Fotocelda	INSTALAR FOTOCELSDAS.	12	30	12	1641.60	1.285	\$2,109.46
8	Laboratorio protecciones	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	4	1.08	118	0.51	Sensor	INSTALAR SENSOR E INDEPENDIZAE CIRCUITOS.	3	22	12	403.73	1.285	\$518.79
9	Comedor	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	2	1.08	118	0.25	Sensor	INSTALAR SENSOR.	2	22	12	134.58	1.285	\$172.93
10	Interior tableros Duplex	20 W Ahorradora	Compacta	18		20	0.36	Sensor	INSTALAR SENSOR.	1	20	12	86.40	1.285	\$111.02
11	Baño de hombres	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	2	1.08	118	0.25	Sensor con fotocelda	INSTALAR SENSOR	2	30	12	183.51	1.285	\$235.81
12	Cuarto de Maquina Auxiliar	2 x 59 W T8 Fluorescente	Sobreponer	1	1.08	118	0.13	Apagador	ILUMINACIÓN ADECUADA.	0.5	2	12	1.53	1.285	\$1.97
13	Bunker Seguridad Física.	2 x 32 W Fluorescente	Gabinete	5	1.08	64	0.35	Apagador	RETROFIT	24	30	12	2985.98	1.285	\$3,836.99
14	Alojamiento Sedena.	compacta 20	socket	14		20	0.28	Apagador	INSTALAR	16	30	12	1612.80	1.285	\$2,072.45
15	Bodega taller Subestaciones.	2 x 59 W T8 fluorescentes	Canaleta	3	1.08	118	0.38	Breaker	RETROFIT	8	22	12	807.46	1.285	\$1,037.59
16	Marquesina Seguridad Física	compacta 20	socket	6		20	0.12	Apagador	INSTALAR	12	30	12	518.40	1.285	\$666.14
17	Estacionamiento lado caseta.	compacta 20	socket	10		20	0.20	Apagador	INSTALAR	12	30	12	864.00	1.285	\$1,110.24
18	Estacionamiento lado sur	compacta 45	socket	3		45	0.14	Apagador	INSTALAR	12	30	12	583.20	1.285	\$749.41
	Total			135			9.4								\$24,420.90

Tabla. 5.3.3.3. Ahorros de energía y económicos del sistema de iluminación casetas de la S.E. CTS.

Ahorros de Energía y Económicos									Inversión y PSR					
Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Num de sensores	Num de laminas	Ahorro en Demanda, kW	Ahorro en Consumo, kWh/año	Ahorro Económico \$/año	Precio unitario		Subtotal		Costo total	PR
									lamp	sensor	lamp	sensor		
Almacén	2 x 59 W T8 fluorescentes	Canaleta	13	NA	NA	1.04	1,202	\$1,544.39	\$362.00	NA	\$4,706	NA	\$4,706.00	3.05
Oficinas almacén	2 x 32 W Fluorescente	Gabinete	4	NA	NA	0.14	224	\$287.24	\$166.00	NA	\$664.00	NA	\$664.00	2.31
Pasillo almacén.	compacta 20	arbotante	2	NA	NA	0.08	169	\$217.11	\$45.00	NA	\$90.00	NA	\$90.00	0.41
Alumbrado exterior almacen	250 W Vapor de sodio	Reflector	1	NA	NA	-0.02	302	\$388.58	\$3,231.10	NA	\$3,231.10	NA	\$3,231.10	8.32
Alumbrado exterior almacen	250 W Vapor de sodio	Reflector	2	NA	NA	-0.04	2,151	\$2,764.50	\$3,100.00	NA	\$6,200.00	NA	\$6,200.00	2.24
Caseta de control	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	26	6	NA	0.00	5,964	\$7,663.99	NA	\$1,879.00	NA	\$11,274.00	\$11,274.00	1.47
Alumbrado perimetral caseta	compacta 20	Arbotante	19	2	NA	0.76	4,104	\$5,273.64	\$45.00	\$150.00	\$855.00	\$300.00	\$1,155.00	0.22
Laboratorio protecciones	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	4	1	NA	0.00	673	\$864.65	NA	\$1,879.00	NA	\$1,879.00	\$1,879.00	2.17
Comedor	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	2	1	NA	0.00	135	\$172.93	NA	\$1,879.00	NA	\$300.00	\$300.00	1.73
Interior tableros Duplex	20 W Ahorradora	Compacta	18	1	NA	0.00	259	\$333.07	NA	\$1,879.00	NA	\$1,879.00	\$1,879.00	5.64
Baño de hombres	2 x 59 W T8 Fluorescente	Empotrar	2	1	NA	0.00	734	\$943.26	NA	\$1,879.00	NA	\$1,879.00	\$1,879.00	1.99
Cuarto de Maquina Auxiliar	2 x 59 W T8 Fluorescente	Sobreponer	1	NA	NA	0.05	1,519	\$1,952.06	\$800.00	NA	\$800.00	NA	\$800.00	0.41
Bunker Seguridad Física.	2 x 32 W Fluorescente	Gabinete	5	NA	NA	0.12	1,058	\$1,358.93	\$166.00	NA	\$830.00	NA	\$830.00	0.61
Alojamiento Sedena.	compacta 20	socket	14	NA	NA	0.56	3,226	\$4,144.90	\$45.00	NA	\$630.00	NA	\$630.00	0.15
2 x 59 W T8 fluorescentes	2 x 59 W T8 fluorescentes	Canaleta	3	NA	NA	0.16	333.02	\$427.93	\$362.00	NA	\$1,086.00	NA	\$1,086.00	2.54
Marquesina Seguridad Física	compacta 20	socket	6	NA	NA	0.48	2,074	\$2,664.58	\$45.00	NA	\$270.00	NA	\$270.00	0.10
Estacionamiento lado caseta.	compacta 20	socket	10	NA	NA	0.40	1,728.00	\$2,220.48	\$45.00	NA	\$450.00	NA	\$450.00	0.20
Estacionamiento lado sur	compacta 45	socket	3	NA	NA	0.62	2,657	\$3,413.99	\$85.00	NA	\$255.00	NA	\$255.00	0.07
TOTAL			135			4.3	17,436	\$36,636.23					\$37,578.10	1.03

5.3.4. Iluminación banco de baterías.

En el local del banco de baterías al haber realizado el estudio de iluminación se detectó un nivel bajo de iluminación, y el tipo de lámparas instaladas no son las adecuadas para este local, por lo que se realizó un estudio de iluminación, donde se calculó el número de luminarias necesarias para aumentar el nivel de iluminación a los niveles recomendables.

Para esto se utilizó el método de cálculo de alumbrado para interiores y está basado en la definición de lux, que es igual a un lumen por metro cuadrado, los pasos a seguir se mencionan a continuación.

Las dimensiones del local del banco de baterías son de 6.00m de ancho, 8.00m de largo y altura de 3.36m, Se considera una reflectancia de 80% para el techo, de 50% para las paredes y 20% para el piso. Se proponen “luminarias a prueba de vapor y gas protegidos de daño físico por barreras” de acuerdo a la (NOM-001 STPS 2000). Se instalarán de “vapor de sodio de alta presión tipo contra explosión, volts 127, 150 Watts,” datos tomados del catálogo catálogo Appleton, del índice F1-4 página 4, estas lámparas estarán colgadas en el techo. La altura del plano de trabajo se considera a 0.85m, Por lo tanto la cavidad del local es de 2.51m,

- Determinación del nivel de iluminación requerido.

Se toma de la (tabla 2.10.1). NOM-001-SEDE-2005 el nivel mínimo para Cuarto de baterías es de 110 lux .

- Determinación del coeficiente de utilización.

El coeficiente de utilización es el cociente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo (plano horizontal a 75 cms del suelo), y los totales generados por la lámpara, “en este factor se toma en cuenta la eficacia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes, techo y

suelo” (N. Bratu y E. Campero. 1995, p 28) ^[13]. para nuestro caso se tomo el plano horizontal a 85 cms del suelo.

Este efecto se considera mediante la relación de la cavidad del local (RCL) que se define como sigue:

$$RCL = \frac{5H \text{ (largo + ancho)}}{\text{largo x ancho}} \dots\dots\dots(5.3.4.1)$$

donde: H= altura de cavidad

$$RCL = \frac{5 \times 2.51(8 + 6)}{8 \times 6} = 3.66$$

Para obtener el coeficiente de utilización se entra a la tabla 5.3.4.1 las reflectancias base piso 20%, techo del 80% y de paredes del 50% y con el valor de la relación de la cavidad del local (RCL) de 3.66, se observa que no se tiene un valor de RCL de 3.66 pero si se tiene entre 3 y 4, por lo que el coeficiente esta entre de .53 y .46, se puede considerar este coeficiente de utilización para esta luminarias de 0.49.

Tabla 5.3.4.1 Coeficiente de utilización.

Coefficients of Utilization, Zonal Cavity Method																			
% Floors	R _{fc}	20																	
% Ceiling	R _{cc}	80				70				50			30			10		0	
% Walls	R _w	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Room Cavity Ratio	0	.94	.94	.94	.94	.88	.88	.88	.88	.77	.77	.77	.67	.67	.67	.57	.57	.57	.53
	1	.81	.75	.70	.65	.75	.70	.65	.61	.60	.56	.53	.51	.48	.45	.43	.40	.38	.34
	2	.71	.62	.55	.46	.66	.58	.51	.45	.49	.44	.39	.41	.37	.33	.34	.31	.28	.24
	3	.64	.53	.45	.38	.59	.49	.41	.35	.42	.36	.30	.35	.30	.26	.28	.25	.21	.18
	4	.58	.46	.37	.30	.53	.42	.34	.28	.36	.30	.24	.30	.25	.21	.24	.20	.17	.14
	5	.52	.40	.31	.24	.48	.37	.29	.23	.31	.24	.19	.26	.20	.18	.21	.17	.13	.10
	6	.47	.35	.26	.20	.44	.32	.24	.19	.27	.21	.16	.23	.17	.13	.18	.14	.11	.08
	7	.44	.31	.23	.17	.40	.29	.21	.16	.24	.18	.13	.20	.15	.11	.16	.12	.08	.05
	8	.40	.28	.20	.15	.37	.26	.18	.13	.22	.16	.11	.18	.13	.09	.14	.10	.07	.05
	9	.37	.24	.17	.12	.34	.23	.16	.11	.19	.14	.10	.16	.11	.08	.13	.09	.06	.04
	10	.34	.23	.16	.11	.32	.21	.14	.10	.18	.12	.08	.15	.10	.07	.12	.08	.05	.03

Spacing Criteria: Adjacent =2.8 Diagonal =2.0

Para determinar el factor de pérdidas totales de luz se considera que: el rendimiento de la reactancia es de 0.95, el factor de caída de tensión de 1.0, el factor por las variaciones de reflectancia de la luminaria de 0.98, no se admiten lámparas fundidas por lo que el factor correspondiente es de 1.0; no hay corrección por cambio de temperatura ambiente; la luminaria no forma parte del sistema de ventilación o aire acondicionado, por lo que el factor de intercambio de calor es de 1.0; el factor de disminución de la emisión luminosa de la lámpara es de 0.8; la degradación por suciedad es de 0.86 (determinada en la figura 5.3.4.1, como ejemplo se tomo del libro de referencia para la luminaria de categoría I en la curva de "sucio industrias" para una periodicidad de limpieza anual) , el producto de todos los elementos da por resultado un factor de 0.64 (N. Bratu y E. Campero. 1995, p 34) ^[13].

Grados de suciedad:

- Muy limpio: Laboratorios y hospitales.
- Limpio: Escuelas, oficinas y viviendas.
- - - Medio: Oficinas dentro de fábricas.
- - - Sucio: Industrias.
- - - Muy sucio: Procesos altamente contaminantes.

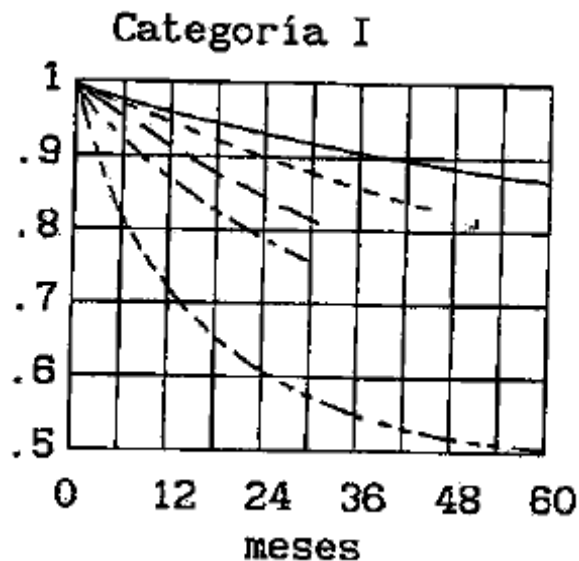


Figura 5.3.4.1. Grafica de factor de degradación.

Ahora considerando que la emisión luminosa de cada lámpara es de 1800 lúmenes y que cada luminaria tiene una lámpara (información proporcionada por el fabricante de cada luminaria Appleton, modelo MLAL152G1G), para determinar el número de luminarias se aplica la siguiente formula:

$$N = \frac{E * S}{\phi * I * CU * FTP} \dots\dots\dots(5.3.4.2)$$

donde:

N = Número de luminarias o unidades de alumbrado

E = iluminación requerida

S = Superficie

Φ = Flujo luminoso por lámpara

I = Número de lámparas por luminarias.

$$N = \frac{110 * 48}{1800 * 1 * 0.49 * 0.64} = 9.35$$

Si se decide instalar 9 luminarias de una lámparas en tres filas, de acuerdo a la formula 5.3.4.3 el nivel luminoso resulta:

$$E_e = \frac{N_e * I * \phi * CU * FTP}{S} \dots\dots\dots(5.3.4.3)$$

donde:

E_e = Iluminación resultante según nueva especificación.

N_e = Número de luminarias de la nueva especificación.

$$E_e = \frac{9 * 1 * 1800 * 0.49 * 0.64}{48} = 106\text{lux}$$

La diferencia entre este resultado y el planteamiento original de 110 lux se considera aceptable.

Adicional se propone en el local de las baterías habilitar una ventana, hacia el lado patio, de 7.53 x 0.60 metros y a una altura del nivel de piso de 2.60 metros, esto con la finalidad de tener una iluminación natural adecuada durante el día, (NOM-001 STPS 2000).

Las oportunidades de ahorro se presentan una vez instaladas las luminarias a prueba de vapor y gas protegidos de daño físico por barreras, porque una vez instaladas y con un uso inadecuado éstas, se consumiría mas energía eléctrica debido a que ya son de mayor capacidad por la normativa establecida para el local de las baterías de plomo acido, en las tablas 5.3.4.2 a la 5.3.4.4. se presenta la situación actual ya con las lámparas propuestas en el proyecto arriba mencionado, así como las propuestas de mejora, la de habilitar una ventana hacia el lado patio de 7.53 x 0.60 metros a una altura del nivel de piso de 2.60 metros, esto con la finalidad de tener una iluminación natural adecuada durante el día, así como instalar sensor de presencia con fotocelda.

Tabla. 5.3.4.2. Situación actual iluminación local del banco de baterías de la S.E. CTS.

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN														
No.	Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Factor balastro	Potencia del Lumin. W	Potencia del Área, kW	Tipo de control	Horas de Op. por día	Dias /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
	Banco de baterías.	Vapor de sodio 150 W	compacta	9	1.2	150	1.62	Apagador	5	30	12	2916	1.285	\$3,747.06
	Total			9			1.6							\$3,747.06

Tabla. 5.3.4.3. Situación propuesta iluminación local del banco de baterías de la S.E. CTS.

SITUACION PROPUESTA DEL SISTEMA DE ILUMINACION															
No.	Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Factor balastro	Potencia del Lumin. W	Potencia del Área, kW	Tipo de control	Mejora	Horas de Op. por día	Días /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
	Banco de baterías.	Vapor de sodio 150 W	Contra explosión	9	1.2	150	1.62	Apagador	Habilitar una ventana y colocar sensor de presencia.	0.2	30	12	116.64	1.285	\$149.88
	Total			9			1.6								\$149.88

Tabla. 5.3.4.4. Ahorros de energía y económicos iluminación local del banco de baterías de la S.E. CTS.

Ahorros de Energía y Económicos										Inversión y PSR					
No.	Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Num de sensores	mano obra civil y material	Ahorro en Demanda, kW	Ahorro en Consumo, kWh/año	Ahorro Económico \$/año	Precio unitario		Subtotal		Costo total	PR
										sensor	mano obra civil y material	sensor	mano obra civil y material		
	Banco de baterías.	Vapor de sodio 150 W	Contra explosión	9	1	1	0.00	2,799	\$3,597.18	\$1,879.00	\$8,000.00	\$1,879.00	\$8,000.00	\$9,879.00	2.75
	TOTAL			9			0.0	2,799	\$3,597.18					\$9,879.00	2.75

5.3.5 Aire acondicionado.

Para la evaluación del aire acondicionado se realizó la metodología del balance térmico en una edificación, mencionada anteriormente en el punto 3.3.1. se evaluaron las casetas y oficinas dentro de la instalación, a continuación se muestra en la tabla 5.3.5.1 de los resultados de las toneladas de refrigeración necesarias de para en los locales en mención.

Tabla 5.3.5.1 Relación de la capacidad necesaria de aire acondicionado para locales SE CTS.

No.	UBICACIÓN	Qt. TONELADAS DE REFRIGERACIÓN.
1	Sala de Control	10.18
2	Sala equipos de Comunicaciones	2.21
3	Oficina de Subestaciones.	1.01
4	Oficina de Comunicaciones	0.80
5	Laboratorio de Protecciones.	1.32
6	Almacén.	0.79
7	Sedena (dormitorio)	1.89
8	Sedena (comandante)	0.85
9	Seguridad Física.(dormitorio)	1.96
10	Seguridad Física.(Comandancia).	0.98
11	Bunker	1.24

Del estudio realizado se observa que en la caseta de control se tienen demasiados equipo minisplit en funcionamiento, por lo que se recomienda dejar en funcionamiento solo dos de ellos, así como retirar o reubicar el que se encuentra atrás del tablero de servicios propios debido a que esta mal ubicado. En el caso del alojamiento del personal de Sedena, es recomendable acondicionar esta área con cancel o muro, debido a que el área del dormitorio esta junto al comedor y pasillos el aire acondicionado no es suficiente para toda esa área. En el caso del laboratorio de Comunicaciones el clima tipo minisplit esta sobredimensionado por lo que se recomienda utilizarlo solo de respaldo e instalar uno de menor capacidad para su uso constante, así como independizar la oficina Comunicaciones del laboratorio con una puerta. En el caso del dormitorio del alojamiento del personal de Seguridad Física, con solo un equipo abastecen toda esta área, también es recomendable independizar el área del dormitorio ya que el aire escapa hacia el pasillo. Además es conveniente reforzar con platicas al personal de Seguridad, en temas de ahorro de energía.

A continuación se muestra en las tablas de la 5.3.5.2 a la 5.3.5.4, la situación actual así como las propuestas de reemplazo del sistema de enfriamiento para los locales en donde es necesario, también los ahorros económicos y tiempo de recuperación.

Tabla. 5.3.5.2. Situación actual del sistema de aire acondicionado en las casetas de la S.E. CTS.

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LA S.E. COATZACOALCOS DOS.															
No.	Ubicación	tipo /Capacidad	Num. De equipos	$\sqrt{3}$	voltaje	corriente	PF	Potencia del Area, kW	Tipo de control	Horas de Op. por día	Días /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Sala de Control	minisplit 60,000	4	1.7321	220	16	0.89	21.71	manual	24	30	12	187534	1.285	\$240,981
2	Sala de Comunicaciones	minisplit 60,000	1	1.7321	220	16	0.89	5.43	manual	24	30	12	46883	1.285	\$60,245
3	Sala de Comunicaciones	ventana 24,000 (dañado)	1	1.7321	220	11.6	0.89	3.93	manual	24	30	12	33990	1.285	\$43,678
4	Oficina de Comunicaciones	ventana 24,000	1	1.7321	220	11.6	0.89	3.93	manual	2	30	12	2833	1.285	\$3,640
5	Bunker	ventana 24,000 (dañado)	1	1.7321	220	14	0.89	4.75	manual	24	30	12	41023	1.285	\$52,715
7	dormitorio SEDENA	ventana 24,000 (dañado)	1	1.7321	220	12.6	0.89	4.27	manual	24	30	12	36921	1.285	\$47,443
	Total		9					44.0					349,184		\$448,701

Tabla. 5.3.5.3. Situación propuesta del sistema de aire acondicionado en las casetas de la S.E. CTS.

PROPUESTA DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LA S.E. COATZACOALCOS DOS.																
	Ubicación	tipo /Capacidad propuesta	Num. De equipos	$\sqrt{3}$	voltaje	corriente	PF	Potencia del Area, kW	Tipo de control	MEJORA	Horas de Op. por día	Días /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Sala de Control	minisplit 60,000	2	1.7321	220	16	0.89	10.85	Manual	Encender solo A.A necesarios	24	30	12	93767	1.285	\$120,490
2	Sala de Comunicaciones	minisplit 60,000	1	1.7321	220	16	0.89	5.43	Manual	Utilizar solo como respaldo	24	30	1	3907	1.285	\$5,020
3	Sala de Comunicaciones	minisplit de 24,000	1	1.7321	220	11	0.89	3.73	Manual	Utilizar normalmente	24	30	12	32232	1.285	\$41,419
4	Oficina de Comunicaciones	minisplit de 12,000	1	1.7321	220	5.1	0.89	1.73	Manual		2	30	12	1245	1.285	\$1,600
5	Bunker	minisplit de 18,000	1	1.7321	220	8	0.89	2.71	Manual	Reemplazar	24	30	12	23442	1.285	\$30,123
7	dormitorio SEDENA	minisplit de 24,000	1	1.7321	220	12.6	0.89	4.27	Manual	instalar cancel	12	30	12	18460	1.285	\$23,722
	Total		7					28.7						173054		\$222,374

Tabla. 5.3.5.4. Ahorros de energía y económicos de sistema de aire acondicionado en las casetas de la S.E. CTS.

Ahorros de Energía y Económicos							Inversión y PSR			
No.	Ubicación	tipo /Capacidad propuesta	Num. De equipos	Ahorro en Demanda, kW	Ahorro en Consumo, kWh/año	Ahorro Económico \$/año	Precio unitario	Subtotal	Costo total	PR
1	Sala de Control	minisplit 60,000	2	10.85	93,767	\$120,490	0	0	0	0.00
2	Sala de Comunicaciones	minisplit 60,000	1	0.00	42,976	\$55,225	0	0	0	0.00
3	Sala de Comunicaciones	minisplit de 24,000	1	0.20	1,758	\$2,259	8032	8032	8032	3.56
4	Oficina de Comunicaciones	minisplit de 12,000	1	2.20	1,587	\$2,040	4930	4930	4930	2.42
5	Bunker	minisplit de 18,000	1	2.03	17,581	\$22,592	7000	7000	7000	0.31
7	dormitorio SEDENA	instalar cancel	1	0.00	18,460	\$23,722	25000	25000	25000	1.05
TOTAL			7	15.3	176,130	\$226,327			44962	0.20

5.3.6 Factor de Potencia.

Para la evaluación del factor de potencia se utilizó la metodología explicada anteriormente en el punto 3.5.2. El factor de potencia se determinó a través del consumo global de energía de las mediciones obtenidas del medidor (OPH) Omnipotencihorimetro instalado en la Subárea, que se muestra a continuación en la tabla 5.3.6.1

Tabla.- 5.3.6.1.- Mediciones del medidor (OPH) de la S.E. Coatzacoalcos Dos.

S.E. COATZACOALCOS DOS.				
Lecturas tomadas del impreso del OPH,				
	Dem. Max	Consumo	Consumo	Consumo
	KW	KWh	KVARh	KVAh
Ene-07	89.21	49334.64	27225	56393
Feb-07	93.80	46780.15	25848	53506
Mar-07	98.42	56777.43	29244	63915
Abr-07	97.63	50531.88	21112	54781
May-07	98.14	55580.69	29655	63059
Jun-07	96.67	55229.38	29068	62458
Jul-07	99.33	59311.86	31374	67149
Ago-07	95.52	56833.56	30937	64754
Sep-07	89.82	50732.64	26939	57484
Oct-07	94.13	50952.21	27269	57831
Nov-07	95.45	51728.77	28871	59284
Dic-07	91.63	55961.03	29663	63374
promedio mensual	94.98	53312.85	28100	60332.33

Con las mediciones obtenidas, se tiene considera la demanda máxima de 94.98 KW, y un consumo mensual promedio de 53 312.85 kWh. Con estos dos valores se puede conocer el factor de potencia con la formula siguiente:

$$\text{Factor de Potencia} = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} = \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kVAh}} \right]$$

$$FP = \frac{53,312.83}{60,332.33} = 0.88$$

Para determinar la capacidad del banco de capacitares serie se puede utilizar la ecuación siguiente:

$$Q_c = P [\tan * \cos^{-1} fp_1 - \tan * \cos^{-1} fp_2]$$

Donde:

Qc= Potencia del capacitor a instalar en KVAR.

P = La potencia o demanda máxima.

$\cos \phi_1$ = es el valor del factor de potencia real.

$\cos \phi_2$ = es el valor del factor de potencia mejorado

$$Q_c = 94.98[\tan * \cos^{-1}0.88 - \tan * \cos^{-1}0.95] = 20.04 \text{ kVAr}$$

Costos por conceptos de energía:

- Por demanda = $94.98 \text{ kW} \times \$ 125.00 = 11,872.50 \text{ \$/kW}$.
- Por consumo = $53\ 312.85 \text{ kWh} \times \$1.285 = 68,506.98 \text{ \$/kWh}$.
- Al mes = $\$ 80, 379.48$

Para determinar los cargos y bonificaciones por factor de potencia, se explica como sigue:

$$\% \text{ de recargo} = \frac{3}{5} * \left(\frac{0.90}{0.88} \right) - 1 = 0.0136$$

Importe de cargo = Factor de cargo x costos energéticos.

$$\begin{aligned} &= 0.0136 \times 80, 379.48 \\ &= 1, 093.16 \end{aligned}$$

$$\% \text{ de bonificación} = \frac{1}{4} * \left(1 - \frac{0.90}{0.95} \right) = 0.0132$$

Importe de la bonificación = Factor de Bonificación x Costos Energéticos.

$$\begin{aligned} &= 0.0132 \times 80, 379.48 \\ &= 1,056.99 \end{aligned}$$

Total del importe de cargo y bonificación = $\$2, 150.15$

Si se considera el costo del capacitor a instalar de 240 USD.

El precio de dólar a \$14.00.

Costo de la instalación 30%.

La inversión es = 220 USD x \$14.00 x 1.3 = \$4, 004.00

El periodo de retorno es la inversión entre los beneficios esperados.

$$PB = \frac{C}{B} = \frac{\$4,004.00}{\$2,150.15} = 1.86 \text{ año}$$

5.4 Desarrollo de las alternativas más atractivas en las oficinas generales Coatzacoalcos.

5.4.1. Aire acondicionado.

Para la evaluación del aire acondicionado se realizó la metodología del balance térmico en una edificación, mencionada anteriormente en el punto 3.3.1. se evaluó cada cubículo del edificio de las oficinas generales, a continuación se muestra la evaluación realizada en la sala de juntas, así como los resultados de las toneladas de refrigeración necesarias para este cubículo.

Intercambio térmico por muros y techumbre.

La ganancia y pérdida de calor para muros y techos se expresa como sigue:

$$Q_m = U_m A_m (T_{amb} - T_{in}) \text{ [Watts]}$$

$$Q_t = U_t A_t (T_{sa} - T_{in}) \text{ [Watts]}$$

donde:

U= coeficiente global de transferencia de calor para el muro (m) o el techo (t) [W/m² °C].

A = área del sistema considerado [m²].

T_{amb} = temperatura ambiente o de entorno exterior del muro [C°].

T_{in} = temperatura interior [°C].

T_{sa} = temperatura sol-aire [°C].

El coeficiente global de transferencia de calor (U), se calcula con la ecuación:

$$U = 1 / \left(\frac{1}{h_o} + \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_i} \right)$$

Donde:

h_o = coeficiente de convección = 5.7 + 3.8 V_v [W/m² °C], :

V_v = velocidad del viento [m/s].

h_i = coeficiente de convección que depende del aire interno. Para aire sin movimiento su valor es de 9.36 W/m² °C.

e_i = espesor del material i [m].

k_i = conductividad térmica del material i [W/m °C].

Ganancia de calor para muros:

Dimensiones del local

Ancho	Largo	Altura
6.53	6.90	2.60

$$U = 1 / \left(\frac{1}{h_o} + \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i} + \frac{1}{h_i} \right)$$

$$Q_m = U_m A_m (T_{amb} - T_{in})$$

A =	68.04	m ² Área de muros
T _{am}	29	°C
T _{in}	21	°C
V _v	0.833	m/s
h _o	8.87	W/m ²
h _i	9.36	W/m °C
e _i	0.15	m
k _i	0.69	W/m °C (Ladrillo)
U _m	2.2882	W/m ² °C
Q _m	1245.43	Watts

Ganancia de calor para techos:

La temperatura sol-aire (T_{sa}), Se calcula con la siguiente ecuación:

$$T_{sa} = T_{amb} + [(1/h_{oi})(\epsilon I_H + \alpha DR)]$$

Donde:

h_{oi} = coeficiente mixto de transferencia de calor por convección (h_o) y radiación (h_{ir}) [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$].

ϵ = emitancia de la superficie, adimensional.

α = absorptancia de la superficie, adimensional.

I_H = intensidad de la radiación solar sobre una superficie horizontal (W/m^2).

DR = diferencia entre la radiación de onda larga, que proviene del cielo y medio ambiente y que incide sobre la superficie, y la emitida por un cuerpo negro a la temperatura ambiente ($DR = 0$ para superficies verticales).

$h_{ir} = 5.6 W/m^2 \text{ } ^\circ C @ 20^\circ C$.

El valor de la diferencia de radiación se calcula como sigue:

$$DR = \sigma \{ [(1 + \cos y) / 2] * [T_{ci}^4 - T_{amb}^4] \} + \{ [(1 + \cos y) / 2] * [T_{air}^4 - T_{amb}^4] \}$$

donde:

y = ángulo de inclinación del techo. Si es horizontal, $y=0$.

$T_{ci} = 0.0552 T_{amb}^{1.5}$, Temperatura del cielo ($^\circ C$),

$T_{air} = T_{air} = T_{amb} + 10$ temperatura de los alrededores ($^\circ C$).

$$\begin{aligned}
 A_t &= 45.06 \text{ m}^2 \\
 T_{am} &= 29 \text{ }^\circ\text{C} \\
 T_{in} &= 21 \text{ }^\circ\text{C} \\
 V_v &= 0.833 \text{ m/s} \\
 h_o &= 8.87 \text{ W/m}^2 \\
 h_i &= 9.36 \text{ W/m }^\circ\text{C} \\
 e_i &= 0.07 \text{ m} \\
 k_i &= 0.29 \text{ W/m }^\circ\text{C (Ladrillo)} \\
 U_t &= 2.17 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \\
 U &= 1 / \left(\frac{1}{h_o} + \left(\sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i} \right) + \frac{1}{h_i} \right) \\
 DR &= \sigma \left\{ \left[\frac{(1 + \cos y)}{2} \right] * [T_{ci}^4 - T_{amb}^4] \right\} + \left\{ \left[\frac{(1 + \cos y)}{2} \right] * [T_{air}^4 - T_{amb}^4] \right\} \\
 &\quad \text{hir } 5.6 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C. @ } 20^\circ\text{C} \\
 h_{oi} &= h_o + h_{ir} = 14.47 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \\
 \epsilon &= 0.5 \\
 \alpha &= 0.6 \\
 I_H &= 800 \text{ W/m}^2 \\
 y &= 0 \text{ (}^\circ\text{), si es techo horizontal, } y=0. \\
 T_{air} &= T_{amb} + 10 = 39 \text{ Temperatura alrededores} \\
 T_{ci} &= 0.0552 T_{amb}^{1.5} = 8.62 \\
 \sigma &= 5.5703\text{E-}08 \text{ constante de Stefan Boltzmann}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DR &= 0.05 \\
 T_{sa} &= T_{amb} + \left[\left(\frac{1}{h_{oi}} \right) (\epsilon I_H + \alpha DR) \right] \\
 T_{sa} &= 56.65 \\
 Q_t &= U_t A_t (T_{sa} - T_{in}) \\
 Q_t &= 3484.65 \text{ Watts}
 \end{aligned}$$

Contribuciones energéticas para ventanas.

Para calcular la ganancia de calor a través de las ventanas se empleó la siguiente ecuación:

$$Q_{rv} = U_v A_v (T_{amb} - T_{in})$$

Donde:

U_v = coeficiente global de transferencia de calor.

A_v = área de la ventana.

k_i = conductividad térmica del material i , (J.P. Holman, 1998 p. 440)

	$Av =$	1.80	Área de ventana
	$T_{am} =$	29	°C
	$T_{in} =$	21	°C
	$V_v =$	0.833	m/s
	$h_o =$	8.87	W/m ²
	$h_i =$	9.36	W/m °C
	$e_i =$	0.005	mts
	$k_i =$	0.78	W/m °C (Vidrio)
	$U_{rv} =$	4.42	W/m ² °C
	$Q_{rv} =$	63.70	Watts

$$U = 1 / \left[\frac{1}{h_o} + \left(\sum_{i=1}^n \frac{e_i}{k_i} \right) + \frac{1}{h_i} \right]$$

$$Q_{rv} = U_v A_v (T_{amb} - T_{in})$$

Efecto de la ventilación

Para evaluar la cantidad de energía que entra o que sale a la edificación por efecto de la ventilación, se puede recurrir a la expresión siguiente:

$$Q_{ve} = 1,300 M (T_{amb} - T_{in})$$

Donde:

M= es el flujo de aire (m³/s).

Ventilación por viento:

$$M = E A_a V_v$$

Donde:

E = factor de efectividad de las aberturas. Toma un valor de 0.5 a 0.6 para vientos perpendiculares y de 0.25 a 0.35 para diagonales.

A_a = área de entrada de la abertura (m²).

V_v = velocidad del viento (m/s).

Ventilación por gradientes térmicos:

$$M = 0.116 A V h (T_{amb} - T_{in})$$

en donde:

h = distancia entre la abertura de entrada y de salida (m).

$$Q_{ve} = 1,300 M (T_{amb} - T_{in})$$

Donde:

M= Es el flujo de aire (m³/s).

Ventilación por viento:

$$M = EA_a V_v = \boxed{0.031} \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Donde:

E= 0.5 Factor de efectividad de las aberturas,

A_a= 1.77 Abertura de la entrada en (m²).

V_v= 0.833 Velocidad del viento en (m/seg).

No. de hrs. de trabajo= 12

No. hrs. de ventilación= 0.5

$$Q_{ve} = \boxed{319.46} \text{ Watts}$$

Ventilación por gradientes térmicos:

$$M = 0.116 A V h (T_{amb} - T_{in}) = \boxed{0.057} \text{ mts}$$

Donde:

h = 1 Distancia entre la abertura de entrada y de salida (m).

$$Q_{gr} = 1300 M (T_{amb} - T_{in}). \quad \boxed{592.91} \text{ Watts}$$

Ganancias de energía por equipos y ocupantes.

Las ganancias directas originadas por la presencia de equipos electro-mecánicos se calculan con al ecuación:

$$Q_{eq} = W (1 - e_m)$$

donde:

W = potencia del motor (W).

E_m = eficiencia del motor.

La aportación de calor de los ocupantes (Q_{oc}) se tomó la información de la tabla 3.3.1.4.1 para este caso se consideró el grado de actividad para empleado de oficina (120 kcal/hr).

Para los equipo, se considero los equipos instalados en la sala de juntas,

Equipos	Número	Potencia (W)
Lámparas	39	45
Equipo de computo	10	300
Tv color (43-50 pulg. Plasma)	1	360
Potencia Total		5115

W= 5115 Potencia del motor
 e_m = 0.9 eficiencia del motor.

$$Q_{eq} = W (1 - e_m) \cdot \boxed{512} \text{ Watts}$$

La ganancia de calor por los ocupantes:

W= 139.56 Potencia del motor
 e_m = 0.9 eficiencia del motor.

Ganancia de medidas debidas a los ocupantes de la tabla. (3.3.1.4.1) tesis $\boxed{120}$ kcal/hr Grado de actividad: (empleado de oficina)
 1 Kcal/hr= 1.163
 Número de personas $\boxed{13}$
 Potencia total= 1814.28 Watts

$$Q_{oc} = W (1 - e_m) \cdot \boxed{181} \text{ Watts}$$

Balance general

Finalmente, el balance térmico de la edificación será la suma algebraica de las diferentes contribuciones:

$$Q_T = Q_t + Q_m + Q_{rv} + Q_{ve} + Q_{eq} + Q_{oc}.$$

$$Q_T = \boxed{6399.08} \text{ Watts.} \quad 1W = 3.4121 \text{ Btu/h}$$

$$Q_T = \boxed{21834.29} \text{ Btu/h} \quad 1 \text{ T.R.} = 12000 \text{ Btu}$$

$$Q_T = \boxed{1.82} \text{ toneladas de Refrigeración.}$$

Los resultados de las toneladas de refrigeración necesarias para cada oficina del edificio se muestra en la tabla 5.4.1.1, para el caso de los aires acondicionados ubicados en los pasillos, se decidió dejarlos en funcionamiento, por ese motivo no se evaluó la carga de refrigeración necesaria para esas áreas.

Tabla 5.4.1.1 Relación de la capacidad necesaria de aire acondicionado de los cubículos del edificio de las oficinas generales.

No.	UBICACIÓN	Qt. TONELADAS DE REFRIGERACIÓN.
1	Administrador	0.91
2	Jefatura de Protecciones	0.92
3	Oficina de Protecciones	1.47
4	Laboratorio de Comunicaciones	1.70
5	Jurídico	0.94
6	Pasillo 1° piso (lado comedor)	-----
7	Jefatura	1.52
8	Sala de Juntas	1.82
9	Contabilidad	0.69
10	Caja	0.68
11	Gestión	0.68
12	Obra publica	0.70
13	Servidores Control	1.03
14	1° Nivel pasillo (donde esta aux. admón)	-----
15	Jefatura de Control	0.97
16	Jefatura Comunicaciones	1.21
17	Jefatura Calidad	1.20
18	Pasillo 2° piso (lado servidores)	-----
19	Comedor.	1.51
20	Oficina técnicos de Civil	0.88
21	Oficina técnicos de L.T's.	0.92
22	Aula de capacitación 1	4.22
23	Sala usos múltiples (Vicsorsat).	1.59
24	2° Nivel pasillo SE y CAL.	-----
25	Sala equipos de Comunicaciones (ent)	1.76
26	Jefatura SE	0.90
27	Profesionista de SE.	0.93
28	Jefatura de Recursos Humanos	0.93
29	Archivo	0.70
30	Nominas y Seguridad Social.	0.96
31	Laboratorio de Control.	1.74
32	Egresos	0.95

Se propone instalar equipos nuevos de Aire acondicionado, mas eficientes y de menor capacidad, el reemplazo de 18,000 BTU a 12,000 BTU en las oficinas de; El Administrador, Jefatura de Protecciones, Jurídico, Jefatura de Control, Jefatura de Recursos humanos, Oficina archivo de Recursos Humanos, Nominas y Seguridad Social, Egresos, También en los 4 cubículos de Gestión, contabilidad, O. Publica y Caja, se instalaran un equipo de 12,000 BTU y se retirar el equipo tipo dividido de

36,000 BTU. En el local de Servidores, se instalara un equipo de 12,000 BTU para dejarlo en funcionamiento de forma continua y el actual de 18,700 BTU se dejara de respaldo, además se quitara el ducto del aire acondicionado que abastece este local del equipo tipo dividido del pasillo. En la Jefatura de Calidad y Comunicaciones se instalará un clima de 18,000 BTU para cada local, retirando el tipo dividido de 36,000 BTU, con el fin de que se use el equipo en el local que se requiera. En el Comedor se instalara un clima de 18,000 BTU, pudiendo instalarse uno en buen estado de los que se retiren de otra oficina como la de Egresos o Jefatura de Protecciones, En la oficina del personal de Líneas y Civil, se propone instalar un clima de 12,000 BTU para cada local y retirar el de 24,000 que es compartido, así mismo cerrar el medio muro que separa estas oficinas para que se use el clima solo en el local que se requiera. En la sala de equipos de Comunicaciones se propone retirar un clima de 36,000 BTU dañado e instalar un equipo de 24,000 BTU que se usaría como respaldo. En la sala de capacitación se dejaran los dos equipos de aire acondicionado de 48,000 BTU tipo dividido, se debe retirar el ducto que esta conectado hacia el local de utensilios debido a que en este lugar es innecesario, además se propone utilizar solo uno de los dos equipo, y el otro dejarlo de respaldo solo cuando se requiera. En la jefatura de Subestaciones y Profesionista, se instalara un minisplit de 12,000 BTU en cada local y retirar el de tipo dividido de 36,000 que abastece a los dos locales, En el laboratorio de Protecciones se instalara un equipo de 24,000 BTU, y se retirara el que tiene actualmente de la misma capacidad, solo que de acuerdo a las cargas tomadas en campo consumen mucha energía. En la Jefatura de instalara un equipo de 24,000 BTU y remplazar uno de 36,000 BTU tipo dividido, En le laboratorio de Comunicaciones y de Control se instalaran equipo de 24,000 BTU. Y se retiraran los equipos de 36000 BTU, algo importante, es que en la mayoría de los equipos a retirar se tiene un dictamen técnico de que los equipos operan incorrectamente, y no son ahorradores de energía también el clima esta compuesto de dos climas de diferente marca.

Es conveniente establecer un control sobre los equipo de tipo dividido que se encuentran en los pasillos, por ejemplo, después de la hora de salida apagarlos. Así como informar al personal sobre el manejo de los termostatos.

A continuación se muestra en las tablas de la 5.4.1.2 a la 5.4.1.4, la situación actual así como las propuestas de reemplazo del sistema de enfriamiento para los locales en donde es necesario, también los ahorros económicos y tiempo de recuperación.

Tabla. 5.4.1.2. Situación actual del sistema de aire acondicionado en las oficinas generales de la Subárea.

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LA S.E. COATZACOALCOS DOS.															
No.	Ubicación	tipo /Capacidad	Num. De equipos	$\sqrt{3}$	voltaje	corriente	PF	Potencia del Area, kW	Tipo de control	Horas de Op. por día	Dias /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Administrador	18000 minsplit	1	1.7321	220	11.3	0.9	3.88	manual	8	22	12	8185	1.285	\$10,518
2	Jefatura de Protecciones	18000 minsplit	1	1.7321	220	9.5	0.9	3.26	manual	8	22	12	6881	1.285	\$8,842
3	Oficina de Protecciones	24000 minsplit	1	1.7321	220	18.3	0.9	6.28	manual	8	22	12	13255	1.285	\$17,033
4	Laboratorio de Comunicaciones	36000 minsplit	1	1.7321	220	15.6	0.9	5.35	manual	8	22	12	11299	1.285	\$14,520
5	Juridico	18000 minsplit	1	1.7321	220	8.1	0.9	2.78	manual	8	22	12	5867	1.285	\$7,539
6	Jefatura	36000 minsplit	1	1.7321	220	14.5	0.9	4.97	manual	8	22	12	10503	1.285	\$13,496
7	Sala de juntas	36000 minsplit	1	1.7321	220	15.6	0.9	5.35	manual	5	20	12	6420	1.285	\$8,250
8	Contabilidad, caja, Gestión, O. Publica	36000 tipo dividido	1	1.7321	220	17.5	0.9	6.00	manual	12	22	12	19013	1.285	\$24,432
9	Sala de servidores	22.300 minsplit	1	1.7321	220	12.5	0.9	4.29	manual	24	30	12	37039	1.285	\$47,595
10	Jefatura de Control.	18000 minsplit	1	1.7321	220	7.4	0.9	2.54	manual	8	22	12	5360	1.285	\$6,888
11	Jefatura de Comunicaciones y Calidad	36000 tipo dividido	1	1.7321	220	16.0	0.9	5.49	manual	10	22	12	14486	1.285	\$18,615
12	Comedor	18700 minsplit	1	1.7321	220	6.8	0.9	2.33	manual	8	22	12	4925	1.285	\$6,329
13	Oficina lado técnicos de LT's y Civil.	24000 minsplit	1	1.7321	220	13.9	0.9	4.77	manual	6	22	12	7551	1.285	\$9,703
14	Sala de capacitación	48000 tipo dividido	2	1.7321	220	22.7	0.9	15.57	manual	8	10	12	14947	1.285	\$19,207
15	Sala equipo de Comunicaciones	36000 minsplit	1	1.7321	220	12.1	0.9	4.15	manual	24	30	12	35854	1.285	\$46,072
16	Jefatura de S.E's y Oficina Profesionista	36000 tipo dividido	1	1.7321	220	16.1	0.9	5.52	manual	10	22	12	14577	1.285	\$18,731
17	Jefatura Recursos Humanos.	18000 minsplit	1	1.7321	220	7.5	0.9	2.57	manual	8	22	12	5432	1.285	\$6,981
18	Oficina (Archivo Provisional RH)	18000 minsplit	1	1.7321	220	9.5	0.9	3.26	manual	8	22	12	6881	1.285	\$8,842
19	Nominas y Seguridad Social	18000 minsplit	1	1.7321	220	8.8	0.9	3.02	manual	8	22	12	6374	1.285	\$8,191
21	Laboratorio de Control	36000 minsplit	1	1.7321	220	14.4	0.9	4.94	manual	8	22	12	10430	1.285	\$13,403
22	Egresos	18000 minsplit	1	1.7321	220	7.4	0.9	2.54	manual	8	22	12	5360	1.285	\$6,888
23	Pasillo 1° piso (lado comedor)	36000 tipo dividido	1	1.7321	220	14.9	0.9	5.11	manual	8	22	12	10792	1.285	\$13,868
24	1° Nivel pasillo (donde esta aux. admón)	48000 tipo dividido	1	1.7321	220	23.6	0.9	8.09	manual	8	22	12	17094	1.285	\$21,966
25	Pasillo 2° piso (lado servidores)	60000 tipo dividido	1	1.7321	220	28.7	0.9	9.84	manual	8	22	12	20788	1.285	\$26,713
26	2° Nivel pasillo SE y CAL.	60000 tipo dividido	1	1.7321	220	25.6	0.9	8.78	manual	8	22	12	18543	1.285	\$23,827
27	Sala usos multiples (Vicosat)	18000 minsplit	1	1.7321	220	7.9	0.9	2.71	manual	4	14	12	1821	1.285	\$2,340
	Total		27					133.4					319,680		\$410,789

Tabla. 5.4.1.3. Situación propuesta del sistema de aire acondicionado en las oficinas generales de la Subárea.

PROPUESTA DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LA S.E. COATZACOALCOS DOS.																
	Ubicación	tipo /Capacidad propuesta	Num. De equipos	$\sqrt{3}$	voltaje	corriente	PF	Potencia del Area, kW	Tipo de control	MEJORA	Horas de Op. por día	Dias /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Administrador	12000 minisplit	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	Reemplazar	8	22	12	4346	1.285	\$5,585
2	Jefatura de Protecciones	12000 minisplit	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	Reemplazar	8	22	12	4346	1.285	\$5,585
3	Oficina de Protecciones	24000 minisplit	1	1.7321	220	11.7	0.9	4.01	Manual	Reemplazar	8	22	12	8475	1.285	\$10,890
4	Laboratorio de Comunicaciones	minisplit de 24,000	1	1.7321	220	11.7	0.9	4.01	Manual	Reemplazar	8	22	12	8475	1.285	\$10,890
5	Juridico	minisplit de 12,000	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	Reemplazar	8	22	12	4346	1.285	\$5,585
6	Jefatura	minisplit de 24,000	1	1.7321	220	11.7	0.9	4.01	Manual	Reemplazar	8	22	12	8475	1.285	\$10,890
7	Sala de juntas	minisplit de 24,000	1	1.7321	220	11.7	0.9	4.01	Manual	Reemplazar	5	20	12	4815	1.285	\$6,187
8	Contabilidad, caja, Gestión, O. Publica	minisplit de 12,000	4	1.7321	220	6	0.9	8.23	Manual	Reemplazar	8	22	12	17384	1.285	\$22,338
9	Sala de servidores	minisplit de 12,000	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	dejar en servicio continuo	24	30	12	17779	1.285	\$22,846
10	Jefatura de Control.	minisplit de 12,000	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	Reemplazar	8	22	12	4346	1.285	\$5,585
11	Jefatura de Comunicaciones y Calidad	minisplit de 18,000	2	1.7321	220	8.9	0.9	6.10	Manual	Reemplazar	8	22	12	12893	1.285	\$16,567
12	Comedor	minisplit de 18,000	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	Reemplazar	8	22	12	4346	1.285	\$5,585
13	Oficina lado técnicos de LT's y Civil.	minisplit de 12,000	2	1.7321	220	6	0.9	4.12	Manual	Reemplazar	6	22	12	6519	1.285	\$8,377
14	Sala de capacitación	48000 tipo dividido	1	1.7321	220	15.4	0.9	5.28	Manual	Usar solo 1 y sellar ducto hacia aula de	8	10	12	5070	1.285	\$6,515
15	Sala equipo de Comunicaciones	minisplit de 24,000	1	1.7321	220	11.7	0.9	4.01	Manual	Reemplazar	24	30	12	34669	1.285	\$44,549
16	Jefatura de S.E's y Oficina Profesionalista	minisplit de 12,000	2	1.7321	220	6	0.9	4.12	Manual	Reemplazar	8	22	12	8692	1.285	\$11,169
17	Jefatura Recursos Humanos.	minisplit de 12,000	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	Reemplazar	8	22	12	4346	1.285	\$5,585
18	Oficina (Archivo Provisional RH)	minisplit de 12,000	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	Reemplazar	8	22	12	4346	1.285	\$5,585
19	Nominas y Seguridad Social	minisplit de 12,000	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	Reemplazar	8	22	12	4346	1.285	\$5,585
21	Laboratorio de Control	minisplit de 24,000	1	1.7321	220	11.7	0.9	4.01	Manual	Reemplazar	8	22	12	8475	1.285	\$10,890
22	Egresos	minisplit de 12,000	1	1.7321	220	6	0.9	2.06	Manual	Reemplazar	8	22	12	4346	1.285	\$5,585
23	Pasillo 1° piso (lado comedor)	36000 tipo dividido	1	1.7321	220	14.9	0.9	5.11	Manual	Reemplazar	8	22	12	10792	1.285	\$13,868
24	1° Nivel pasillo (donde esta aux. admón)	48000 tipo dividido	1	1.7321	220	23.6	0.9	8.09	Manual	Reemplazar	8	22	12	17094	1.285	\$21,966
25	Pasillo 2° piso (lado servidores)	60000 tipo dividido	1	1.7321	220	28.7	0.9	9.84	Manual	Reemplazar	8	22	12	20788	1.285	\$26,713
26	2° Nivel pasillo SE y CAL.	60000 tipo dividido	1	1.7321	220	25.6	0.9	8.78	Manual	Reemplazar	8	22	12	18543	1.285	\$23,827
27	Sala usos multiples (Vicorsat)	18000 minisplit	1	1.7321	220	7.9	0.9	2.71	Manual	Reemplazar	4	14	12	1821	1.285	\$2,340
Total			32					107.0						249,870		\$321,083

Tabla. 5.4.1.4. Ahorros de energía y económicos de sistema de aire acondicionado en las oficinas generales de la Subárea.

Ahorros de Energía y Económicos							Inversión y PSR			
No.	Ubicación	tipo /Capacidad propuesta	Num. De equipos	Ahorro en Demanda, kW	Ahorro en Consumo, kWh/año	Ahorro Económico \$/año	Precio unitario	Subtotal	Costo total	PR
1	Administrador	12000 minisplit	1	1.82	3,839	\$4,933	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	1.01
2	Jefatura de Protecciones	12000 minisplit	1	1.20	2,535	\$3,258	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	1.53
3	Oficina de Protecciones	24000 minisplit	1	2.26	4,781	\$6,143	\$6,700.00	\$6,700.00	\$6,700.00	1.09
4	Laboratorio de Comunicaciones	minisplit de 24,000	1	1.34	2,825	\$3,630	\$8,032.00	\$8,032.00	\$8,032.00	2.21
5	Juridico	minisplit de 12,000	1	0.72	1,521	\$1,955	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	2.56
6	Jefatura	minisplit de 24,000	1	0.96	2,028	\$2,606	\$8,032.00	\$8,032.00	\$8,032.00	3.08
7	Sala de juntas	minisplit de 24,000	1	1.34	1,605	\$2,062	\$8,033.00	\$8,033.00	\$8,033.00	3.89
8	Contabilidad, caja, Gestión, O. Publica	minisplit de 12,000	4	-2.23	1,630	\$2,094	\$5,000.00	\$20,000.00	\$20,000.00	9.55
9	Sala de servidores	minisplit de 12,000	1	2.23	19,260	\$24,750	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	0.20
10	Jefatura de Control.	minisplit de 12,000	1	0.48	1,014	\$1,303	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	3.84
11	Jefatura de Comunicaciones y Calidad	minisplit de 18,000	2	-0.62	1,594	\$2,048	\$6,700.00	\$13,400.00	\$13,400.00	6.54
12	Comedor	minisplit de 18,000	1	0.27	579	\$745	\$6,700.00	\$6,700.00	\$6,700.00	9.00
13	Oficina lado técnicos de LT's y Civil.	minisplit de 12,000	2	0.65	1,032	\$1,326	\$5,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	7.54
14	Sala de capacitación	48000 tipo dividido	1	10.29	9,877	\$12,692	\$1,000.00	\$1,000.00	\$1,000.00	0.08
15	Sala equipo de Comunicaciones	minisplit de 24,000	1	0.14	1,185	\$1,523	\$8,032.00	\$8,032.00	\$8,032.00	5.27
16	Jefatura de S.E's y Oficina Profesionista	minisplit de 12,000	2	1.41	5,885	\$7,562	\$5,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	1.32
17	Jefatura Recursos Humanos.	minisplit de 12,000	1	0.51	1,086	\$1,396	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	3.58
18	Oficina (Archivo Provisional RH)	minisplit de 12,000	1	1.20	2,535	\$3,258	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	1.53
19	Nominas y Seguridad Social	minisplit de 12,000	1	0.96	2,028	\$2,606	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	1.92
21	Laboratorio de Control	minisplit de 24,000	1	0.93	1,956	\$2,513	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	1.99
22	Egresos	minisplit de 12,000	1	0.48	1,014	\$1,303	\$5,000.00	\$5,000.00	\$5,000.00	3.84
23	Pasillo 1° piso (lado comedor)	36000 tipo dividido	1	0.00	0	\$0	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0.00
24	1° Nivel pasillo (donde esta aux. admón)	48000 tipo dividido	1	0.00	0	\$0	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0.00
25	Pasillo 2° piso (lado servidores)	60000 tipo dividido	1	0.00	0	\$0	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0.00
26	2° Nivel pasillo SE y CAL.	60000 tipo dividido	1	0.00	0	\$0	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0.00
27	Sala usos multiples (Vicorsat)	18000 minisplit	1	0.00	0	\$0	\$0.00	\$0.00	\$0.00	0.00
TOTAL			32	26.3	69,810	\$89,706			149,929.00	1.67

5.4.2 Iluminación edificio de oficinas generales

Primer piso y segundo piso.

La iluminación en el edificio de las oficinas generales en Coatzacoalcos, es la de segundo lugar en consumo de energía eléctrica, como indica la figura 5.2.2 en el balance de energía del edificio. Se propone instalar luminarias de LED's para el primer y segundo piso, en el área de las escaleras se aplicará el cambio de lámparas por una mas eficiente (retrofit), también se colocaran sensores de presencia para controlar el encendido y apagado de iluminación en ciertas áreas.

Para el calculo de las luminarias de LED's a instalar y el nivel de iluminación necesario para cada oficina del edificio, se utilizó el “programa de DIALux 4.5 para el calculo de lámparas”, también se tomó el catalogo de la luminaria de LED's, marca Myrios Condumex modelo SETUS60, S-60-XRN08-580-01 elaborado por la IES, este archivo fue proporcionado por la empresa Condumex ya que es el fabricante de la luminaria.

http://www.dial.de/CMS/Spanish/Articles/DIALux/Download/Software/DownloadInfo/download_setup_script.html.^[27]

A continuación se muestra un ejemplo de los pasos a seguir en el programa DIALux 4.5 para el calculo de las luminarias a instalar en la sala de juntas de las oficinas generales de la Subárea.

Una vez que se baja de pagina de internet el programa DIALux en la PC, éste crea automáticamente una carpeta en mis documentos de la PC llamada “DIALux” allí se puede colocar el archivo de la luminaria S-60-XRN08-580-01 para la evaluación de la luminaria de LED.

En el escritorio de la PC se le da doble clic al icono de DIALux, aparece la pantalla principal y se le da clic en nuevo proyecto interior, y en la pantalla de editor de locales, allí se introducen las dimensiones del local, longitud, altitud y anchura. como se muestra en la figura 5.4.2.1

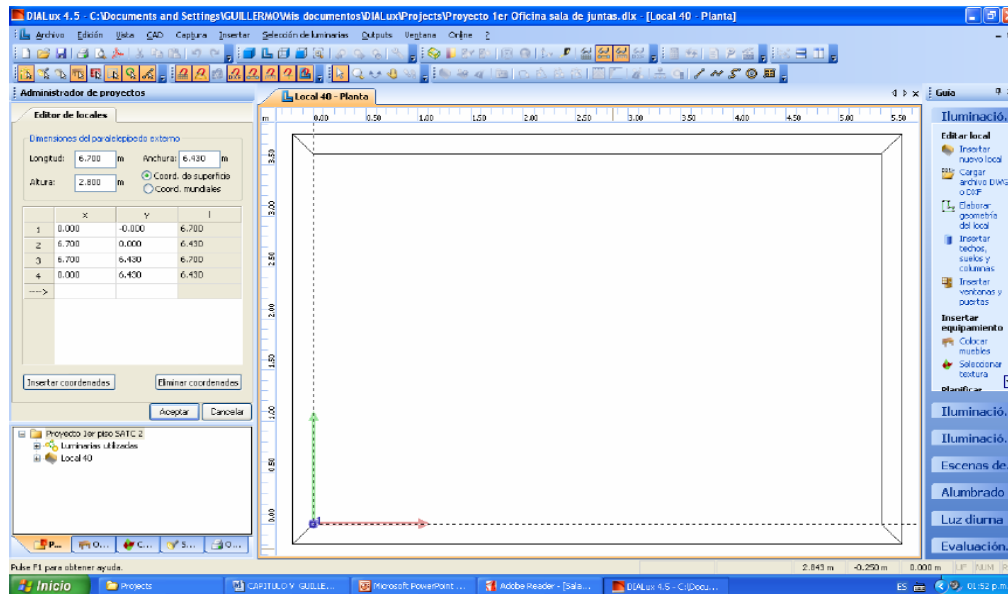


Fig. 5.4.2.1. Pantalla del programa DIALux, Editor de locales.

Posteriormente se le da el nombre del local y en la pestaña (general) y en la pestaña (método del plan de mantenimiento) se puede elegir el factor de degradación, para nuestro caso se Eligio a 80 %. Como se muestra en la figura 5.4.2.2

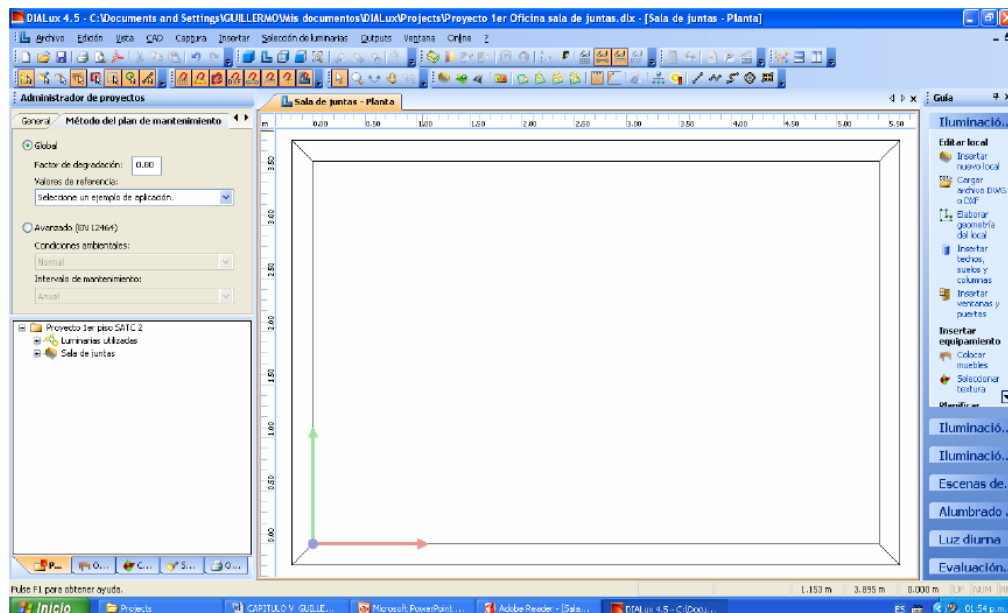


Fig. 5.4.2.2. Pantalla del programa DIALux, Nombre del local y plan de mantenimiento.

En la barra de herramientas en (Vista) submenú (planta plano simbólico X-Y) y en (Vista estándar 3D) aparece el local a evaluar lo coloca en segunda y tercera dimensión, para colocar mobiliario, ventanas, puertas, etc. Figura 5.4.2.3

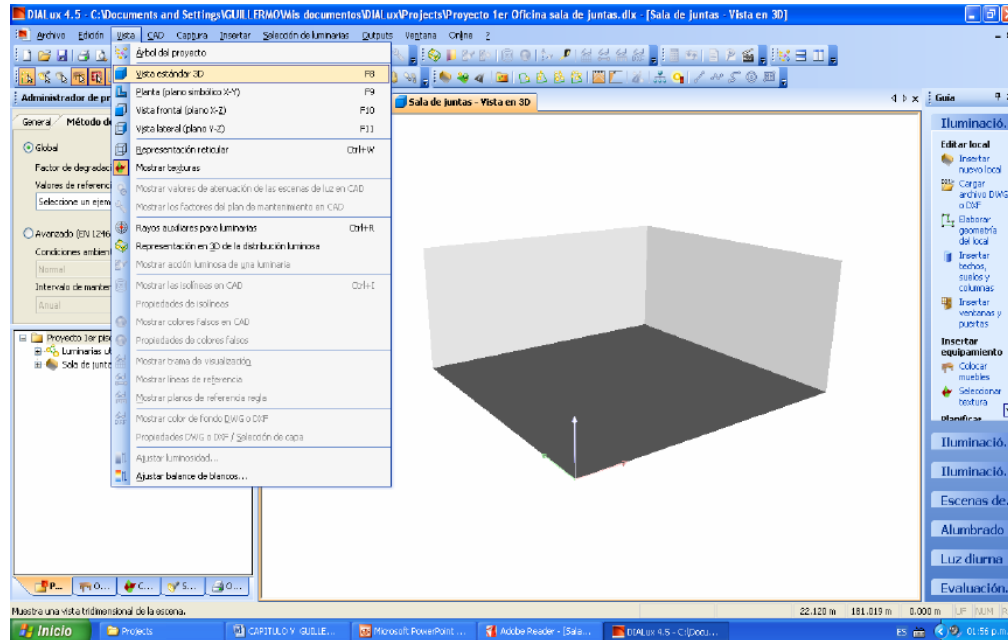


Figura. 5.4.2.3. Pantalla del programa DIALux, vistas Planos simbólicos X-Y y en ·3D.

Se procede a insertar el número de luminarias para el local, en la barra de herramientas en (Insertar) submenú (disposición de las luminarias). Como se observa en la figura 5.4.2.4.

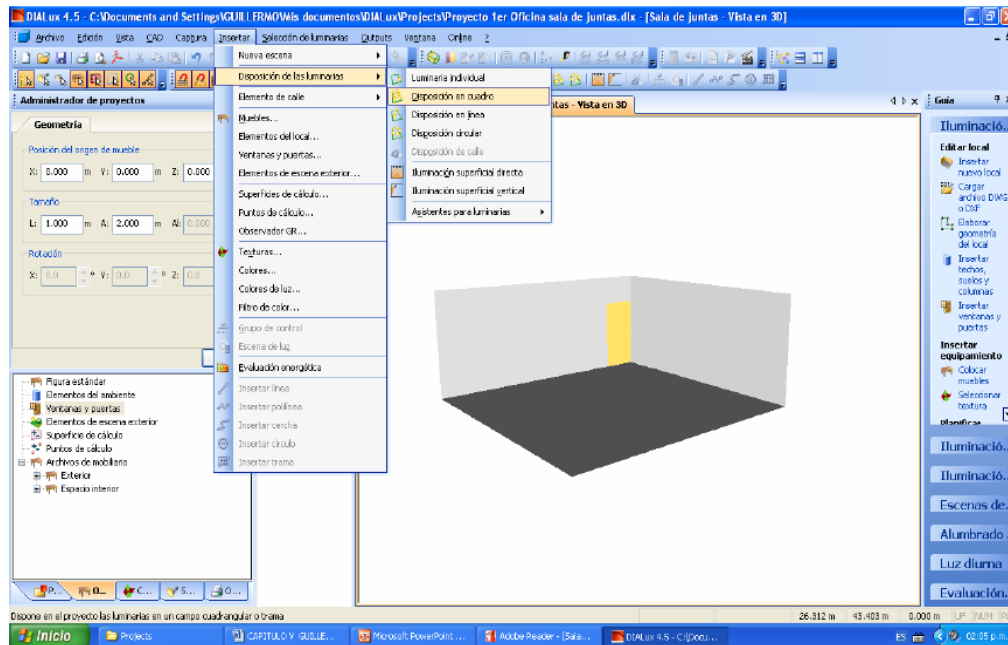


Figura. 5.4.2.4. Pantalla del programa DIALux, insertar disposición de luminarias.

Aparece la pantalla y en la pestaña (Montaje) se le puede cambiar el número de filas y luminarias por fila, y cambiar el nivel de iluminación en (calculo estimativo), según las necesidades del local, al darle click en insertar aparece la pantalla mostrada en la figura 5.4.2.5.

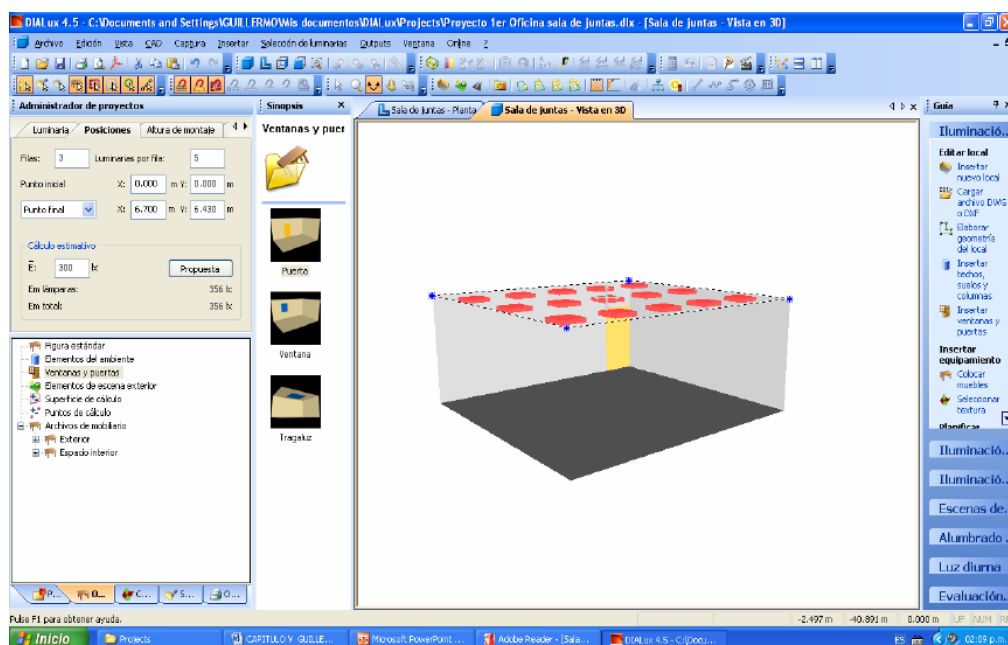


Figura. 5.4.2.5. Pantalla del programa DIALux, calcular nivel de iluminación.

Para iniciar los cálculos del nivel de iluminación, se selecciona en la barra de herramientas la opción (Outputs) submenú (iniciar cálculos). Posteriormente en la opción (vistas) submenú (mostrar colores falsos en CAD), muestra los niveles de iluminación en cada lugar del local como se muestra en la figura 5.4.2.6.

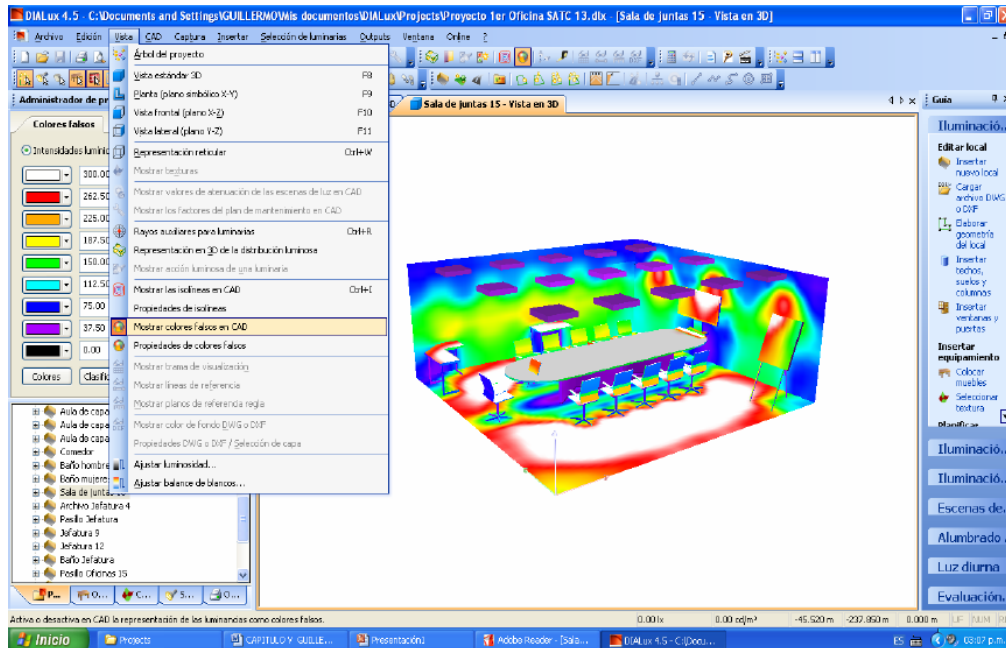


Figura. 5.4.2.6. Pantalla del programa DIALux, (muestra colores falsos en CAD)

El programa tiene la opción para imprimir los resultados según lo que se requiera el usuario, en la barra de herramientas en el menú (Outputs) submenú (configurar Outputs) permite seleccionar en las casillas los que se quiere imprimir. Y en la barra de herramientas en el menú (archivo) submenú (vista preliminar), el programa emite un archivo en pdf con los resultados obtenidos, como ejemplo, se muestran algunos a continuación. En la figura 5.4.2.7 muestra las dimensiones y la ubicación de las luminarias en el local.

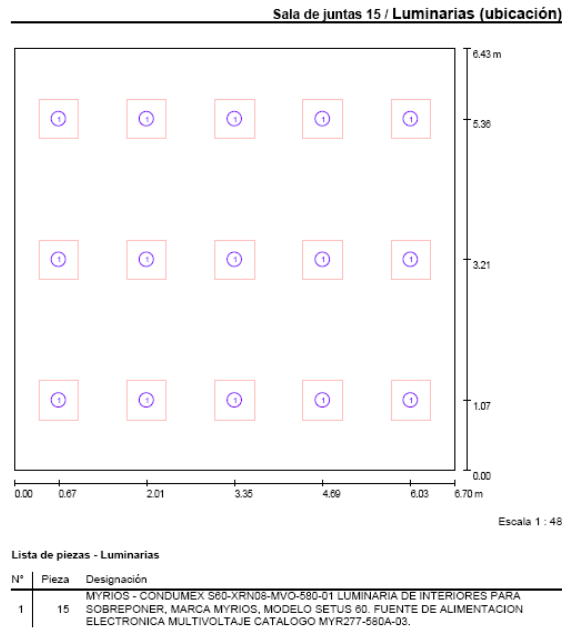


Figura.- 5.4.2.7.- Ubicación de la luminarias (sala de juntas).

A continuación se muestran los resultados luminotécnicos obtenidos, proporciona las intensidades lumínicas medias en (Lux) en forma directa e indirecta en el plano útil, suelo, techos y paredes, para el local del edificio la sala de juntas se tiene una iluminación media de 389 Lux. Figura 5.4.2.8.

Sala de juntas 15 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 19095 lm
 Potencia total: 558.4 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	318	71	389	/	/
Suelo	178	52	228	20	15
Techo	0.00	102	102	70	23
Pared 1	60	68	128	50	20
Pared 2	60	68	128	50	20
Pared 3	58	71	127	50	20
Pared 4	68	70	138	50	22

Simetrías en el plano útil
 $E_{min} / E_{m} : 0.12$
 $E_{min} / E_{max} : 0.09$

Figura.- 5.4.2.8.- Resultados luminotécnicos. (sala de juntas).

También se emitió una vista en la forma en que las luminarias quedarán ubicadas en el local, como se muestra en la figura 5.4.2.9.

Sala de juntas 15 / Rendering (procesado) en 3D

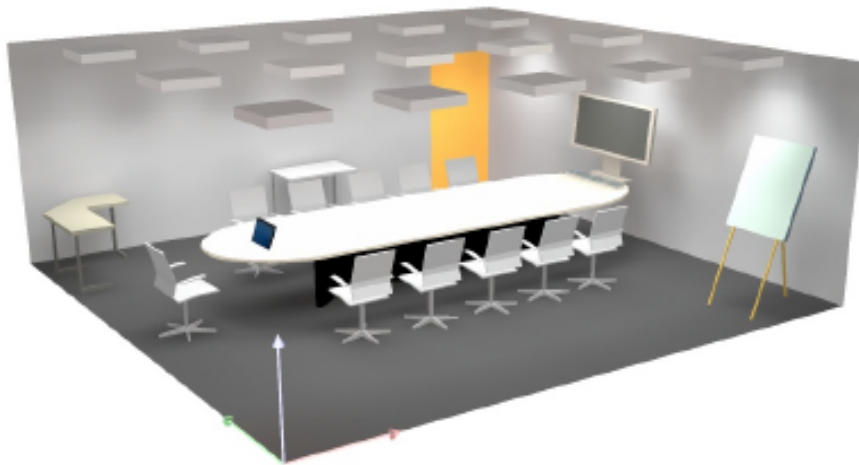


Figura.- 5.4.2.9.- Rendering (procesado) en 3D.

En las tablas 5.4.2.1 y 5.4.2.2. Se detalla los resultados por cada oficina del edificio, sus dimensiones, número de lámparas de LED a utilizar, su potencia, nivel de iluminación. En relación a la carga eléctrica a instalar se previó no rebasar los niveles permitidos de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para alumbrado (DPEA), que indica la norma NOM-007-2004.

Tabla 5.4.2.1. Relación de lámparas a instalar de LED's en el 1er piso oficinas generales de la Subárea.

	Descripcion del local	Dimensiones	Área del local	No. Lámp de LED/ 45 Watts	No. Lámp/ 32 Watts	Watts total	W/m ²	Diferencia con la Norma	LUX (promedio)
1	Administrador	4.90 x 3.00	14.7	6		270	18.37	4.37	382
2	Caja	3.38 x 2.52	8.51	4		180	21.15	7.15	401
3	Informatica	3.38 x 2.50	8.45	4		180	21.30	7.30	400
4	Contabilidad	3.57 x 2.60	9.28	4		180	19.40	5.40	382
5	Obra pública	3.57 x 2.60	8.51	3		135	15.86	1.86	308
6	Pasillo Contabilidad	4.40 x 1.50	6.6	2		90	13.64	-0.36	241
7	Egresos	4.82 x 3.21	15.47	6		270	17.45	3.45	438
8	Nominas e IMSS	4.82 x 3.21	15.47	6		270	17.45	3.45	361
9	Recursos humanos	4.88 x 3.21	15.66	6		270	17.24	3.24	362
10	Aux. Rec. Humanos	2.02 x 3.21	6.48	3		135	20.83	6.83	395
11	Archivo Rec. Hum.	4.0 x 3.21	12.84	4		180	14.02	0.02	288
12	Capacitación y P V	2.90 x 3.21	9.3	4		180	19.35	5.35	367
13	Aula Vicorsat	4.83 x 5.30 + (1.50 x 1.25)	27.47	9		405	14.74	0.74	364
14	Sala material didactico.	4.83 x 2.50	12.07	3		135	11.18	-2.82	220
15	Aula de capacitacion	9.60 x 11.34 + (1.50 x 1.25)	106.98	39		1755	16.40	2.40	400
16	Comedor	6.70 x 3.14	21.03	8		360	17.12	3.12	365
17	Baños caballeros	4.24 x 3.0	12.72	4		180	14.15	0.15	231
18	Baños damas	2.50 x 3.0	7.5	3		135	18.00	4.00	230
19	Sala de juntas	6.72 x 6.43	43.2	15		675	15.63	1.63	389
20	Archivo jefatura	6.70 x 2.35	15.74	4		180	11.44	-2.56	230
21	Pasillo jefatura	6.43 x 1.65	10.6	2		90	8.49	-5.51	180
22	Jefe de subárea	4.83 x 6.44	31.1	9		405	13.02	-0.98	312
23	Baño jefatura	3.65 x 1.72	6.27	2		90	14.35	0.35	256
24	Pasillo	22.5 x 2.60	58.5	12		540	9.23	-4.77	218
25	Of. Jefatura y recep.	4.20 x 4.10	17.22	6		270	15.68	1.68	340
26	Pasillo lado aux.Admón	2.32 x 5.74	13.31	3		135	10.14	-3.86	212
27	Oficinista admon.	3.65 x 3.75	13.68	5		225	16.45	2.45	335
28	Pasillo escaleras	1.70 x 3.00	5.1	1		45	8.82	-5.18	155
29	Pasillo baño damas	1.73 x 3.00	5.22	1		45	8.62	-5.38	160
30	Escaleras lado estacionamiento.	1.84 x 3.04	5.59	0	1	32	5.72	-8.28	200
31	Escaleras lado acceso principal	4.25 x 1.50 + 4.44 x 1.50	13.03	0	1	32	2.46	-11.54	200
	Total		557.6 m²	178		8042 W	14.42	W/m²	301

Área total del edificio	624.16 m²
-------------------------	-----------------------------

Tabla 5.4.2.2. relación de lámparas a instalar de LED's en el 2do piso oficinas generales oficinas de la Subárea.

	Descripcion del local	Dimensiones	Área del local	No. Lámp de LED/ 45 Watts	No. Lámp/ 32 Watts	Watts total	W/m ²	Diferencia con la Norma	LUX (promedio)
1	Jefatura protecciones	4.83 X 3.22	15.55	6		270	17.36	3.36	336
2	Cuarto de mat's aux. serv.	4.10 X 1.27	5.2	0	1	64	12.31	-1.69	193
3	Oficinista técnicos	5.50 x 6.15 + (0.92 x 2.93)	33.82	9		405	11.98	-2.02	277
4	Laboratorio de control	6.43 x 7.13	45.84	16		720	15.71	1.71	289
5	Sala de servidores	4.97 x 3.21	15.95	6		270	16.93	2.93	340
6	Jefatura de Control	4.97 x 3.21	15.95	6		270	16.93	2.93	338
7	Jefatura comunicaciones	7.0 x 3.21	22.47	8		360	16.02	2.02	331
8	Jefatura de Calidad	7.0 x 3.21	22.47	8		360	16.02	2.02	316
9	Sala equipos de Comunicaciones	4.97 x 7.71	38.31	12		540	14.10	0.10	327
10	Oficinista de SE's y Aux. Esp. Calidad	6.36 x 7.71	49.03	16		720	14.68	0.68	319
11	Archivo de Subestaciones	3.25 x 3.21	10.43	4		180	17.26	3.26	299
12	Pasillo frente Jefe de oficina SE'S	3.11 x 3.21	9.98	2		90	9.02	-4.98	188
13	Jefe oficina SE'S y Profesionista	4.83 x 3.21	15.5	6		270	17.42	3.42	353
14	Jefatura de Subestaciones	4.83 x 3.21	15.5	6		270	17.42	3.42	346
15	Oficina Civil	4.83 x 3.21	15.5	6		270	17.42	3.42	366
16	Oficina personal de LT'S	4.83 x 3.21	15.5	6		270	17.42	3.42	349
17	Baño Hombres	2.56 x 3.10	7.93	2		90	11.35	-2.65	225
18	Baño Damas	2.56 x 3.07	7.85	2		90	11.46	-2.54	225
19	Laboratorio de Comunicaciones	6.52 x 6.43	41.92	12		540	12.88	-1.12	298
20	Oficina Juridico	4.48 x 3.48	15.59	6		270	17.32	3.32	324
21	Vestidor de Protecciones	1.94 x 3.07	5.95	2		90	15.13	1.13	254
22	Archivo Técnicos	2.44 x 3.07	7.49	2		90	12.02	-1.98	244
23	Oficina Tec's Protecciones	4.83 x 6.44	31.1	9		405	13.02	-0.98	380
24	Pasillo 2o. Nivel laboratorio coms.	12.86 x 2.63	33.82	10		450	13.31	-0.69	220
25	Pasillo 2o. Nivel baños hombres y mujeres	6.43 x 4.07	26.17	8		360	13.76	-0.24	345
26	Pasillo 2o. Frente a escaleras calidad	5.49 x 3.04	16.68	6		270	16.19	2.19	357
27	Área de escaleras Segunda Entrada	5.84 x 3.04	17.75	0	1	64	3.61	-10.39	200
28	Área de escaleras Entrada Principal	5.84 x 3.04	12.55	3	1	199	15.86	1.86	200
	Total		571.8 m²	179	3	8247 W	14.42 W/m²		294

Área total del edificio	624.16 m²
-------------------------	-----------------------------

Los niveles promedio de iluminación para el 1er piso y 2do piso respectivamente son de 301 y 295 lux, en estos valores se tomó en cuenta también los niveles de iluminación para los pasillo según la norma son de 200 lux.

En las tablas de la 5.4.2.3 a la 5.4.2.5 se detallan las situación actual de iluminación, la situación propuesta y los ahorros de energía, económicos así como el tiempo de recuperación.

Tabla. 5.4.2.3. Situación actual del sistema de iluminación de las generales oficinas de la Subárea.

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN														
No.	Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Factor balastro	Potencia del Lumin. W	Potencia del Área, kW	Tipo de control	Horas de Op. por día	Días /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Primer nivel	2 x 75 W Fluorescente	Industrial	100	1.2	150	18.00	Apagador	8	22	12	38016	1.285	\$48,850.56
2	Segundo nivel.	2 x 75 W Fluorescente	Industrial	100	1.2	150	18.00	Apagador	8	22	12	38016.00	1.285	\$48,850.56
3	Escaleras 1 y 2 nivel.	2 x 39 W Fluorescente	Industrial	4	1.2	78	0.37	Apagador	16	22	12	1581.47	1.285	\$2,032.18
4	Estacionamiento	45 W	compacta	27		45	1.22	Apagador	8	30	12	3499.20	1.285	\$5,745.49
		150W	compacta	6		150	0.90	Apagador	3	30	12	972.00	1.285	
5	Cuarto de la bomba de agua.	2 x 32 W Fluorescente	Semihermetica	1	1.08	64	0.07	Apagador	3	22	12	54.74	1.285	\$70.34
6	Escalera llegada a la azotea	60 W Incandescente	arbotante	3		60	0.18	Apagador	2	22	12	95.04	1.285	\$122.13
7	Cuarto archivo muerto	60 W Incandescente	socket	6		60	0.36	Apagador	0.25	22	12	23.76	1.285	\$30.53
8	Iluminación decorativa	150 W	incandescente	50	1	150	7.50	Apagador	2	15	12	2700	1.285	\$3,469.50
Total				297			46.6					84,958		\$109,171.30

Tabla. 5.4.2.4. Situación propuesta del sistema de iluminación de las generales oficinas de la Subárea.

SITUACIÓN PROPUESTA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN															
No.	Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Factor balastro	Potencia del Lumin. W	Potencia del Área, kW	Tipo de control	Mejora	Horas de Op. por día	Días /mes	Mes /año	Consumo de energía	\$/kWh	Costo Anual Total
1	Primer nivel	Lampara de LED's	Modulo	176	1	45	7.92	Apagador	INSTALAR SENSORES DE PRESENCIA.	4	22	12	8363.52	1.285	\$10,747.12
2	Segundo nivel.	Lampara de LED's	Industrial	176	1	45	7.92	Apagador	INSTALAR SENSORES DE PRESENCIA.	4	22	12	8363.52	1.285	\$10,747.12
3	Escaleras 1 y 2 nivel.	2 x 32 W Fluorescente	Industrial	4	1.08	64	0.28	Apagador	RETROFIT	16	22	12	1167.85	1.285	\$1,500.69
4	Estacionamiento	2 x 32 W Fluorescente	compacta	23	1.08	64	1.59	Apagador	RETROFIT, E INSTALAR SENSORES DE PRESENCIA.	4	30	12	2289.25	1.285	\$2,941.69
5	Cuarto de la bomba de agua.	22 W	Compacta	1		22	0.02	Apagador	CAMBIO	3	22	12	17.42	1.285	\$22.39
6	Escalera llegada a la azotea	compacta 22 W	arbotante	3		22	0.07	Apagador	REEMPLAZO	2	22	12	34.85	1.285	\$44.78
7	Cuarto archivo muerto	compacta 22 W	Compacta	6		20	0.12	Apagador	REEMPLAZO	0.25	22	12	7.92	1.285	\$10.18
8	Iluminación decorativa	250 W	incandescente	1		250	0.25	Apagador	REEMPLAZO	2	15	12	90.00	1.285	\$115.65
Total				390			18.2						20,334		\$26,130

Tabla. 5.4.2.5. Ahorros de energía y económicos del sistema de iluminación de las generales oficinas de la Subárea.

Ahorros de Energía y Económicos										Inversión y PSR				
No.	Nombre del Local	Tipo de Lámpara	Tipo de Luminaria	Núm. de Luminarias	Num de sensores	Ahorro en Demanda, kW	Ahorro en Consumo, kWh/año	Ahorro Económico \$/año	Precio unitario		Subtotal		Costo total	PR
									lamp	sensor	lamp	sensor		
1	Primer nivel	Lampara de LED's	Modulo	176	19	10.08	29,652	\$38,103.44	\$1,671.00	\$1,879.00	\$294,096	\$35,701	\$329,797.00	8.66
2	Segundo nivel.	Lampara de LED's	Industrial	176	16	10.08	29,652	\$38,103.44	\$1,671.00	\$1,879.00	\$294,096	\$30,064	\$324,160.00	8.51
3	Escaleras 1 y 2 nivel.	2 x 32 W Fluorescente	Industrial	4	0	0.10	414	\$531.49	\$166.00	\$0.00	\$664.00	\$0.00	\$664.00	1.25
4	Estacionamiento	2 x 32 W Fluorescente	Semihermetica	23	4	0.53	2,182	\$2,803.80	\$580.00	\$1,879.00	\$13,340.0	\$7,516.00	\$20,856.00	7.44
5	Cuarto de la bomba de agua.	22 W	Compacta	1	0	0.05	37	\$47.95	\$45.00	\$0.00	\$45.00	\$0.00	\$45.00	0.94
6	Escalera llegada a la azotea	compacta 20 W	arbotante	3	0	0.11	60	\$77.35	\$45.00	\$0.00	\$135.00	\$0.00	\$135.00	1.75
7	Cuarto archivo muerto	compacta 22 W	Compacta	6	0	0.24	16	\$20.35	\$45.00	\$0.00	\$270.00	\$0.00	\$270.00	13.26
8	Iluminación decorativa	250 W	incandescente	1	0	7.25	2,610	\$3,353.85	\$500.00	\$0.0	\$500.00	\$0.00	\$500.00	0.15
TOTAL				390		28.4	64,624	\$83,041.67					\$676,427.00	8.15

De los resultados de la tabla 5.4.2.5. se observa para el primer y segundo piso del edificio en el cambio de lámparas de 2 x 75 W a módulos de LED de 45 W, el ahorro económico \$/año es de 83.041.67 sin embargo la inversión se encarece por el costo de las luminarias de LED, cabe hacer mención que por el número de luminarias que se adquirieron el fabricante bajo sus precios, la Subárea Coatzacoalcos de la CFE esta interesada en incursionar en nuevas tecnologías para este caso aunque el tiempo de recuperación es de 8.51, pero desde el punto de vista energético y económico representa bastantes beneficios.

En la tabla 5.4.2.4 la propuesta del sistema de iluminación, se consideró un 40% en los horarios de operación de los equipos de iluminación que cuenten con sensores de presencia tomando en consideración que “este tipo de controles proporcionan un ahorro de energía de entre 25 y 50%” (Arriaga Alpizar . 2006, p. 26) ^[2].

Estacionamiento.

En el área de estacionamiento al haber realizado el estudio de iluminación se detectó un nivel bajo de iluminación, esta es una área techada, no es un área muy limpia debido a la entrada y salida de vehículos, por lo cual se propone instalar lámparas semiherméticas para incrementar el nivel de iluminación a los niveles recomendables y estén protegidas contra el polvo.

Para esto se utilizó el método de calculo de alumbrado para interiores y esta basado en la definición de lux, que es igual a un lumen por metro cuadrado, los pasos a seguir se mencionan a continuación.

Las dimensiones del estacionamiento son de 16.17 m de ancho, 38.60 m de largo y altura de 3.80m, Se considera una reflectancia de 70% para el techo, de 30% para las paredes y 20% para el piso. Se propone utilizar luminarias “semiherméticas tipo T-8, volts 120-227, 32 Watts, balastro electrónico” datos tomados del catalogo catalogo Appleton, del índice F3-13 pagina13, estas lámparas estarán sobrepuestas

en el techo. La altura del plano del trabajo se considera a 0.85m, Por lo tanto la cavidad del local es de 2.95m,

- Determinación del nivel de iluminación requerido.

Si se toma de la tabla 2.12.1. el nivel mínimo de iluminación, NOM-025-1999, “para áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos” indica de 50 lux. Para nuestro caso se consideraran 100 lux, debido a las actividades cívicas que se realizan.

- Determinación del coeficiente de utilización.

El coeficiente de utilización es el cociente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo (plano horizontal a 85 cms del suelo) y los totales generados por la lámpara, “en este factor se toma en cuenta la eficacia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes, techo y suelo” (N. Bratu y E. Campero. 1995, p 28).

Este efecto se considera mediante la relación de la cavidad del local (RCL) que se define como sigue:

$$RCL = \frac{5H (\text{largo} + \text{ancho})}{\text{largo} \times \text{ancho}} \dots\dots\dots(5.4.2.1)$$

Donde: H= altura de cavidad

$$RCL = \frac{5 \times 2.95 (37.2 + 15.1)}{37.3 \times 15.1} = 1.37$$

Para obtener el coeficiente de utilización se entra a la tabla 5.4.2.6 las reflectancias base techo del 70% y de paredes del 30% y con el valor de la relación de la cavidad del local (RCL) de 1.37, se observa que no se tiene un valor de RCL de 1.37 pero si se tiene entre 1 y 2, por lo que el coeficiente esta entre de .75 y .62, se puede considerar este coeficiente de utilización para esta luminarias de 0.68.

Tabla 5.4.2.6 Coeficiente de utilización.

Lamps: Two 32-watt, 4-foot F32T8/TL735 fluorescents, 2850 lumens per lamp with polycarbonate lens.

COEFFICIENTS OF UTILIZATION - ZONAL CAVITY METHOD
EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE 0.20

% Ceiling	RC	80			70			50			30			10			0
		RW	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
0	.97	.97	.97	.97	.94	.94	.94	.94	.88	.88	.88	.82	.82	.82	.77	.77	.75
1	.87	.82	.78	.74	.84	.79	.75	.72	.74	.71	.68	.69	.67	.64	.65	.63	.61
2	.78	.70	.64	.58	.75	.68	.62	.57	.63	.59	.54	.59	.55	.52	.56	.52	.48
3	.71	.61	.53	.48	.68	.59	.52	.47	.55	.49	.45	.52	.47	.43	.48	.44	.41
4	.64	.54	.48	.40	.62	.52	.44	.39	.48	.42	.37	.45	.40	.36	.43	.38	.34
5	.59	.47	.39	.34	.56	.46	.39	.33	.43	.37	.32	.40	.35	.31	.38	.33	.29
6	.54	.42	.36	.29	.52	.41	.34	.28	.39	.32	.27	.36	.31	.27	.34	.29	.26
7	.50	.38	.31	.25	.48	.37	.30	.25	.35	.29	.24	.33	.27	.23	.31	.26	.22
8	.46	.35	.27	.22	.45	.34	.27	.22	.32	.26	.21	.30	.25	.21	.28	.24	.20
9	.43	.32	.25	.20	.42	.31	.24	.20	.29	.23	.19	.28	.22	.18	.26	.21	.18
10	.41	.29	.22	.18	.39	.28	.22	.18	.27	.21	.17	.26	.20	.17	.24	.20	.16

Para determinar el factor de pérdidas totales de luz se considera que: el rendimiento de la reactancia es de 0.95, el factor de caída de tensión de 1.0, el factor por las variaciones de reflectancia de la luminaria de 0.98, no se admiten lámparas fundidas por lo que el factor correspondiente es de 1.0; no hay corrección por cambio de temperatura ambiente; la luminaria no forma parte del sistema de ventilación o aire acondicionado, por lo que el factor de intercambio de calor es de 1.0; el factor de disminución de la emisión luminosa de la lámpara es de 0.8; la degradación por suciedad es de 0.86 (determinada en la figura 5.4.2.10, como ejemplo se tomo del libro de referencia para la luminaria de categoría V en la curva de “medio” para una periodicidad de limpieza anual) , el producto de todos los elementos da por resultado un factor de 0.64 (N. Bratu y E. Campero. 1995, p 34) ^[13] .

- Grados de suciedad:**
- Muy limpio: Laboratorios y hospitales.
 - Limpio: Escuelas, oficinas y viviendas.
 - - - - Medio: Oficinas dentro de fábricas.
 - - - - Sucio: Industrias.
 - - - - Muy sucio: Procesos altamente contaminantes.

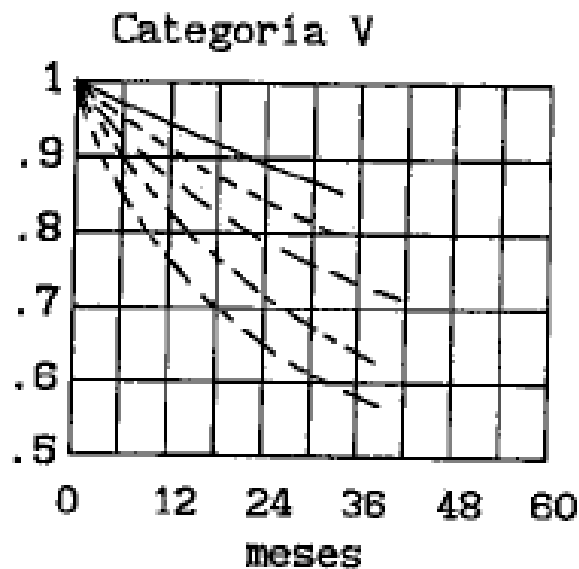


Figura 5.4.2.10. Grafica de factor de degradación.

Ahora considerando que la emisión luminosa de cada lámpara es de 2850 lúmenes y que cada luminaria tiene dos lámparas (información proporcionada por el fabricante de cada luminaria Appleton, modelo F32T8/TL735), para determinar el número de luminarias se aplica la siguiente formula:

$$N = \frac{E * S}{\phi * I * CU * FTP} \dots\dots\dots (5.4.2.2)$$

donde:

N = Número de luminarias o unidades de alumbrado

E = iluminación requerida

S = Superficie

Φ = Flujo luminoso por lámpara

I = Número de lámparas por luminarias.

$$N = \frac{100 * 561.72}{2850 * 2 * 0.68 * 0.64} = 22.64$$

Si se decide instalar 23 luminarias de dos lámparas en tras filas, de acuerdo a la formula 5.4.2.3 el nivel luminoso resulta:

$$E_e = \frac{N_e * I * \phi * CU * FTP}{S} \dots\dots\dots(5.4.2.3)$$

donde:

E_e = Iluminación resultante según nueva especificación.

N_e = Número de luminarias de la nueva especificación.

$$E_e = \frac{23 * 2 * 2850 * 0.68 * 0.64}{561.72} = 101 \text{lux}$$

La diferencia entre este resultado y el planteamiento original de 100 lux se considera aceptable. Las propuesta de ahorro técnico-económico se presentan en la tabla 5.4.2.5.

5.5 Evaluación del ahorro energético en el balance de energía e índices energéticos en las Oficinas generales de la Subárea.

De los resultados del balance de energía al inicio del estudio se hace una comparación con el balance de energía con las propuestas de mejora y se determinan las oportunidades de ahorro de energía a continuación.

En las Oficinas generales de la Subárea, en el sistema de aire acondicionado, tiene un consumo al día de 67.87% con las propuestas de mejora se disminuye el consumo al día a 58.70%. En los que respecta al sistema de iluminación se tiene un consumo al día 20.32 % con las propuestas de mejora se disminuye el consumo al día a 4.40%, como se muestra tabla 5.5.1.

Tabla 5.5.1. Comparación balance de energía actual vs propuesta de mejora oficinas generales.

	Equipos:	ACTUAL		PROPUESTA DE MEJORA	
		%	Wh	%	Wh
		ELEC	Elec/prod	ELEC	Elec/prod
1	Aire acondicionado	67.87	0.496	58.70	0.429
2	Iluminación edificio	20.32	0.148	4.40	0.032
3	Equipo de computo e impresoras	3.71	0.027	3.71	0.027
4	Sala de Comunicaciones (equipos)	4.28	0.031	4.28	0.031
5	Sala de Control servidor (equipos)	2.71	0.020	2.71	0.020
6	Varios (Eq. Computo, enfriadores, ventiladores, microondas,etc).	1.11	0.008	1.11	0.008
	TOTAL	100.00	0.730	74.92	0.730

El porcentaje de ahorro al día en el sistema de aire acondicionado será de 9.17% y de iluminación de 15.91%, de acuerdo a la figura 5.5.1, donde se compara el balance de energía del consumo actual con el propuesto.

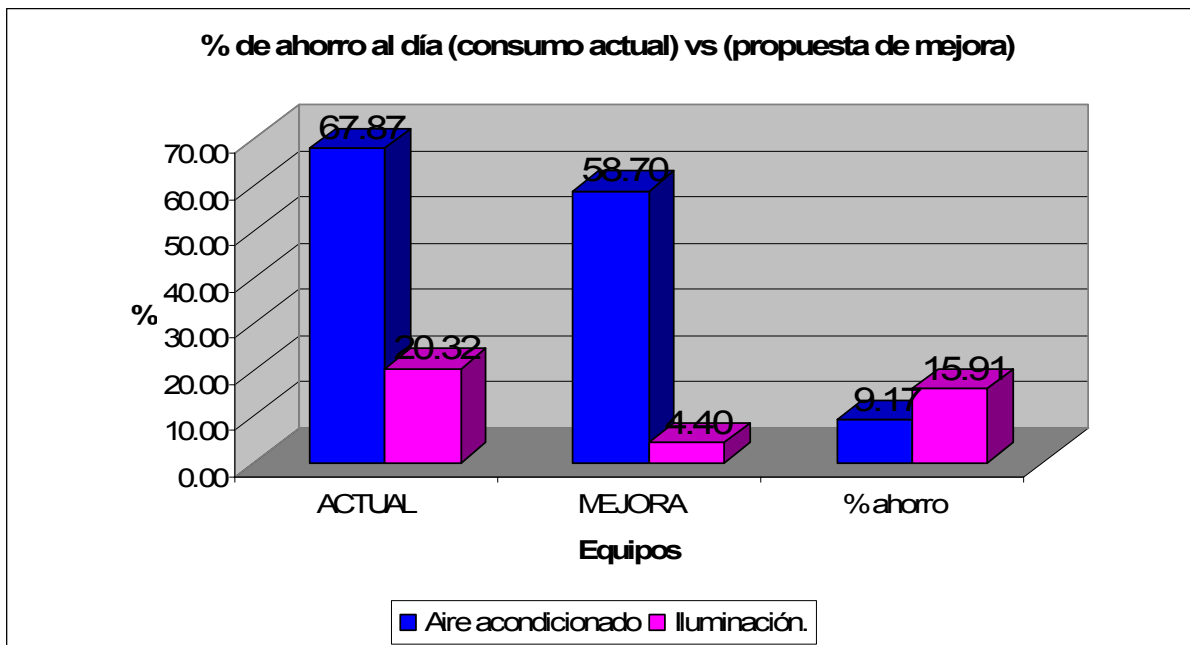


Figura 5.5.1. Comparación balance de energía actual con el propuesto en las oficinas generales.

De lo anterior se determinan los ahorros de energía, demanda y económicos anuales que se tendrán en las oficinas generales y su tiempo de recuperación, en consumo se tendrá un ahorro de 112,663 kWh y un ahorro económico de \$144,771.99 anuales, por concepto demanda se tendrá un ahorro al año de 417.6 kW y un ahorro económico al año de \$52,200.00 en las tablas 5.5.2 y 5.5.3 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 5.5.2. Ahorros de energía y económicos en las oficinas generales de la Subárea.

Consumo	Wh (actual)	Wh (mejora)	Ahorro Wh/día	Dias/mes	Mes/año	Ahorro en kWh/año	\$kwh	Ahorro/año
Aires acondicionado	1154732	998721	156	22	12	41187	1.285	\$52,925.17
Iluminación	345657	74914	271	22	12	71476	1.285	\$91,846.81
TOTAL	1500389	1073635	427	22	12	112663	1.285	\$144,771.99

Tabla 5.5.3. Ahorros en demanda y económicos en las oficinas generales de la Subárea.

Demanda	kW (actual)	kW (mejora)	Ahorro kW/mes	Mes/año	kW/año	\$kW	Ahorro/año
Aires acondicionado	113.4	107.0	6	12	76.8	125.00	\$9,600.00
Iluminación	46.6	18.2	28.4	12	340.8	125.00	\$42,600.00
TOTAL	160.0	125.2	34.8	12	417.6	125.00	\$52,200.00

El tiempo de retorno es:

$$\text{Periodo de Recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro anual}}$$

$$\text{Periodo de Recuperación} = \frac{\$ 826,356.00}{\$ 196,971.99} = 4.2$$

Índices energéticos.

La grafica siguiente, es la propuesta para establecer un índice energético en la Subárea Coatzacoalcos, esta enfocado a llevar el control del consumo de energía en la Subárea por unidad de producción, además sirve como indicador para comparar los consumos anteriores con los actuales, como se observa en la figura 5.5.2, se aprecia el índice con los consumos actuales y se compara con las consumos si se llevan a cabo las propuestas de mejora, el índice propuesto se va a cero en los meses de agosto y septiembre debido a que se tomaron de base los consumo del año anterior, se tendría un ahorro de energía promedio al mes es de 9388.58 kWh.

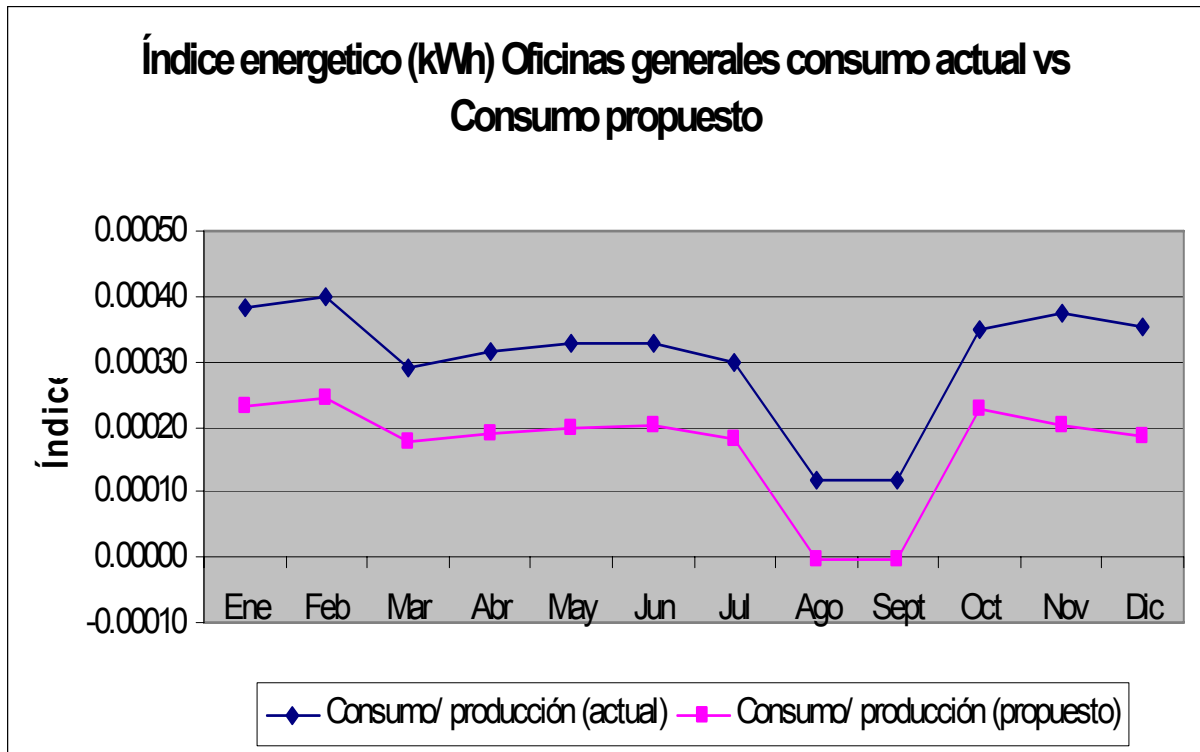


Figura 5.5.2. Índice energético propuesto en las oficinas generales de la Subárea

5.6 Evaluación del ahorro energético en el balance de energía e índices energéticos en la Subestación Coatzacoalcos Dos.

En la Subestación Coatzacoalcos Dos, en el sistema de enfriamiento del banco de transformación se tiene un consumo al día de 42.6% con la propuesta de dejar en servicio un grupo de bomba y ventiladores por fase, disminuye el consumo al día al 27.0%. En los que respecta al sistema de iluminación de las áreas operativas y perimetral se tiene un consumo al día 19.4 % con las propuestas de mejora se disminuye el consumo al día al 12.3 %. La iluminación en edificios tiene un consumo actual de 8.5 % con las propuestas de ahorro disminuye al 4.6 %. En el sistema de aire acondicionado disminuye el consumo de 4.1 % al 3.0 %, como se muestra tabla 5.6.1.

Tabla 5.6.1. Comparación balance de energía actual vs propuesta de mejora subestación Coatzacoalcos Dos.

	Equipos:	ACTUAL		PROPUESTA DE MEJORA	
		%	Wh	%	Wh
		ELEC	Elec/prod	ELEC	Elec/prod
1	Aire acondicionado	4.1	0.027	3.0	0.020
2	Iluminación (edificios)	8.5	0.056	4.6	0.031
3	Iluminación (Area operativa y perimetral VSAP, 400, 250, mixta 250)	19.4	0.128	12.3	0.081
4	Sistema de enfriamiento Banco T-1 (bombas de aceite y ventiladores)	42.6	0.280	27.0	0.178
5	Resistencias calefactoras (Equipo eléctrico)	11.7	0.077	11.7	0.077
6	Equipo de Vigilancia.	3.6	0.024	3.6	0.024
7	Cargadores de Baterías.	5.1	0.034	5.1	0.034
8	Sala de Comunicaciones (equipos)	1.9	0.012	1.9	0.012
9	Extracción de aire (motores)	1.3	0.008	1.3	0.008
10	Motores (funcionamiento equipo eléctrico primario)	0.5	0.003	0.5	0.003
11	Varios (Eq. Computo, enfriadores, etc).	1.4	0.009	1.4	0.009
	TOTAL	100.0	0.66	72.3	0.66

El porcentaje de ahorro al día en el sistema de aire acondicionado será de 1.08% y de iluminación en edificios de 3.85%, en Iluminación del área operativa es de 7.12 % y del sistema de enfriamiento del banco de transformación 15.57 %, donde se compara el balance de energía del consumo actual con el propuesto, se muestra en la figura 5.6.1.

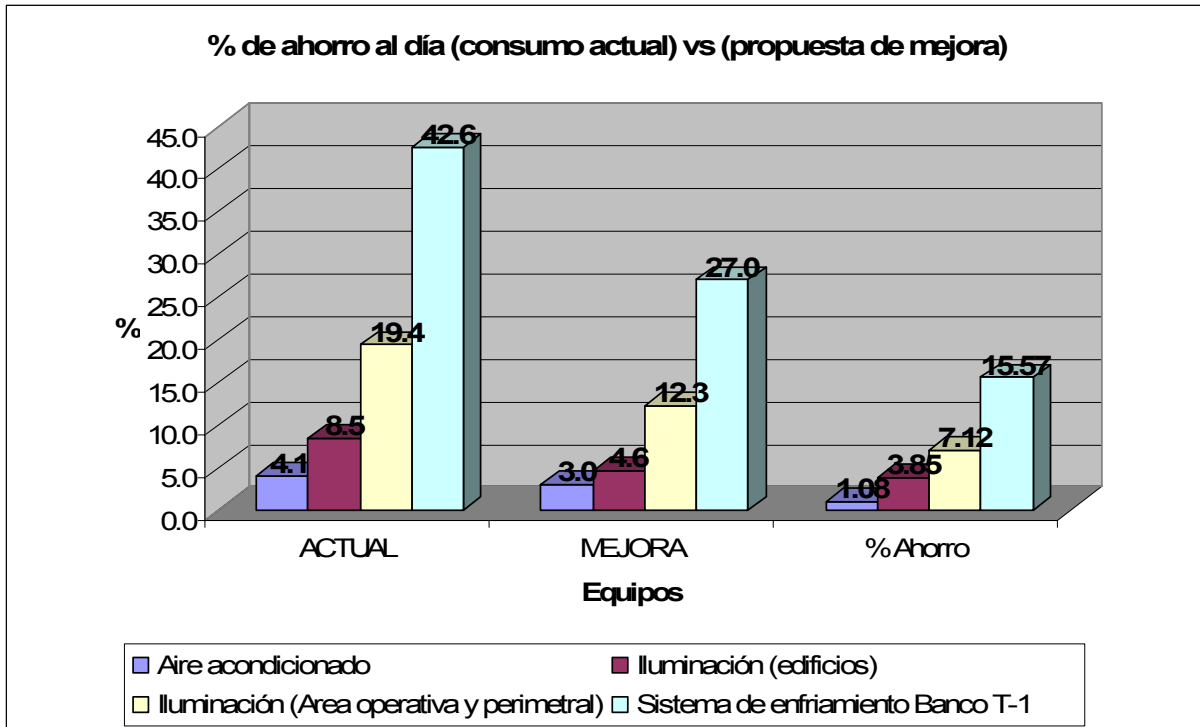


Figura 5.6.1. Comparación balance de energía actual con el propuesto en la Subestación Coatzacoalcos Dos.

De lo anterior se determinan los ahorros de energía, demanda y económicos anuales que se tendrán en la Subestación Coatzacoalcos Dos y su tiempo de recuperación, en consumo se tendrá un ahorro de 280,860 kWh y un ahorro económico de \$360,905.72 anuales, por concepto demanda se tendrá un ahorro al año de 523.2 kW y un ahorro económico al año de \$ 65,400.00 las tablas 5.6.2 y 5.6.3 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 5.6.2. Ahorros de energía y económicos en la Subestación Coatzacoalcos Dos.

Consumo	Wh (actual)	Wh (mejora)	Ahorro Wh/día	Dias/mes	Mes/año	Ahorro en kWh/año	\$kwh	Ahorro/año
Aires acondicionado	1026592	757277	269.32	30	12	96953	1.285	\$124,585.12
Iluminación (edificios)	164130	89975	74.16	30	12	26696	1.285	\$34,304.10
Iluminación área operativa	258000	120960	137.04	30	12	49334	1.285	\$63,394.70
Sistema de enfriamiento Banco	823678	524020	299.66	30	12	107877	1.285	\$138,621.79
TOTAL	2272400	1492232	780.17	22	12	280860.48	1.285	\$360,905.72

Tabla 5.6.3. Ahorros en demanda y económicos en la Subestación Coatzacoalcos Dos.

Demanda	kW (actual)	kW (mejora)	Ahorro kW/mes	Mes/año	kW/año	\$kW	Ahorro/año
Aires acondicionado	44	28.7	15.3	12	183.6	\$125.00	\$22,950.00
Iluminación (edificios)	13.8	9.5	4.3	12	51.6	\$125.00	\$6,450.00
Iluminación área operativa	21.6	10.1	11.5	12	138	\$125.00	\$17,250.00
Sistema de enfriamiento Banco	34.3	21.8	12.5	12	150	\$125.00	\$18,750.00
TOTAL	113.7	70.1	43.6	12	523.2	\$125.00	\$65,400.00

Para evaluar la recuperación de la inversión, se va considerar solo para las propuestas en donde se requiere inversión, no se considera la propuesta del sistema de enfriamiento del banco T-1. esto se detalla en la siguiente tabla. 5.6.4

Tabla 5.6.4. Ahorros en demanda y económicos en la Subestación Coatzacoalcos Dos. (con inversión).

Consumo	Ahorro/año por (kWh)	Ahorro/año por (kW)	Ahorro total	Inversión
Aires acondicionado	\$124,585.12	\$22,950.00	\$147,535.12	\$44,962.00
Iluminación (edificios)	\$34,304.10	\$6,450.00	\$40,754.10	\$37,578.10
Iluminación área operativa	\$63,394.70	\$17,250.00	\$80,644.70	\$154,777.50
TOTAL	\$222,283.93	\$46,650.00	\$268,933.93	\$237,317.60

$$\text{Periodo de Recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro anual}}$$

$$\text{Periodo de Recuperación} = \frac{\$ 237,317.60}{\$ 268,993.93} = 0.88$$

Adicional, se consideran los ahorros por concepto de mejoramiento del factor de potencia:

Total del importe de cargo y bonificación = \$2, 150.15

La inversión del capacitor es = \$4, 004.00

El periodo de retorno es la inversión entre los beneficios esperados.

$$PB = \frac{C}{B} = \frac{\$4,004.00}{\$2,150.15} = 1.86 \text{ año}$$

Índices energéticos.

Para la evaluación del índice energético en la Subestación Coatzacoalcos Dos, se considero el índice propuesto en el banco de transformación, que es la energía consumida en (kWh), por la unidad de producción (kWh), este índice esta enfocado a llevar el control del consumo de energía en la Subárea, por instalación y etapa del proceso, en este índice se tomaron como base los consumos del año 2007 y se compararon con los consumos si se llevan a cabo las propuestas de mejora, se tendría un el ahorro de energía promedio al mes de 14,415 kWh. Como se precia en la figura 5.6.2 y la tabla 5.6.5.

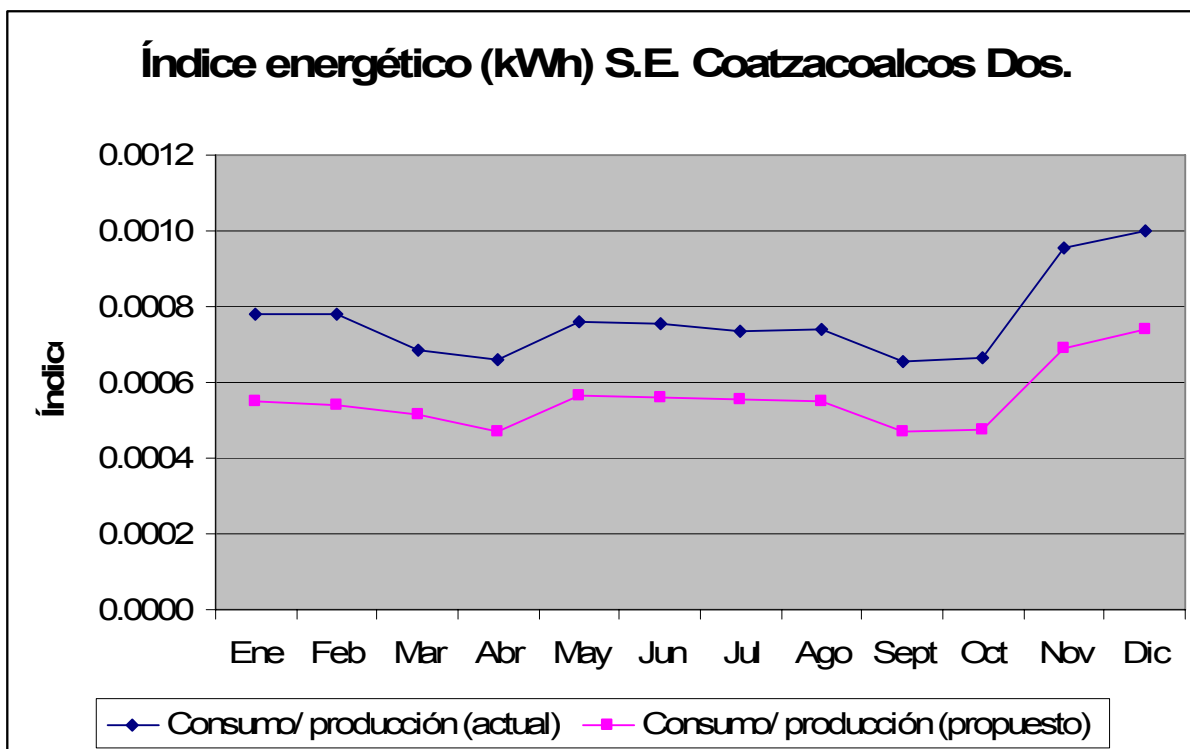


Figura 5.6.2. Índice energético propuesto en la Subestación Coatzacoalcos Dos.

Tabla 5.6.5 Índices energéticos propuestos

BANCO DE TRANSFORMACIÓN						
AÑO	E (mWh)	E (kWh)	Consumo actual (kWh)	Consumo/ producción (actual)	Consumo propuesto (kWh)	Consumo/ producción (propuesto)
Ene	63240.685	63240685	49334.64	0.0008	34919.64	0.0006
Feb	59943.983	59943983	46780.15	0.0008	32365.15	0.0005
Mar	82614.936	82614936	56777.43	0.0007	42362.43	0.0005
Abr	76561.104	76561104	50531.88	0.0007	36116.88	0.0005
May	73088.142	73088142	55580.69	0.0008	41165.69	0.0006
Jun	72947.946	72947946	55229.38	0.0008	40814.38	0.0006
Jul	80608.061	80608061	59311.86	0.0007	44896.86	0.0006
Ago	76981.631	76981631	56833.56	0.0007	42418.56	0.0006
Sept	77404.184	77404184	50732.64	0.0007	36317.64	0.0005
Oct	76604.851	76604851	50952.21	0.0007	36537.21	0.0005
Nov	54073.030	54073030	51728.77	0.0010	37313.77	0.0007
Dic	56061.800	56061800	55961.03	0.0010	41546.03	0.0007
TOTAL	850130.353	850130353	639754.24	0.0008	466774.24	0.0005

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La finalidad del estudio fue de realizar una metodología basada en Diagnósticos Energéticos que pueda ser aplicada en la Subárea de Transmisión, con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica en las Subestaciones y edificios, como resultado de la metodología se encuentran nuevas áreas de oportunidad en las subestaciones, en el sistema de enfriamiento del Banco de Transformación, en las resistencias calefactores y alumbrado de vigilancia perimetral, como parte del estudio se realizaron cálculos de iluminación en las áreas operativas e interiores, así como en las oficinas.

En la propuesta de la instalación de iluminación, se previó respetar los niveles de iluminación mínimos permitidos y los niveles de eficiencia energética establecidos por las normas, para el caso de las oficinas generales el periodo de recuperación es a 4.2 años debido al precio de las lámparas tipo LED's, que son de nueva tecnología, sin embargo el ahorro en (kWh) es considerable.

El estudio proporcionó información sobre los costos de la energía eléctrica y la forma en que se consume, así mismo se realizó una propuesta de los índices energéticos enfocados al consumo de energía por la producción de la empresa en las etapas del proceso y ser evaluados para cada instalación perteneciente a la Subárea.

Como resultado, de acuerdo al historial del consumo de energía en la subestación Coatzacoalcos Dos, en el año 2007 hubo un consumo de 639,754.24 kWh/año, con la propuesta de ahorro con inversión se tiene considerado ahorrar 172,984.00 kWh/año, en comparación con el consumo de energía del año 2007 se tiene un ahorro estimado del 27%.

Para el caso de las Oficinas generales de acuerdo al historial de consumo de energía en el año 2007 se tuvo un consumo de 253,120.00 kWh/año, con las propuesta de ahorro se tiene considerado ahorrar 112,663.00 kWh/año, en comparación con el consumo del año 2007 se tiene una ahorro estimado del 44 %.

El estudio muestra los ahorros significativos que se pueden tener en la empresa, y sirve como punto de partida para implementar programas de uso adecuado de la energía eléctrica.

Recomendaciones:

Realiza platicas de ahorro de energía dirigidas al personal operativo y de oficina con la finalidad de informar sobre los consumos de energía eléctrica y los costo que estos representan para la empresa, así como dar seguimiento del comportamiento de los consumos y de los índices energéticos, a través de correo lotus, avisos o en pizarrones, etc.

Realizar platicas al personal de Vigilancia en las Subestaciones y del edificio, en forma personal, para que tengan conocimiento del interés de la empresa de los consumos energéticos y con el fin de se haga buen uso de los equipos de la instalación que están bajo su responsabilidad.

Es conveniente establecer un control sobre los equipos aire acondicionado de tipo dividido que se encuentran en los pasillos de las oficinas, por ejemplo, después de la hora de salida apagarlos, designar una persona responsable para esta actividad. Así como ajustar los termostatos a una temperatura fija y/o capacitar al personal sobre el buen uso de los termostatos, al igual en los lugares donde se tienen equipos de respaldo dejar en servicio solo los necesarios.

Habilitar el sistema automatizado de enfriamiento del banco T1, debido a que para la operación del sistema de enfriamiento depende de las condiciones ambientales y de

la temperatura el banco, incluso colocar un equipo de medición que podría ser en el gabinete central de alimentación para monitorear su consumo.

En la Subestación Coatzacoalcos Dos, instalar equipos de medición en los alojamientos de Personal de Seguridad Física, Sedena y Caseta de control, con el fin de llevar un registro del consumo de energía por cada local.

En la Subestación Coatzacoalcos Dos, existe un desbalance en la corriente en el transformador de servicios propios, sobrepasa el 5% establecido en la norma de diseño de instalaciones eléctricas, se deben balancear las cargas eléctricas.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR GALVAN ALFREDO. "Factor de Potencia" Seminario Ahorro de energía ATPAE, en el ITM, febrero 2005.
2. ARRIAGA ALPIZAR ERIC. "El control en los sistemas de iluminación", revista FIDE año 15 núm. 59 2006.
3. CASADOS ARTURO (2005) "Optimización de sistemas eléctricos" Seminario Ahorro de energía en el ITM, febrero 2005.
4. CASTILLO MEDINA GABINO (2003) Ahorro de energía eléctrica en Instituciones Educativas. ETDEWEB.
5. Diagnóstico Energético Rama Cemento, año 2000, inspección estatal energética, autores, colaboradores equipo técnico.
<http://www.energia.inf.cu/iee-mep/Document/Cemento.pdf>
6. GONZÁLEZ MILLA G; GARCÍA JUÁREZ F; ALARCÓN ALEMAN J. (1998) Programas de Ahorro de energía en PEMEX Exploración y Producción, región sur, p.122. ETDEWEB.
7. HARPER ENRIQUE (2002) El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión, Limusa noruega editores.
8. JUAN JOSE AMBRIZ GARCÍA Y HERNANDO ROMERO-PAREDES RUBIO. "Diagnósticos energéticos" Seminario Ahorro de energía en el ITM, febrero 2005.
9. JUAN JOSE AMBRIZ GARCÍA Y HERNANDO ROMERO-PAREDES RUBIO. "Auditorias EADC-IAC" Seminario Ahorro de energía en el ITM, febrero 2005.

10. J. J. AMBRIZ Y H. ROMERO PAREDES-RUBIO. "Administración y Ahorro de Energía" Libro de Texto para Ingeniería en Energía. Universidad Autónoma Metropolitana 1993. México.
11. J. J. AMBRIZ Y H. ROMERO PAREDES-RUBIO. "Administración de la energía en empresas" Libro de Texto para Ingeniería en Energía. Universidad Autónoma Metropolitana 1993. México.
12. J.P. HOLMAN (1998) Transferencia de Calor (octava edición), editorial, Mc Graw-Hill/Internacional de España, S.A.U.
13. N. BRATU y E. CAMPERO (2002) Instalaciones eléctricas, conceptos básicos y diseño 2ª Edición, editorial Alfaomega. (1995).
14. RAMIREZ RIVERO ALEX. "Factor de potencia" Seminario Ahorro de energía, GENERTK, en el ITM, febrero 2005.
15. REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Mayo (2003)
<http://www.cgeson.gob.mx/servicios/leyes/federales/reglamentos/regleyelec>
16. ROMERO PAREDES-RUBIO Y J. J. AMBRIZ "Aire acondicionado y refrigeración" Seminario Ahorro de energía en el ITM, Marzo 2005.
17. MARTÍNEZ RUIZ MIGUEL JESÚS; (2005) "Metodología del uso eficiente de energía en instituciones de educación superior: El caso de la Universidad Autónoma de Campeche", Tesis de Maestría, Programa de posgrado en Ingeniería, UNAM.

18. NEBRADT GARCÍA A; ROJAS HIDALGO ISMAEL Y HUANTE PÉREZ L. (1998) "Metodología para realizar un diagnóstico energético en sistemas auxiliares de centrales termoeléctricas", en 19 Seminario Nacional sobre uso racional de la energía y Exposición de Equipos y Servicios, memoria técnica, pp 2-9, ETDEWEB.
19. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones eléctricas (utilización). http://www.sener.gob.mx/webSener/res/Acerca_de/nom001ener2000.
20. NOM-007 ENER- 2004. Norma Oficial Mexicana, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. <http://www.economia.gob.mx/work/normas/noms/2005/nom-007-ener-2000>.
21. NOM-025 STPS 1999, Norma Oficial Mexicana, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. <http://www.stps.gob.mx/DGSST/normatividad/noms/Nom-025>.
22. SANCHEZ PEREZ A; QUIRONES BONILLA A; BUSTOS ANTUNES J; REYES ARCE M. (2003) Uso eficiente de la energía eléctrica en el corporativo 3M México. ETDEWEB.
23. SALAZAR LOPEZ, JOSÉ ALBEIRO (2003) Ahorro de energía en Bellota México, S.A. de C.V. ETDEWEB.
24. Schneider Electric, Texas Instruments México, Planta sensores y Controles, año 2003; <http://www.powerlogic.com/intl/pdf/cs48.pdf#search=%22diagnosticos%20energeticos%20SUBESTACIONES%20ELECTRICAS%22>
25. STEPHEN J. CHAPMAN (2000) Máquinas eléctricas, tercera edición.
26. (<http://www.fide.org.mx/Industria/industria.html>).
<http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/conocetutarifa/acuerdos/2007/dof26122007.htm>

27. SOFTWARE DE DIALUX PARA EL CALCULO DE LÁMPARAS DE LED.
http://www.dial.de/CMS/Spanish/Articles/DIALux/Download/Software/DownloadInfo/download_setup_script.html